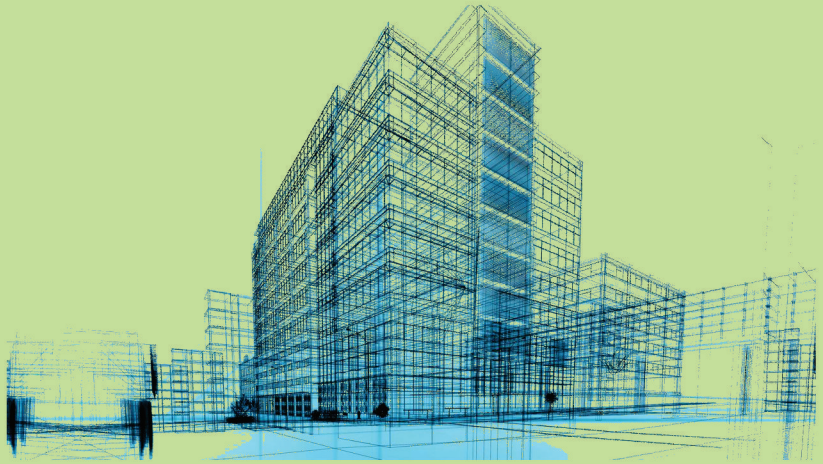
ننگرهار انجنيري پوهنځی

اوسپنيز کانکريټي عناصر ډيزاين

(دوهمه برخه)





پوهاند ډيپلوم انجنير عبادالرحمن مومند

پلورل منع دی
۱۳۹۹

اوسپنيز کانکريټي عناصر ډيزاين (دوهمه برخه)

Reinforced Concrete Structure Designs II

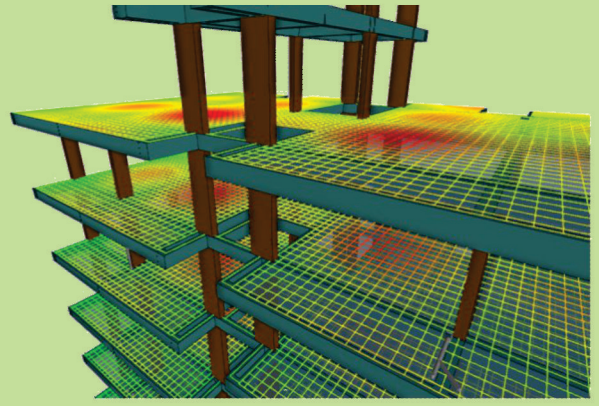
پوهاند ډيپلوم انجنير عبادالرحمن مومند

Nangarhar Engineering Faculty

Afghanic

Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand

Reinforced Concrete Structure Designs II



Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan



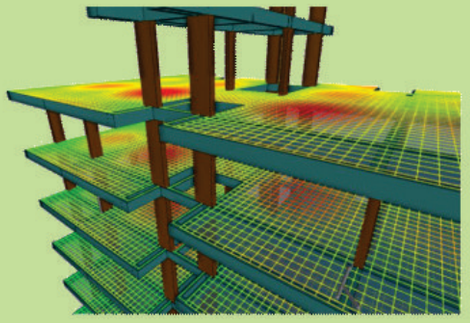
ISBN 978-9936-633-40-7
9 789936 633407

Not for Sale
2021

اوسپنیز کانکریټي عناصر ډیزاین

پوهاند دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

افغانیک
Afghanic



Nangarhar Engineering Faculty
ننګرهار انجنیري پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Pashto PDF
2021

Reinforced Concrete Structure Designs II

Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand

Download
www.ecampus-afghanistan.org

اقرأ باسم ربك الذي خلق

اوسپنيز کانکريټي عناصر ډيزاين

دوهمه برخه

پوهاند ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند

لومړی چاپ

دغه کتاب په پي ډي ايف فارمټ کې په مله سي ډي کې هم لوستلی شئ:



د کتاب نوم	اوسپنیز کانکریټي عناصر ډیزاین (دوهمه برخه)
لیکوال	پوهاند دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند
خپرندوی	ننګرهار پوهنتون، انجنیری پوهنځی
وېب پاڼه	www.nu.edu.af
د چاپ کال	۱۳۹۹، لومړی چاپ
چاپ شمېر	۱۰۰۰
مسلسل نمبر	۳۲۲
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org
چاپ ځای	افغانستان تایمز مطبعه، کابل، افغانستان

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې، په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.
اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوي دي.
د کتاب د محتوا او لیکنې مسئولیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له مور سره اړیکه ونیسئ:
ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کارته ۴، کابل
تېلیفون ۰۷۵۶۰۱٤٦٤۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴
ایمېل textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹۷۸-۹۹۳٦-٦۳۳-۴۰-۷

د پـــيل خـــبرې

د لوي خداى (ج) ډېر شکرګزاريم چې ماته يې ددې وس او توان راکړ ،چې د ننګرهار پوهنتون د انجنيري پوهنځي د سيول انجنيري څانګې د درنو استادانود پريکړې سره سم د محصلينو اود هېواد انجنيرانو دستونزو د حل لپاره د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو دويمه برخې درسي کتاب تاليف کړم .

دا مهال د ټولو هېوادپالونکو مسلکي او اکاډميکو شخصيتونو دا دنده چې په خپله مسلکي برخه کې دخپل ګران هېواد افغانستان د ودانولو اوجوړولو لپاره نه ستړې کېدونکي هڅه او هاند وکړي . چې په دې لړ کي ما هم د خپل تاريخي رسالت او دندې د سرته رسولو لپاره دا درسي کتاب تاليف کړ .

د دې درسي کتاب په ترتيبولو او برابرولو کې له ماسره په تخنيکي برخه کې د سيول انجنيري څانګې ټولو قـدرمنو استادانو مرسته کړې ده چې له مرستې او مشورو څخه يې د زړه له تله مننه کوم. همداراز د دې درسي کتاب د متن د ليکنې په برخه کې د ژبو او ادبياتو پوهنځي د پښتو څانګې قدرمنو استادانو هر يو پوهاند شاولي خان او پوهاند جانس زړن ، له مرستو او همکاريو څخـه د زړه لـه کومي مننوي يم ، چې په خلاص مټ او ورين تندي يې لـه مـا سره مرسته کـړې ده او د اثر ژبنې اړخ يې کـره کـړى دى . په پاى کې له ټولو هغو لـوستونکو څخه چې دا درسي کتاب مطالعه کوي احترامانه هيله لرم چې د اثـر د تېروتنـو او نيمګړتاو په لېرى کـولو کـې ، خـــپل نظـرونه او نيوکـې لـه ماسره شريکې کـړي .

په درنښت

دعنوانونولیکلړ

عنوانونه مخ

سـریزه 1

لـــومړی فـصل

د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزوکانکرېټي عناصروتحلیل او محاسبه

1.1- پیلېزه 3

2.1- د څرخېدنې پېژندنـه 4

3.1- په متجانسو مقطعو کې د څرخېدنې تشنجات 10

4.1- بې سیخه کانکرېټي اجزاووکې څرخېدنه 17

5.1- په اوسپنیزکانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه 21

6.1- په کانکرېټي اجزاووکې د عرضاني قوو او څرخېدنې دمومنټ متقابله اغېزه 27

7.1- په اوسپنیزوکانکرېټي اجزاووکې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ متقابله 30

8.1- د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د (ACI 318) کود غوښتنې 31

9.1- د څرخېدنې محاسبې او دڅرخېدنې اړینوفولادي سیخانو ټاکل 35

10.1- د عرضاني او څرخېدنې دقوو ترکیب 39

لـنډیز 64

پوښتنې 66

ماخـذونه 68

دویم فصل

ددوه لوریزه پوښښ تختو محاسبه او تحلیل

1.2- پیلېزه 70

2.2-د دوه لوریزه پوښښ تختو پـېـــژنـدنـه 71

3.2- د دوه لوريزه پوښښ تختو ډولونه 76
4.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د مومنټونو تحليل 81
1.4.2- دجان ار. نيکولس په طريقه د پوښښ په تختو کې د مومنټونو تحليل 82
5.2- په دوه لوريزه د پوښښ په تختو کې د مومنټ وېشنه 87
1.5.2- د ځانګړو پايو په واسطه تکيه شويو پوښښ تختو کې مومنټونه 93
6.2- ددوه لوريزه د پوښښ تختو محاسبه 96
7.2- د دوه لوريزه پوښښ تختو اصغري ضخامت 100
8.2- دضريبونو په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل اومحاسبه 103
9.2- دمستقيمې محاسبې په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل اومحاسبه 121
10.2- د هوارې پوښښ تختې محاسبه 161
1.10.2-د هواره پوښښ تختو اجزاوي او په هغې کې د سيخانو ځای په 167
11.2- دمعادل چوکاټ محاسبې په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو 171
1.11.2- د سختۍ ، بارورلو او د وروستنۍ سختې شوې رابطې مومنټونو 174
2.11.2- د ساختماني تحليل لپاره د ژوندیو بارونو ترتيبول 199
3.11.2- د اتکاګانو د اړخ سره مومنټونه 199
4.11.2- د پايو په تسمو ، منځنيو تسمو او ګاډرونوکې د مومنټونو وېشنه 202
5.11.2- د معادل چوکاټ د تحليل لپاره د کمپوټر کارېدنه 209
6.11.2- دثقلي اوافقي مرکبو بارونو لپاره د پوښښ تختې - پايې چوکاټونو 215
12.2- په دولوريزه پوښښ تختو کې عرضاني قوې 220
1.12.2- په دوه لوريزه عرضاني قوې-داخلي پايوکې د پوښښ تختود کمزورۍ 221
2.12.2- د داخلي پايو سره د دوه لوريزه عرضاني قوې له امله د پوښښ تختو 222
3.12.2- د دوه لوريزه عرضاني قوې لپاره محاسبه 224
4.12.2- د بحراني محيط موقيعيت 224
5.12.2- د ډراپ لرونکې پوښښ تختو لپاره بحراني مقطع 224

6.12.2- سوريو او څنډو سره نژدې بحراني مقطعې 226
7.12.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوو لپاره بارې ساحه 227
8.12.2- پرته له انتقالي مومنټه د دوه لوريزه عرضاني قوي محاسبوي معادلې 227
9.12.2- په پوښښ تختو کې يو لوريزه عرضاني قوه 230
10.12.2- د عرضاني مقاومت لوړول 233
11.12.2- د دوه لوريزه پوښښ تختو لپاره د عرضاني سيخانو ځای په ځای 233
12.12.2- خولې لرونکي عرضاني فولادي جوړښت 235
13.12.2- خولې لرونکي عرضاني ګل ميخونه 235
14.12.2- د عرضاني سيخانو محاسبه 237
13.2- د دولوريزه پوښښ تختو په سيستمونو کې کړوپېدنه 307
لـنډيز 315
پـوښـتنې 317
مـاخـذونـه 320

دريم فصل

داوسپنيز کانکريټي ګاډرونو ګټې اخېستنې وړتيا

1.3- پيليزه 322
2.3- ګټې اخېستنې يا کاري وړتيا پـېژنـدنـه 323
3.3- کړوپېدنه يا د شکل بدلون 325
1.3.3- بې له درزه مقطعو بدلېدنه 325
2.3.3- د انرشيا مومنټ د موازي محورونو قضيه 328
3.3.3- د اوسپنيزکانکريټي ګاډرونو د انرشيا مجموعي مومنټ 330
4.3.3-د درز شويو مقطعو دشکل بدلېدنه 331
5.3.3- د انرشيا فعال مومنټ 334
4.3- د کانکريټي ګاډر بې له څنډه يا سملاسي کړوپېدنه 337

5.3- د کانکرېټي ګاډرونو د اوږدې مودې کړوپېدنه 351
6.3- د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو د کړوپېدنې لپاره د کود غوښتنې 354
7.3- درزکېدنه 362
1.7.3- دکانکرېټو ددرزکېدنې خواص 362
8.3- د درز د عرض ارزونه 365
9.3- د درزونو د عرض لپاره سپارښت شوي محدودیتونه 367
10.3- د درز د عرض لپاره د (ACI) کودمقرري 369
لـنډیز 372
پـوښـتنې 373
مـاخـذونـه 375

څلورم فصل

دستنو (پایو) محاسبه او تحلیل

1.4- پیلیزه 377
2.4- دستنوډولونه 378
3.4- د ستنو محوري فشاري ظرفیت 382
4.4- د محوري فشاري ستنو د ظرفیت په اړه بحث 383
5.4- د ستنو لپاره د (ACI)کود غوښتنې 385
1.5.4- دټرلو ستنو لپاره د کود غوښتنې 386
2.5.4- د فنرډوله ستنو لپاره د کود غوښتنې 388
3.5.4- په زلزله یي سیمو کې د ستنو لپاره د سیخانو په اړه د کود غوښتنې 392
6.4- د اوسپنیزوکانکرېټي ستنو محاسبه 399
7.4- د محوري قوې او کږېدنې مومنټ لاندې اوسپنیز کانکرېټي ستنې 402
8.4- د کږېدنې مومنټ او محوري فشار لاندې واقع شویو ستنو تحلیل 411

9.4- د کږېدنې او محوري فشار لپاره د پایو انټراکشن دیاګرام 418
1.9.4- د ستنې د تحلیل لپاره د انټراکشن دیاګرام کارول 421
2.9.4- د ستنې د مقطع د محاسبې لپاره د انټراکشن دیاګرام کارول 425
10.4- په ستنو کې دوه محوره کږېدنه 429
11.4- اوږدې (نرې) اوسپنیز ې کانکرېټي ستنې 433
1.11.4 - د ستنو د لمش یا لچ له امله اضافي مومنټ 433
2.11.4- د ستنې د اوږدوالي نسبت 434
3.11.4- د ستنې په اوږدوالي د ارځ تاوېدنې یاتاووښت اغېزه 437
4.11.4 - د (K) د پیداکولو لپاره د تنظیموونکي چارت یا دیاګرام کارول 440
12.4- د ستنو په هکله د (ACI) کود ځانګړتیاوې 448
1.12.4- په غیرمتحرکو چوکاټونو کې داوږدو ستنو لپاره د (ACI) کود معیارونه 449
2.12.4- په متحرک چوکاټونو کې داوږدوستنو لپاره د (ACI) کود معیارونه 450
13.4- د مومنټ د ډېروونکي طرېقې په واسطه د ستنو د تحلیل دویمه سپارښتنه 450
1.13.4- په غیرمتحرک چوکاټونو کې د اوږدو ستنو لپاره د ډېریدنې مومنټ 451
2.13.4 - په متحرکو چوکاټونوکې د اوږدوستنو لپاره د مومنټ د ډېرېدنې طریقه 455
14.4- په ستنو کې عرضاني قوې 463
15.4- په پایه کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه 464
16.4- د ستنو د پیوندولو لپاره د (ACI) کودغوښتنې یا شرایط 465
لنډیز 467
پوښتنې 469
ماخذونه 473

پنځم فصل

داوسپنیزوکانکرېټي تهدابونو محاسبه او تحلیل

1.5- پیلیزه 475

2.5- پـــيژنـــدنـــه 476
3.5- د تهدابونو ډولونه 477
4.5- د خاورې د زغم مجازي ظرفيت 479
5.5- د ديوال لاندې پرله پسې يا مسلسل تهدابونو تحليل او محاسبه 484
6.5- د ستنو لاندې د يو ګونو تهدابونو تحليل او محاسبه 493
1.6.5- د ستنو لاندې د يو ګونو تهدابونو دوه لوريزی عرضاني قوه 493
2.6.5- د ستنو لاندې يو ګوني تهداب يو لوريزه عرضاني قوه 497
3.6.5- د پايو لاندې د يوګوني تهداب د کږېدنې مومنټ محاسبه او تحليل 499
4.6.5- د پايو او تهدابونو تر منځ د بار لېږدېدنه 503
7.5- د غير مرکزي بار شوو ستنو لاندې تهدابونو تحليل او محاسبه 511
1.7.5- په غير مرکزي بار شوو تهدابونو دوه لوريزه عرضاني قوه 513
2.7.5- په غير مرکزي بار شوو تهدابونو يو لوريزه عرضاني قوه 513
3.7.5- په غير مرکزي بار شوو تهدابونو د کوږوالي مومنټ لپاره محاسبه 514
4.7.5- په غير مرکزي بار شوو تهدابونو کې د پايو او تهدابونو تر منځ د بار 516
8.5- د مرکبو تهدابونو تحليل او محاسبه 523
9.5- د فيته يي تهدابونو تحليل او محاسبه 537
10.5- د فرشي تهدابونو تحليل او محاسبه 546
11.5- د ميخي تهدابونو تحليل او محاسبه 558
12.5- هوار کانکريټي تهدابونه 563
لنډيز 566
پوښتنې 567
ماخذونه 572

شپږم فصل

د اوسپنیزکانکرېټي دیوالونو تحلیل او محاسبه

1.6- پیلیزه 574

2.6- د دیوالونو پـــیژنــدنــه 575

3.6- د دیوالونو ډولونه 576

4.6- د بار وړونکي دیوالونو محاسبه 580

1.4.6- تجربوي محاسبوي طریقه 580

2.4.6- په ریشنل طریقه د دیوال تحلیلي محاسبه 584

3.4.6- د اوږدو (slender) دیوالونود محاسبې لپاره د (UBC) طریقه 592

5.6- د پرېکېدونکو دیوالونوتحلیل او محاسبه 603

1.5.6- د پرېکېدونکو دیوالونو کړنه 603

2.5.6- د عرضاني قوو په وړاندې د پرېکېدونکو دیوالونو محاسبه 605

3.5.6- د کوږوالي مومنټ په وړاندې د پرېکېدونکو دیوالونو محاسبه 607

4.5.6- ځانګړې اوسپنیزکانکرېټي ساختماني یا پرېکېدونکي دیوالونه 614

5.5.6- د ځانګړواوسپنیزوکانکرېټي پرېکېدونکو دیوالونو سیخبندي 619

6.5.6- د ځانګړواوسپنیزوکانکرېټي پرېکېدونکو دیوالونومحاسبه 621

7.5.6- یولهبل سره تړلي پرېکېدونکي دیوالونه اوپیوند ګاډرونه 625

6.6- د اوسپنیزوکانکرېټي استنادي دیوالونو تحلیل او محاسبه 631

1.6.6- اوسپنېزکانکرېټي کانټیلیور استنادي دیوالونه 633

2.6.6- د جیوټکنیکي انجنیري له پلوه د کانټیلیور استنادي دیوالونه 634

7.6- دکانټیلیور استنادي دیوالونود ساختمان محاسبه 643

1.7.6- د تنې تحلیل او محاسبه 644

2.7.6- د تهداب تحلیل او محاسبه 646

3.7.6- د کیلي تحلیل او محاسبه 648
لـــنډیز 659
پـــــوښـتنې 661
مـاخـــذونـــه 663
اصطلاحګانې او مخففات 665
ضمیمې 674

دشکلونولیکلړ

شکلونه مخ

1.1- شکل: (a) - د چترګاډر ، (b) - کمان او (c) - L - ګاډر دی 4

2.1- شکل: په کانټیلیور پوښښ تختې کې لومړنۍ یا معادله څرخېدنه 6

3.1- شکل: معادله څرخېدنه 6

4.1- شکل: (a)دګاډر څرخېدنه 8

5.1- شکل: په یوه کانکرېټي عنصر یا جز کې د ننښلېدنې له امله 9

6.1- شکل: متناسبه څرخېدنه 9

7.1- شکل: دګاډرونو مقطع 11

8.1- شکل: په مقطع کې د څرخېدنې له امله د تشنجاتو وېشنه 14

9.1- شکل: په بې له سیخه ګاډر کې د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات 18

10.1- شکل: په بې له سیخه منځ خالي مقطع لرونکې ګاډر کې د څرخېدنې 20

11.1- شکل: په ګاډرکې خیالي قیچي ډوله فاصلې 22

12.1- شکل: د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې 23

13.1- شکل: په ګاډرکې خیالي قیچي ډوله فاصلې 23

14.1- شکل: د اوسپنیزکانکرېټي عنصر دځرخېدنې مقاومت 25

15.1- شکل: په منځ خالي مقطع لرونکوګاډرونو کې تشنجات 29

16.1- شکل: په منځ ډکو مقطع لرونکوګاډرونو کې تشنجات عرضاني تشنجات 29

17.1- شکل: د (20.1- رابطې) د منحني ترسیم 29

18.1- شکل: د ببلابېلو مقطعو د (A_{oh}) مساحتونه 34

19.1- شکل: ترلي ګڼدمکونه 41

20.1- شکل: د څرخېدنې لپاره (U) ډوله پیوندشوې ګڼدمک 41

21.1- شکل: توصیه شوي ګڼډمکونه 43
1.2- شکل: د ټیورنر (Turner) د خریړي ډوله پوښښ تخته 73
2.2- شکل: د سختې اتکاء لرونکي پوښښ تختې په څلورولوروکې 75
3.2- شکل: په پوښښ تختې کې د کمان کړنه 76
4.2- شکل: د پوښښ تختې په دوه لوریزه کړېدنه 77
5.2- شکل: د دوه لوریزه پوښښ تختې ډولونه 80
6.2- شکل: د فرش په تختې اوګاډر کې مومنټونه 82
7.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختې کې مومنټونه 82
8.2- شکل: په پوښښ تختې کې دنیکولس تحلیل 86
9.2- شکل: د اتکایې اجزاوو لپاره د معادلي مربعوي مقطع بېلګې 86
10.2- شکل: د پوښښ تختې د کړېدنې او مومنټونو تر منځ اړیکې 88
11.2- شکل: د تاووېدنې مومنټ (m_{xy}) له امله د پوښښ تختې د (B-B) 89
12.2- شکل: په څلورو لورو سخت پوښښ تختې کې د مومنټ دیاګرام 90
13.2- شکل: په څلورو لورو مفصلي پوښښ تختې کې مومنټونه 91
14.2- شکل: د پوښښ تختو په مومنټونو د ګاډر د ستخې اغېزه 92
15.2- شکل: په څلورو لورو ساده اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ 92
16.2- شکل: په څلورو لورو سخته اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ تختو 92
17.2- شکل: په سختو ګاډرونو یا دیوالونوباندې تکیه شویود څنډو او 93
18.2- شکل: په ځانګړوپایو تکیه شویو پوښښ تختو کې مومنټونه 94
19.2- شکل: په هغه پوښښ تختو چې ($\ell_2/\ell_1 = 1.0$) وي مومنټونه 95
20.2- شکل: د (α_f) دمحاسبې لپاره د ګاډر او پوښښ تختې قطع 98
21.2- شکل: د (ACI) کود د (Section 13.2.4) برخې په واسطه د 99
22.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې د پایو او منځنۍ تسمې 104
23.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې دمثبتو او منفي مومنټونه د ساحې 125

24.2- شکل: په څو متحملي حالتونو کې د څرخېدونکې ګاډر مقطع 129
25.2- شکل: دیوه اړخیزګاډر مقطع د مقطع د څرخېدنې دثابت (C) 130
26.2- شکل: په دیوال د تکیه شوې اړخ اتکاء سره مجاوره یا موازي 133
27.2- شکل: په هوارو تختو کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه 170
28.2- شکل: د معادل چوکاټ اجزاء 173
29.2- شکل: د وایې په اوږدو کې په سختۍ کې بدلون 175
30.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې لپاره د (EI) قیمتونه 180
31.2- شکل: د پوښښ تختې او ګاډر لپاره د (EI) قیمتونه 183
32.2- شکل: د پایو د سختۍ (K_c) د محاسبې لپاره مقطع 186
33.2- شکل: د چوکاټ کړنه او د څندې جز یا عنصر تاوېدنه 189
34.2- شکل: د (K_t) محاسبه 192
35.2- شکل: څرخېدونکې اجزاء 193
36.2- شکل: د منفي مومنټ لپاره بحراني مقطع 201
37.2- شکل: په پوښښ تختې – ګاډر کې منفي او مثبت مومنټونه 202
38.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د بیروني نښلېدنو سره د اغېزمنې 211
39.2- شکل: د اغېزمنې پوښښ عرض($\alpha\ell_2$) او د وایې په اوږدو کې 212
40.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د چوکاټ د تحلیل لپاره اندازې 216
41.2- شکل: د ثقلي او افقي بارونو لاندې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ 216
42.2- شکل: په پوښښ تخته کې د عرضاني قوی له امله ویجاړېدنه 221
43.2- شکل: د داخلي پایو سره د عرضاني قوو د انتقال لپاره قیچي موډل 223
44.2- شکل: د ببلابېلو مقطعو لپاره دغوځېدنې د بحراني محیط موقعیت 225
45.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې بحراني مقطع 225
46.2- شکل: د عرضاني قوو په بحراني محیط د سورو او څنډو اغېزه 226
47.2- شکل: د عرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني 228

48.2- شکل: دمربعي محيط په ګردچاپيره د عرضاني قوي د مقدار وښنه 229
49.2- شکل: دعرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني 229
50.2- شکل: په دوه لوريزه پوښښ تختو کې ګڼدمک ډوله عرضاني سيخان 234
51.2- شکل: خولې لرونکې عرضاني فولادي جوړښت 235
52.2- شکل: ټيپيک ډوله خولې لرونکي عرضاني ګل ميخونه او بحراني مقطع 236
53.2- شکل: دپوښښ تختې - پايې نښلېدنې سره د عرضاني 238
54.2- شکل: د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو 246
55.2- شکل: دځنډې پايه کې د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال 247
56.2- شکل: دپوښښ تختې - پايې د نښلېدنو سره د انتقالي عرض 249
57.2- شکل: ديوه لوري د قطبي مومنټ د پيداکولو لپاره په پام کې 251
58.2- شکل: دايروي پايو سره د مومنټونو او عرضاني قوو 252
59.2- شکل: د پايې او منځنۍ تسموکړوپېدنه 255
60.2- شکل: د بحراني محيط د ثقل مرکز سره د مومنټ او عرضاني قوې 259
61.2- شکل: د پايې او منځنۍ تسموکړوپېدنه 308

1.3- شکل: داوسپنيزکانکريټي ګاډرمقطع بې له درزه شکل بدلون 321
2.3- شکل: د درزشوې اوسپنيزکانکريټي ګاډرمقطع دشکل بدلون 332
3.3- شکل: د ګټې اخېستنې د شرايطو لاندې اوسپنيزکانکريټي ګاډر 335
4.3- شکل: دساده اتکاء لرونکو ګاډرونولپاره دارتجاعي کړوپېدنې معادلې.....338
5.3- شکل: دسختې اتکاء لرونکو او کانټيليور ګاډرونولپاره دارتجاعي 339
6.3- شکل: د بار د مودې ضريب (ξ) 353
7.3- شکل: په اوسپنيزکانکريټي کششي عناصرو او ګاډرونو کې درزونه 365
8.3- شکل: د (20.3) رابطې اړيکې ښيي 366
1.4- شکل: د ټرلې ستنې 379

2.4- شکل: د فنري ډوله ستنې.....380
3.4- شکل: د مرکبه ستنه.....380
4.4- شکل: د ستنې په مقطعو کې د ګڼډمکونو ځای په ځای کول.....387
5.4- شکل: په ستنې په مقطع کې د ګڼډمکونو سره د ځای په ځای کول.....388
6.4- شکل: د فنري سیخانو د فشاري محدودیدنې (چاپیریدنې) څرنګوالی.....392
7.4- شکل: په زلزله یي سیمو کې د ستنو او ګاډرونو د نښلیدنې په 394
8.4- شکل: په ستنه کې د قوې معادل سیستم 403
9.4- شکل: د ستنې مقطعه.....406
10.4- شکل: د ستنو د ویجاړیدنې نهایي شرایطو نسبتي اوږدیدنه.....407
11.4- شکل: د مقاومت د کمیدونکي ضریب (ϕ)او په فولادو کې 409
12.4- شکل: د پلاستیکي مرکزیت.....410
13.4-شکل: د کږیدنې مومنټ او محوري فشار لاندې واقع شویو ستنو تحلیل.....411
14.4- شکل: د مستطیلي مقطع او دایروي ستنې، چې د سیخانو څو لایي په کې 417
15.4- شکل: د ستنې د دایروي مقطع په رابطې مستطیلي مقطع اړونه.....418
16.4- شکل: د ستنې انټراکشن.....419
17.4- شکل: د ستنې د انټراکشن 428
18.4- شکل: د ستنې د انټراکشن 428
19.4- شکل: د ستنو دوه محوري کږیدنه 430
20.4- شکل: د محوري فشاري او کږیدنې یا انحنایي مومنټ لاندې د پایو 433
21.4- شکل: په ستنو د اوږدوالی او بېلابېل ډوله اتکاګانو اغیزه.....434
22.4- شکل: د ټیپیکي مستطیلي ستنې د اوږدوالي د لمش محورونه 436
23.4- شکل: د بې له تکیه ستنې د اوږدوالي په قیمت د افقي 437
24.4- شکل: د فعال اوږدوالي ضریب په قیمت په اړخ 438
25.4- شکل: په ستنې د چوکاټ د جوړښت اغیزه 439

26.4- شکل: دغیرمتحرک چوکاټ تنظیموونکی ګراف.....442
27.4- شکل: دمتحرک چوکاټ تنظیموونکی ګراف.....443
28.4- شکل: د ګاډرونو او ستنود (A) نښلېدنه.....446
29.4- شکل: د درې پوړیزه ودانۍ دچوکاټ لپاره د (27.4) رابطې.....449
30.4- شکل: په غیرمتحرک چوکاټ ستنه کې یولورېزه او دوه.....450
31.4- شکل: په ستنو کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنه.....465
32.4- شکل: د ستنې د پیوندي سیخانو تنظیمول.....466
33.4- شکل: د ستنې د پیوندي سیخانو ځای په ځای کېدنه.....466
1.5- شکل: (a) د دیوال لاندې یا پرله پسې تهداب ،(b) د ستنې لاندې ځان.....477
2.5- شکل: مرکب تهداب.(a) دملکیت لېکې ته نژدې پایه (b) دوو ستنو.....478
3.5- شکل: (a) فرشي او (b) میخی تهداب.....478
4.5- شکل: بار شوي تهداب.....480
5.5- شکل: په تهدابونو باندې د خاورې فشار.....481
6.5- شکل: په تهدابونو باندې د خاورې فشار.....482
7.5- شکل: په تهدابونو باندې د خاورې فشار.....483
8.5- شکل: په تهدابونو باندې د خاورې فشار.....484
9.5- شکل: د (A_1) او (A_2) مساحتونو پیداکول.....487
10.5- شکل: په دیوالونواوتهدابونو کې د فولادي سیخانود ځای په ځای.....489
11.5- شکل: په دیوالونواوتهدابونو کې د فولادي سیخانود ځای په ځای.....489
12.5- شکل: په تهدابونو کې دوه لوریزه عرضاني قوه.....494
13.5- شکل: په تهدابونو کې دوه لوریزه عرضاني قوه.....494
14.5- شکل: په تهدابونو کې یو لوریزه عرضاني.....498
15. 5- شکل: په تهدابونو کې یو لوریزه عرضاني قوې.....498
16.5- شکل: په تهدابونو کې د کوالي مومنټ بحراني مقطع.....499

17.5- شکل: په تهدابونو کې د کوږو الي مومنټ بحراني مقطع.....500
18.5- شکل: په مستطیلي تهدابونو کې د مومنټ د سیخانو وېشنه.....502
19.5- شکل: د پایې لاندې تهداب د زغم یا برداشت مقاومت لپاره.....504
20.5- شکل: د ستنې لاندې تهداب کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنې ښودنه.....505
21.5- شکل: د غیر مرکزي بارشوی تهداب.....512
22.5- شکل: په غیر مرکزي بارشوي کانکرېټي تهداب کې یو لوریزه.....514
23.5- شکل: په غیر مرکزي بارشوي تهداب کې د کږېدنې مومنټ تحلیل.....515
24.5- شکل: له دوو پایو لاندې مرکب تهداب.....524
25.5- شکل: فیته یي تهداب.....537
26.5- شکل: په یوه فیته یي تهداب کې، دیوې اړخ اویوې منځنۍ.....540
27.5- شکل: فرشي تهداب.....546
28.5- شکل: د ستنو دبارلاندې د انعطاف منونکي او تقریبي فرشي.....556
29.5- شکل: دمیخي تهداب له پاسه د پایې لاندې ټیپیک یوګونی تهداب.....559
30.5- شکل: د دوو مجاورومیخونو لپاره په اصلاحي ډول.....561
31.5- شکل: د مخکنۍ تیار شویو کانکرېټو دولاړې ستنې.....565
1.6- شکل: د دیوالونو ډولونه.....577
2.6- شکل: د دیوال د تجربوي محاسبوي طریقې شرایط.....581
3.6- شکل: په ریشنل محاسبوي طرېقې د دیوال شرایط.....585
4.6- شکل: د (UBC) په طریقه کې د ثقلي متمرکزونو.....593
5.6- شکل: د (UBC) په طریقې پربنسټ د ثقلي متمرکزونو او جانبي.....595
6.6- شکل: د جانبي بارونو په وړاندې د پرېکېدونکو دیوالونو او.....604
7.6- شکل: د کږېدنې په وړاندې پرېکېدونکی دیوال.....610
8.6- شکل: په پرېکېدونکي دیوال کې د مرزي اجزاو نمونې.....616
9.6- شکل: په مرزي اجزاو کې د طولي سیخانو د محاسبې لپاره فشاري.....619

10.6- شکل: پربکښدونکي ګاونډي ديوالونه.....626
11.6- شکل: په پيوندي ګاډرونو کې د قطري فولادي سيخانو د قيچي ډوله.....630
12.6- شکل: استنادي ديوالونه.....632
13.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال عرضاني مقطع.....633
14.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال عرضاني مقطع.....634
15.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال له پاسه د خاورې قوې.....635
16.6- شکل: د رينکين تيورۍ پر بنسټ د خاورې فعال او غيرفعال فشار.....636
17.6- شکل: د کولومب تيورۍ پر بنسټ د خاورې فعال او غيرفعال فشار.....637
18.6- شکل: استنادي ديوال ته ځانګړې پاملرنه.....639
19.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال لپاره د خاورې انجنيري د تخريب حالتونه....640
20.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال لپاره د قوو ساده شوي دياګرام.....640
21.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال له پاسه غير مرکزي بار.....642
22.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال د تنې له پاسه عاملي قوې.....644
23.6- شکل: کانټيليور استنادي ديوال د تنې له پاسه دعاملي خاورې د زغم فشار....646
24.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال د کيلي له پاسه د خاورې فشار.....649

د جدولونو لیکلړ

جدولونه مخ

1.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنۍ ضلعې (x) د نسبت له مخې 12

2.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنۍ ضلعې (x) د نسبت له مخې 16

1.2- جدول: بې له د اخلي ګاډرونو پوښښ تختو اصغري ضخامت 101

2.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د منفي انحنایې 106

3.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د مثبت انحنایې 107

4.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د مثبت انحنایې 108

5.2- جدول: د پوښښ په تخته کې او د هغه بار چې په اتکاګانو 109

6.2- جدول: په بیروني وایې کې ، د مجموعي ضریبي شوي مومنټ 126

7.2- جدول: د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې 131

8.2- جدول: بې له ډراپه پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ - وښنې 176

9.2- جدول: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ 177

10.2- جدول: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ 178

11.2- جدول: د پایې لپاره د سختۍ او بارورلو یا زغمونکي بار 187

12.2- جدول: د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو د انحنایې سختۍ لپاره د (α) 214

3.1 - جدول: دبار د مودې ضریب (ξ) 352

2.3 - جدول: اعظمي مجازي پیداشوې کړوپېدنې 356

3.3 - جدول: دلوڅېدنې دبېلابېلو شرایطو لپاره د درزونو 368

1.4- جدول: د (ACI)کود په ستنوکې د طولاني فولادي سیخانو اصغري 386

2.4- جدول: د ګڼډمکونود قطر د طولاني سیخانو د قطر اړیکې 386

1.5- جدول دخاورو دزغم اعظمي مجازي فشار 480

ســـــــريـــــزه

له لوی او مهربان خدای (ج) ډېر شکر ادا کوم ،چې ماته يې دا فرصت برابر کړ ، تر څو د اوسپنيزوکانکرېټو د تدريس لـپاره د اوسپنيزکانکـرېټي عنـاصـر دويمه بـرخه درسي کتاب تاليف کړم . د دې کتاب په ليکنه کې کوښښ شوې دي ، چې يوازې د محاسبو کړنو په ښوولو بسنه ونه شي، بلکې هڅه شوې ،چې د هرې برخې مفاهيم په ژوره توګه ، خو په ډېره ساده او يوه مناسبه ډول توضيح اوتشريح شي . له دې امله په دې درسي کتاب کې ډېری تشريح شوي مطالب او مفاهيم دمحصلانود زده کړو د بشپړېدنې او د ښه درک لپاره هم ډېر ګټور دي . د درسي کتاب دکيفيت د لاښه کولو لپاره زيار شوی دی چې ټول شکلونه او فورمولونه په ډېر دقت سره په متن کې په ښه ډول ځای پر ځای شي .

د درسي کتاب په برابرولو کې د لوړو ، معتبرواو نويو ماخذونوڅخه ګټه اخيستل شوې ده چې د (2014) زکال د (ACI Code) پر مبنا تاليف شوی دی .

د دې درسي کتاب د هرفصل په پای کې لنډيز او د محصلينوله خوا د ځوابولو او حلولو لپاره د پوښتنو مجموعه په پام کې نيول شوې ده . دا مجموعه د هماغه فصل داړونده تشريح شوو موضوعګانو پورې تړلي له يو لړ پوښتنو څخه ترکيب مومي ، چې زما په اند د محصلينو په مسلکي زده کړو به مثبته اغېزه وکړي .

د اوسپنيزکانکرېټي عناصردويمه برخه درسي دانجنيري پوهنځي د سيول څانګې دځلورم ټولګي د لومړي (اووم) سمستر د مفرداتو سره سم په شپږو فصلونه کې برابر شوی دي ،چې لومړنې فصل يې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنيزوکانکرېټي عناصرو تحليل اومحاسبې ته ځانګړی شوی دی . په دويم فصل کې يې ددوه لوريزه پوښښ تختو محاسبه او تحليل په ښلابښلو طريقو په بشپړه توګه تشريح شوی دی . په دريم فصل کې د اوسپنيزو کانکرېټي ګاډرونو ګټې اخيستنې وړتيا تشريح شوي دي . په دې فصل کې دکرېدونکو اوسپنيزوکانکرېټي اجزاو دګټې اخېستنې پرمهال د تحليل او محاسبې شرايط چې په ننني وخت کې يې انجنيران او متخصصين کاروي په ښه توګه توضيح شوي دي . په څلورم

فصل کې په ببلابېلو شرایطو کې د اوسپنیزو کانکرېټو ستنو(پایو) محاسبه ، تحلیل او ارزونه تشریح شوې ده . په پنځم فصل کې د ببلابېل ډوله اوسپنیزوکانکرېټي تهدابونو محاسبه ، ارزونه او سیخبندي په ډېره ساده اسانه طریقه تشریح شوې ده . په شپږم فصل کې اوسپنیزوکانکرېټي دیوالونو تر سرلیک لاندې بار نه وړونکي، باروړونکي، پرېکېدونکي او استنادي کانټیلیور دیوالونه په بشپړه توګه دببلابېلو طریقو په مرسته تشریح اوتوضیح شوي دي .

داوسپنیزکانکرېټي عناصر دویمه برخه درسي کتاب په لیکنه کې ټولې محاسبې او تحلیل د بار اومقاومت محاسبوي طریقې (LRFD) او د (ACI318-14) کود پر بنسټ ترسره شوي دي .

هیله من یم چې دا درسي کتاب د سیول انجنیري څانګې محصلینو، ساختماني انجنیرانو ، متخصصینواو درنواستادانو لپاره یوه مناسبه او وړ درسي مجموعه وي چې دوی وکړای شي ، د دې پر بنسټ د ګران هېواد افغانستان په جوړونه او بیا رغونه کې ترې اغېزمنه ګټه واخلي .

لومړی فـصل

د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنيزوکانکرېټي عناصرو تحليل اومحاسبه

(Analysis and Design of Reinforced Concrete structure against Torsion)

1.1- پيلـــېزه

په اوسپنيزوکانکرېټي ساختمانونو کې څرخېدنه د هغې د اجزاو ديوځای کېدنې او نښلېدنې له امله رامنځته کېږي . له همدې امله پخوا دې مسئلې ته طرحه کوونکو لږه پاملرنه کوله او څرخېدنه د يوې دويمې مسئلې په توګه ګڼل کېدله ، چې په محاسبو کې يې يوازې د ډاډمنتيا په ضريب بسنه کوله . په دې وروستيو کلونو کې په ساختمانونو کې د اغېزمنتيا له امله څرخېدنې او د هغې محاسبې ته د دوو لاملونو له کبله ځانګړې پاملرنه کېږي : لومړی داچې د محاسبو اوسنۍ طريقې د پخوانيو طريقو په پرتله د بارونو او د ساختمانونو د کړنې په هکله د واقعي کتنې پر بنسټ ولاړې دي ، چې په پايله کې يې په محاسبو کې د ډاډمنتيا کوچني ضريبونه په پام کې نيول کېږي او دويم داچې په ننې وخت کې د هغو ساختمانونو شمېر او ډولونه مخ پر ډېرېدنې دي چې په هغې کې څرخېدنه بنسټېزه اغېزه لري .

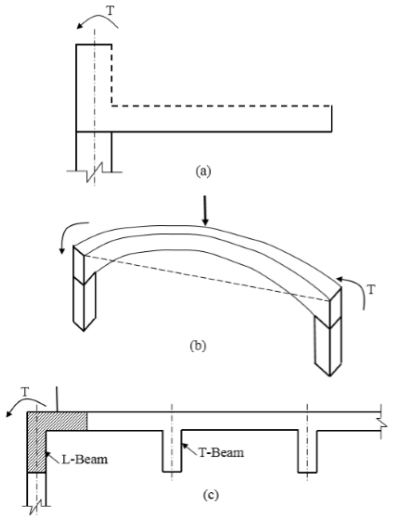
د څرخېدنې په وړاندې داوسپنيزوکانکرېټي ساختمانونو د محاسبوپه اړه له دې څو کلونو را په دې خوا څېړنې پيل شوی وی ، چې په پايله کې يې اوس دا محاسبې په

کودونو اوسټندردونو کې ځای په ځای شوی چې د هغې په رڼا کې د ټولو ساختمانو لپاره د څرخېدنې په وړاندې تحلیل او محاسبې تر سره کېږي .

2.1- د څرخېدنې پېـژندنـه (Introduction of Torsion)

څـــرخـــــېدنه هغه مومنټ دی چې دګادر طولاني محورته د څرخېدنې لامل کېږی او په هغه کانکرېټي ودانیو کې رامنځته کـــېږي چې بار یې دطـــولاني محور څخه لیرې عمل وکړي (1 :74) .

اوسپنیزکانکرېټي اجزاوې او یا هم اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونه کېدای شي چې د څرخېدنې لاندې واقع شي . په اوسپنیزوکانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه د عرضاني تشنجاتو په شکل راپیداکېږي ، چې د طولاني محور سره د (45º) درجو په زاویه د درزونو د رامنځته کېدنې لامل کېږي. که دا درزونه د مناسبوفولادي سیخانود ځای په ځای کېدنې په واسطه محدود نه شي ، نو د عنصر مقطع به ډېر ژر د ماتېدنې سره مخ شي. دڅـرخـېدنې په وړاندې دکانکـرېټي عنصر د مقاومت د مناسبو فـولادي سیخانو لپاره ګـژدمکونه چې د طـولانې فـولادي سیخانـو سره تـړل شوې وي ، په پام کې نیول کېږي (118:12) . د څـرخېدنې بېلګې په لاندېنې (1.1- شکل) کې ښودل شوې دي.



1.1- شکل: (a) - د چتر ګاډر ، (b) - کمان او (c) - L - ګاډر دی. په کانکرېټي عنصر کې د معادلې څرخېدنې د پیداکېدنې بېلګې (148:16) .

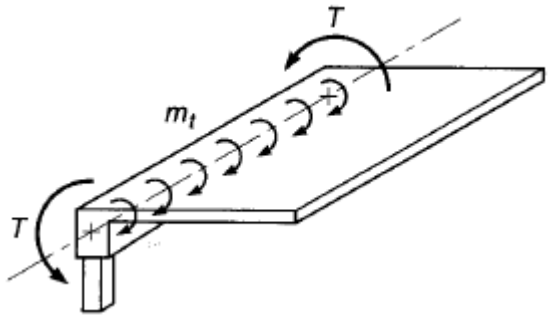
په اوسپنيزکانکريټي عنصر کې څرخېدنه په لاندينيوډوو حالتونو کې رامنځته شي :

الف - معادله څرخېدنه (Equilibrium Torsion)

په يوه ټاکلي ستاتيکي عنصر کې ، د خارجي بارونو لاندې اړونده داخلي قوي او تشنجات يوازې د تعادل دمعادلو پر بنسټ ټاکل کېږي ، خو د اجزاوو ابعاد او سختي د هغې دداخلي قوو په مقدار کې کوم رول نه لري . د يوه ټاکلي او يا نا ټاکلي ساختمان په يوه برخه کې چې کله بارد عنصر له محور څخه بيرون وي ، نو د طولاني محور ګردچاپيره د څرخېدنې مومنټ رامنځته او اندازه يې د تعادل د معادلو له مخې ټاکل کېږي ،بيانودا څرخېدنه د معادلې څرخېدنې په نوم يادېږي (347:9).

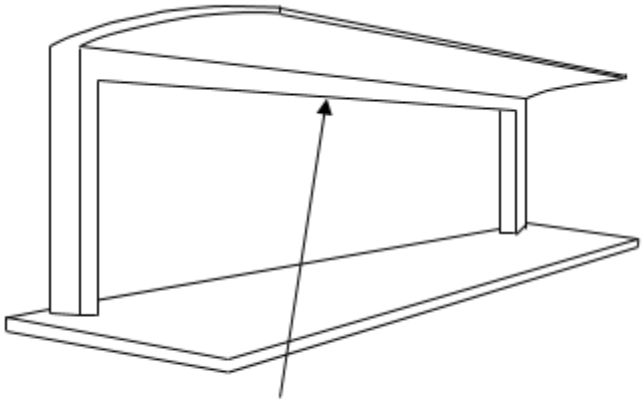
د معادلې (ټاکلې ستاتيکي) څرخېدنې د رامنځته کېدنې پرمهال د ساختمان په نورو اجزاوو کې د څرخېدنې تشنجات بيا نه وېشل کېږي، نو له دې امله اړونده عنصر بايد د ټولې څرخېدنې پر وړاندې محاسبه او ډيزاين شي . هغه څرخېدنه چې اندازه يې دستاتيکي معادلو په واسطه ټاکل کېدای شي د معادلې څرخېدنې يا د ټاکلې ستاتيکي څرخېدنې(Equilibrium Torsion or Statically Determinate Torsion) په نوم يادېږي .

لومړنۍ (معادله يا ستاتيکي) څرخېدنه هغه مهال را منځته کېږي چې عامل بار بې له څرخېدنې له اتکاء څخه د بار وړنې بله چاره ونه لري او هرو مرو په څرخېدنې باندې بايد تکيه شي . نو په داسې حالت کې اړينه ده چې دځرخېدنې ستاتيکي معادله په پام کې ونيول شي اوممکن يو شانته يا معادله پيداشي . د بېلګې په توګه کله چې په لاندنې (2.1- شکل) کې د ښودل شوي کانټيليور پوښښ تختې له پاسه بار عمل وکړي، نو له امله يې داتکايې ګاډر په اوږدو کې د تاوښت مومنټونه (Twisting moments) يا (m_t) رامنځته کېږي . چې په پايه کې يې موازنه د رامنځته کېدونکې څرخېدنې په وړاندې مقاوم مومنټ (T) په واسطه برابرېږي اودځرخېدنې پروړاندې له مقاوم مومنټ پرته عنصرله ويجاړېدنې سره مخ کېږي (241:15) .



2.1- شکل: په کانټیلیور پوښښ تختې کې لومړنۍ یا معادله څرخېدنه (15 :242).

د (ACI) کود د لارښوونې له مخې لکه په لاندې ډول (3.1- شکل) کې کله چې لومړنې (معادل یا ستاتیکي) څرخېدنې مومنټ رامنځته شي ، نو هلته یوازې یو ځل د بارونو وېشنه ترسره کېږي ،چې له امله یې د محاسبوي څرخېدنې مومنټ نه کمېږي (221:14).



محاسبوي څرخېدنې باید کمه نه شي ،
ځکه چې د مومنټ بیاوېشنه ناممکنه ده.

3.1- شکل : معادله څرخېدنه (373:6) .

ب - متناسبه یا اندولیزه څرخېدنه (Compatibility Torsion)

په ناټاکلو ساختماني اجزاووکې څرخېدنه دمتناسبې یا اندولېزه څرخېدنې په نوم یادېږي (103:3) .

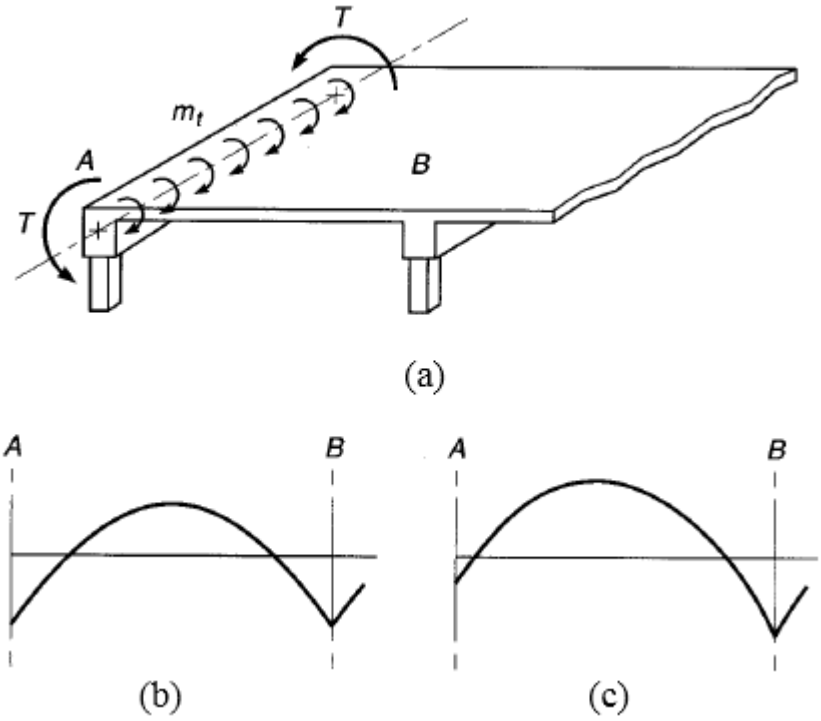
د ټاکلې بارېدنې د شرایطو لاندې د یوه ناټاکلي عنصر یا ساختمان د قوواو د داخلي تشنجاتو وېشنه د ببلابېلو طرېقو له مخې ترسره کېږي او هغه ټولې کېدای شي چې د

تعادل په حالت کې وي ،یا په بله وینا په یوه ناټاکلي ساختمان کې د بار د وېشنې بېلابېلې لارې شته، چې دساختمان د بېلابېلو عناصرو یااجزاووارېونده نسبي سختي ، یوازې په یوه کې واقع شي ، نو له دې امله یوازې دیوه عنصر یاجز دسختۍ د بدلون له مخې ممکنه ده ، چې د تشنجاتو وېشنه په ټول ساختمان د تشنجاتو اغېزه بدلون ومومي . د یوه ناټاکلي ساختمان په یوه عنصر یا جز کې چې څرخېدنه د متناسبه معادلو د رضایت سره سمه تر سره شي د هماغه عنصر (جز) نسبي سختي ، په مجاورو عناصروکې دارېونده څرخېدنې پر توپیراغېزه کوي، چې دې ته متناسبه څرخېدنه ویل کېږي . یا هم هغه څرخېدنه چې د مقدار د ټاکنې لپاره یې دشکل بدلون (تغیرشکل) ته یې متناسبې (سازګار) معادلې اړینې وي ، متناسبه څرخېدنه (Compatibility Torsion) یا ناټاکلې ستاتیکي څرخېدنه (Statically Indeterminate Torsion) ورته ویل کېږي (350:9).

ددویمي (متناسبې یا نا ټاکلې ستاتیکي) څرخېدنې په رامنځته کېدنې سره د څرخېدنې مومنټ نه شوکولی چې یوازې د معادل ستاتیک پربنسټ یې پیداکړو، دا ځکه چې د دویمي څرخېدنې په پام کې نیولو پرته ،محاسبه په عنصر کې ډېرې ځلې د درز کېدنې لامل کېږي ، خو په عمومي توګه د عنصر د ویجاړېدنې یا تخریبېدنې نه لامل کېږي. معمولاً د قوو داخلي بیاتنظیمول ممکن دي ، تر څو دمعادلو قوو عوض ،د بېلګې په توګه په لاندېني (4a.1- شکل) کې اړینه ده چې د اړخ یا څنډې ګاډر لپاره ، چې یوریخت کانکرېټ شوي پوښښ تخته پرې تکیه شوې ده دویمي څرخېدنه پیداکړو . که د اړخ یا څنډې ګاډر د څرخېدنې له مخې سخت او مناسبه سیخبندي اویا هم که دپایو یا ستنو په واسطه اړینه مقاومه څرخېدنه (T) برابره شوی وي ، نو د پوښښ دتختې مومنټونه به د بیروني اتکاء لپاره په تخميني توګه لکه د (4b.1- شکل) په څېرسخته وي . سره د دې که څه هم ګاډر د څرخېدنې لږه سختي ولري او د قناعت وړ سیخبندي شوی نه وي، نو درزونه نه رامنځته کېږي . د دې لپاره چې د څرخېدنې ډېره اندازه سختي راکمه کړو ، نو د پوښښ تختې مومنټونه په تخميني توګه په څنډو کې د لاندېني (4c.1- شکل)

په څېرمفصلي نيول کېږي ، که د پوښښ داسې محاسبه وشي چې په دياګرام کې دمتبادل مومنټ په وړاندې مقاومت وکړی ، نو ويجاړېدنه يا تخريب نه پېښېږي (232:14) .

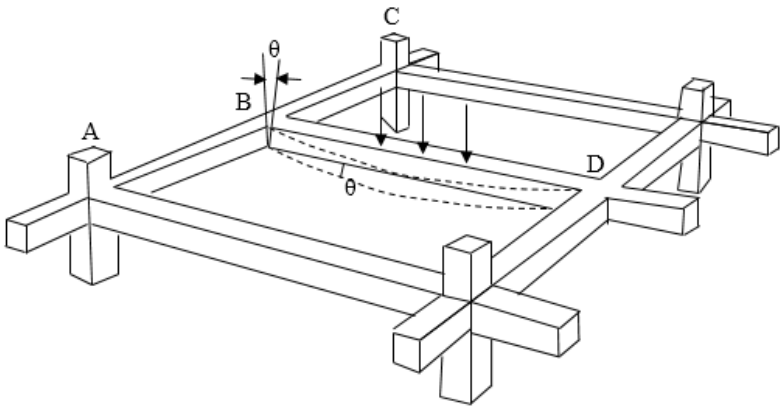
د دې لپاره چې د څرخېدنې په وړاندې دقيقه محاسبه تر سره شي ډېره اړينه ده چې په اړونده محاسبه کې د عناصرو د موقيعيت او حالت له مخې د لومړۍ (معادلې) او دويمې (متناسبې) څرخېدنې تر منځ توپير وشي. په ډېرى حالتونو کې په يوه اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې دڅرخېدنې مومنټ د همدې ډول څرخېدنې له املە رامنځته کېږي (15 : 242 ,241) .



4.1- شکل: (a) د ګاډر په څنډه کې دويمه يا متناسبه څرخېدنه. (b) په څنډو کې په تخميني ډول دپوښښ تختې د سختې اتکاء مومنټونه. (c) په څنډو کې په تخميني ډول دپوښښ تختې د مفصلي اتکاء مومنټونه(15 :242) .

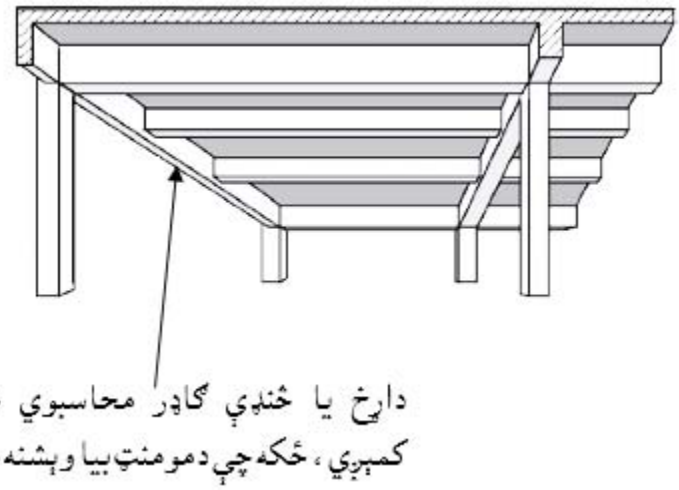
د (5.1- شکل) د(ABC) په محيطي (اړخيز يا څنډې) ګاډر کې متناسبې څرخېدنې نمونه ښودل شوې ده ، چې د (BD) د ګاډر په (B) انجام کې د(θ) څرخېدنه رامنځته کېږي. او دا چې د (BD) او (ABC) ګاډرونه د (B) په انجام کې يو له بله سره په يوه

ټوټه ډوله شکل نښتي دي ، نو داځرخېدنه د (ABC) ګادر د طـولاني محـورګردچـاپيره د څـرخېدنې لامـل کېږي . نـو دلـته د دې دواړو عناصرو يا اجزاوو د درزکـېدنې يا د فولادي سيخانو تسليمېدنې ته د ر سېدنې لـه املـه د نسبي سختي بدلون ، کېدای شي د تشنجاتو د بياوېشنې او څرخېدنې دمومنټ دکمېدنې لامل شي(373,374:5).



5.1- شکل : په يوه کانکـرېټي عنصر يا جـز کې د نښلـېدنې لـه املـه دمتناسبه څـرخېدنې د رامنځته کېدنې نمونه (5 :373) .

د (ACI) کود د لارښوونې له مخې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه کې د اړخ يا د څنډې ګاډرونو لکه د لاندې (6.1- شکل) په څېر د محاسبوي څرخېدنې اندازه کمېږي ، دا ځکه چې په هغې کې د مومنټ بيا وېشنه ممکنه ده .



6.1- شکل: متناسبه څرخېدنه (6 :374) .

دځرخېدنې د درز کېدنې په پيل کې ځرخېدونکي اوسپنيزکانکرېټي عنصرنسبتاً ډېره ځرخېدنه زغمي . سره له دې هم چې په عناصرو او اجزاوو کې د ځرخېدنې منځني فولاد ، له درز کېدنې وروسته د ځرخېدنې په وړاندې سختي ،له درزکېدنې څخه مخکې د ځرخېدنې په وړاندې سختی کې يوازې کوچنۍ ماتېدنه ده . چې دا پېښه له درزکېدنې وروسته د قوواو مومنټ د بيا وېشنې لامل کېږي . نو له دې امله په ډېری عملي مسئلو کې په يو اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې د ځرخېدنې اعظمي مومنټ د متناسبه ځـرخـېدنې (Compatibility Torsion) په حالت کې د عنصرد درز کېدنې دځرخېدنې سره په متناظرمقدار واقع کېږي . لـه دې څخه ځرګندېږي چې په ببلابېلواوسپنيزوکانکرېټي ساختمانونو کې ځرخېدنه يوه جدي ستونزه ده ، ځکه چې له يوې خوا معادله ځرخېدنه ډېره لږه پېښېږي او له بلې خوا متناسبه ځرخېدنه د درز کېدنې په ځرخېدنې محدودېږي . سره له دې چې د درزکېدنې ځرخېدنې مقدار ډېر لږ وي خو په ډېر دقت سره ورته له وړاندې کتنه او تابيا اړينه بربېنې(5:374-371) .

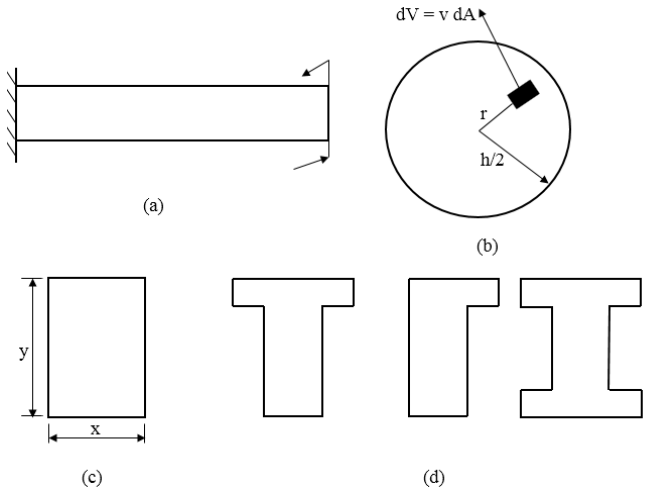
سره له دې چې اوسنې تخنيک په نا ټاکلي ستاتيکي او هم د ټاکلي ستاتيکي شرايطو کې د ځرخېدنې مومنټونه د واقعي ارزونې لپاره د تحليل اجازه ورکوي ، خو محاسبه کوونکي انجنيران ډېری وختونه کله چې د ځرخېدنې تشنجات لږ او متبادل معادل حالت ممکن وي ، نوددويمي ځرخېدنې اغېزه په پام کې نه نيسي . د (ACI) کود او د محاسبې نورو ډېرو مشخصاتو دا تجويز کړي دي(15 :242) .

3.1- په متجانسو مقطعو کې د ځرخېدنې تشنجات

(Torsion Stress in Homogenous Sections)

په لاندې ښکل (7.1- شکل) کې د يوه عنصر ببلابېلې مقطع ښودل شوې دي، چې په هغې باندې د ځرخېدنې مومنټ عمل کوي او د ځرخېدنې د دې مومنټ له امله په مقطع کې د هندسي شکل له مخې عرضاني قوي (V) په لاندې ډول د هغې مقطع پر مخ رامنځته کېږي:

الف - په دايروي مقطعو کې څرخېدنه (Torsion in Circular Sections) : په هغو عناصرو کې چې مقطع يې دايروي او د مقطع مخ د عنصر پر محور عمود واقع وي ، نو څرخېدنه يې هم د مقطع پر مخ واقع کېږي . په پايله کې عرضاني قوي (V) د مقطع په هره نقطه کې له هغې نقطې څخه د دايرې تر مرکز پورې فاصلې سره متناسبه وي . که (h) د دايروي مقطع قطر وي (7b.1-شکل) او (v_t) د دايروي مقطع پر محيط د څرخېدنې اعظمي تشنجات وي ، نو وبه لرو چې :



7.1- شکل: (a) – کانټيلـيور ګاډر، (b) - دای ـروي مقطع،(c)- مستطيلي مقطع T او (d) - ، L او I- ډوله مقطع دي (2 :370) .

$$T = \int rvdA = \int r\left(\frac{2V_t}{h}r\right)dA = \frac{2V_t}{h}\int r^2dA = \frac{2C}{h}v_t \quad \text{..... (1.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (c) د مقطع قطبي انرشيايي مومنټ دی .

$$C = \int r^2dA = \int_0^{\frac{h}{2}} r^2 2\pi r dr = \frac{\pi h^4}{32} \quad \text{..... (2.1)}$$

په پايله کې اعظمي عرضاني تشنجات (v_t) مساوي کېږي په (371:2) :

$$V_t = \frac{Th}{2C} = \frac{16T}{\pi h^3} \quad \text{..... (3.1)}$$

ب - مستطيلي مقطع (Rectangular Sections) : د (x) او (y) ابعادو لرونکي مستطيلي مقطع کې د څرخېدنې عرضاني تشجات د دايروي مقطع په څېر په اسانۍ سره نه پيداکېږي . د دايروي مقطع پر خلاف په مستطيلي مقطع کې د څرخېدنې له امله کاږه

وارپه (warping) ډوله عرضاني تشجات رامنځته کېږي او دمقطع سطحه د ګاډر پر محور له څرخېدنې څخه وروسته عمود نه پاتې کېږي . که مقطع د ګاډر پر محور عمود پاتې شي ، نو عرضاني تشنجات د مستطیل له مرکزه لېرې فاصله کې رامنځته کېږي، خو په حقیقت کې دارنګه نه وي . د مستطیلي مقطع د څرخېدنې مسئله په لومړي ځل دسنت وینانت (Saint Venant) ریاضي پوه په واسطه تحلیل شوه ، چې په پایله کې اعظمي عرضاني تشنجات (v_t) د مستطیل د لوي ضلعې په څنډه کې رامنځته کېږي ، او اندازه يې مساوي کېږي په :

$$V_t = \frac{T}{\alpha x^2 y} \quad \ldots\ldots\ldots\

حالت کې پاتې وي او د دایري بیروني جدار د پلاستیکیت په حالت کې قرار ولري ،نو په دې حالت کې تشنجات د (7b.1- شکل) په څېر د دایرې په مرکزي هسته کې خطي او په بیروني جدار کې په ثابت مقدار وېشل کېږي . په داسې حالت کې دایروي مقطع بشپړه د پلاستیکیت په حالت کې واقع شوی وی چې (b = 0) وي ، نو غیر خطي (پلاستیکي) عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$\tau_p = \frac{3T_p}{4J} \quad \ldots\ldots\ldots\

ماتیدونکي مومنټ له اغېزې لاندې د پلاستکیت عرضاني تشنجات (τ_p) يې مساوي کېږي په :

$$\tau_{max} = \frac{T_p}{\alpha_p x^2 y} \quad \ldots\ldots\ldots\

ج- په T، L او I- ډوله مقطعو کې څرخېدنه (Torsion in T, L and T- Shapes Sections) :

د (5d.1-شکل) سره سم مقطعو کې د څرخېدنې عرضاني تشنجاتو د پیداکولو لپاره لومړی مقطع په مستطیلونو چې لویه ضلعه یې (y) اوکوچنۍ ضلعه یې (x) وي وېشل کېږي . هغه عرضاني تشنجات (v_t) چې دمستطیل د لوی ضلعې په منځ کې رامنځته کېږي، چې لوی ضخامت یې (x_m) وي اوپه لاندې ډول پیداکېږي :

$$V_t = \frac{Tx_m}{\sum \frac{1}{3}x^3 y(1-0.63\frac{x}{y})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.1)$$

په پورتنې فورمول کې (x) او (y) په ترتیب سره د مستطیل د مقطع کوچنۍ او لوی ضلعې دي او (x_m) د مستطیل د مقطع لوی یا اعظمي ضخامت دی . دا چې په کانکرېټي ګاډرونو کې د طاقچې له ضخامت څخه د تنې ضخامت لوی وي ، نو له همدې کبله د تنې ضخامت په پام کې نیول کېږي(243:14) .

د - په منځ خالی مقطعوکې څرخېدنه (Torsion in hollow sections) : په منځ خالی مقطعو کې د مقطع عرضاني مقاومت دهغې ثابتې عرضاني قوې (q) په وړاندې په پام کې نیول کېږي ، چې د منځ خالی مقطع په اوږدو کې عمل کوي . (q) د مقطع د مرکزي محور د اوږدو (طول) په واحدکې عرضاني قوه ده ، چې په لاندې ډول پیداکېږي :

$$T = 2A_o q = 2A_o \tau_t \Rightarrow q = \tau_t = \frac{T}{2A_o}$$

$$\tau = \frac{T}{2A_o t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7.1)$$

په پورتنې فورمول کې :

τ - عرضاني تشنجات دی ،چې د (t) ضخامت په عرض کې ثابت فرضېږي .

t- د منځ خالی مقطع د جدار یا دیوال ضخامت دی .

T- د مقطع د څرخېدنې مومنټ دی .

A_o- د منځ خالی مقطع د مرکزي محور په واسطه ټړل شوی یا محصور مساحت دی .

په متجـــانسه مقطع لرونکي څرخېدونکي عنصر د (L) په اوږدو کې د (T) څرخېدنې لانـــدې په دواړو انجـــامونو کې د څـــرخـــېدنې سخـــتي (Torsion stiffness) مساوي کېږي په:

$$K_t = \frac{T}{\theta} = \frac{GC}{L} \quad \ldots\ldots\ldots\

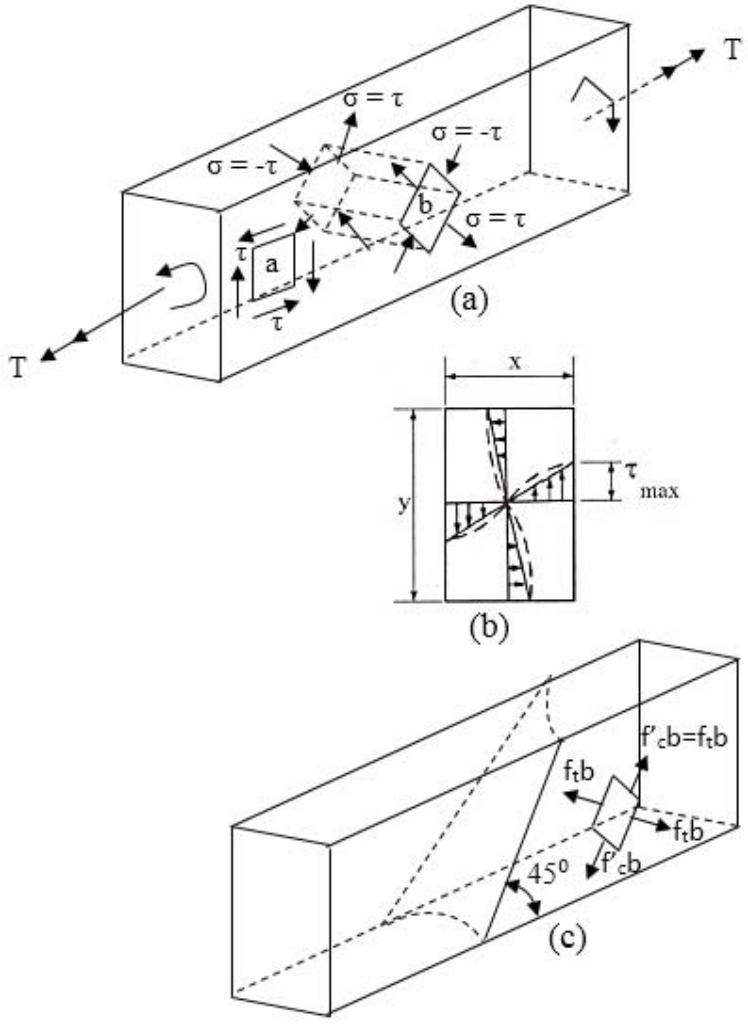
4.1- بې سيخه کانکرېټي اجزاووکې څرخېدنه

(Torsion in without steel bars Concrete Members)

په (9.1- شکل) کې مستطيلي مقطع لرونکی عنصر ښودل شوی دی ، چې په دواړو انجامونو کې يې د څرخېدنې مومنټ (T) د اغېزې لاندې واقع دی . په ورته (مشابه) مقطع کې د څرخېدنې عرضاني تشنجاتو وېشنه د (9b.1- شکل) په څېر وي ، چې د هغې اعظمي مقدار د لوي ضلعې په منځ کې د (1.1- رابطې) په ډول وي .

$$\tau_{max} = \frac{T}{\alpha x^2 y} \quad \ldots\ldots\ldots\

(د کششي تشنجاتو پر لوري عمود) . د ګاډر د کوچني عرض په اړخېزه يا جانبي سطحه (د 9c.1- شکل په پاسنيو او لاندېنيو سطحو)کې کششي درزونه په همدې توګه د (45º) درجو په زاويې د محور (خو پاس او لاندې په مخالفو لورو) سره واقع کېږي . په پاسنيو او لاندېنيو سطحو کې رامنځته شوي دوه درزونه د مقطع د ګردچاپيره اړخېز درز يوله بله سره نښلوي . د مقطع په څلورو اړخونو کې دغځېدلی درز له املە تاوراتاوماته شوی سطحه په بشپړه توګه څرګندېږي .



9.1- شکل : بې سيخه ګاډر کې د څرخېدنې له املە عرضاني تشنجات، (a)- دګاډر ګرد چاپيره څنډو کې عرضاني تشنجات، (b)- د عرضاني تشنجاتو وېشنه او (c)- د سطح ګردچاپېره ماتېدنه (2 :375) ،(226:4).

د درزد را منځته کوونکي څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د پیداکولو لپاره ډېرې طریقې شته، په مقطع (9b.1- شکل) کې د غیر خطي عرضاني تشنجاتو وېشنې او د هغې بهرنیو څنډو ته نژدې د تشنجاتو تمرکز ، د نري جـدار(Thin wall tube) او دفضای قیچي ته ورته(Space truss analogy) مقطـعي نظـریه اوس مهال ډېره د پاملرنې وړ ده ، چې د (10.1-شکل) سره سم فرضېږي ، چې د جدارپه ضخامت (t) کې یې عرضاني تشنجات ثابت دي او مقطع د نازکه یا نرۍ قوطۍ په ډول عمل کوي ، چې د هغې په جدار کې د(q) ثابته عرضاني قوه واقع وي . د قوطۍ ډوله مقطع ابعاد چې د منځني جدار ضخامت یې (t) وي کله چې (x_o) او (y_o) وي . دمقطع مرکزته د قوو د مومنټ تعادل په لاندې ډول لیکلی شو :

$$T = 2qx_o \frac{y_o}{2} + 2qy_o \frac{x_o}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

پورتنۍ رابطه په لاندې ډول ساده کېږي :

$$T = 2qx_oy_o \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

که ($A_o = x_oy_o$) شي نو :

$$T = 2qA_o \Rightarrow q = \frac{T}{2A_o}$$

داچې ($\tau = \frac{q}{t}$) کېږي ، نو :

$$\tau = \frac{q}{t} = \frac{T}{2A_o t}$$

که د (9a.1- شکل) سره سم عرضاني تشنجات د اصلي کششي تشنجاتو سره مساوي شي نو :

$$\tau = f_t = \sqrt{f'_c} \Rightarrow T_{cr} = \sqrt{f'_c}\,(2A_o t) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.1)$$

د منځ خالـي مستطیلي مقطعو لـپاره ضخـامت دعــرض (1/4) او (1/6) تـر منځ قبلېږي ، نــو که ضخامت د عرض (1/4) او د مقطع د عرض او ارتفاع نسبت (0.5) فرض شي ، نو ($A_o = \frac{3}{4} A_{cp}$) په لاس راځي ،چې دلته (A_{cp}) بشپړه مساحت دی . له دې امله د(t) ضخامت($\frac{3}{4} A_{cp}/P_{cp}$) په لاس راځي ، چې دلته (P_{cp}) د کانکرېټی مقطع بیرونی

محیط دی . په پایله کې درز رامنځته کوونکې مومنټ د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$T_{cr} = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A^2_{cp}}{P_{cp}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې :

T_{cr} - درز رامنځته کوونکې څرخېدنې مومنټ .

A_{cp}- د کانکرېټي مقطع بشپړ مساحت دی ($A_{cp} = xy$) .

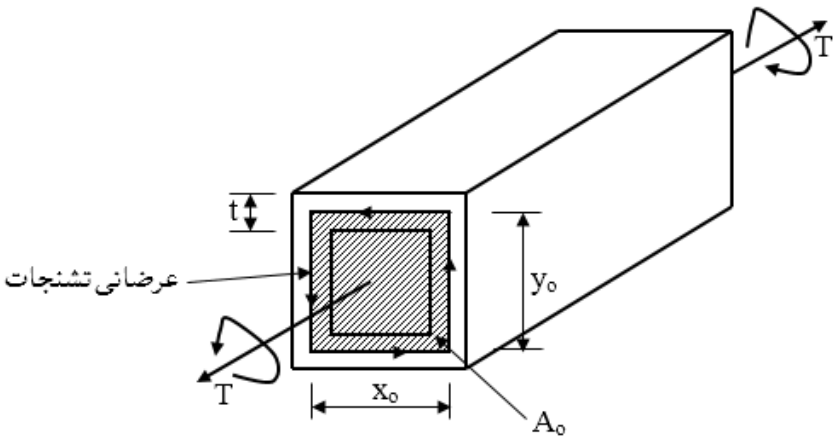
P_{cp}- د کانکرېټي مقطع بیروني محیط دی ($P_{cp} = 2(x + y)$.

ϕ -د مقاومت کموونکې ضریب دی .

f'_c - د کانکرېټو فشاري مقاومت دی .

λ - ضریب دی ، چې د کانکرېټو د نوعیت له مخې ټاکل کېږي ، د معمولي کانکرېټو لپاره (1.0) ، د سپکو شګو لرونکې کانکرېټو لپاره (0.85) او د نورو ټولو سپکوکانکرېټو لپاره (0.75) قبلېږي .

د منځ خالي مقطعو لپاره د (5.1- رابطې) کې د (A_g/A_{cp}) په نسبت کې کمښت رامنځته کېږي ، چې په هغې کې (A_g) دمقطع د خالصو (له سوریو پرته) کانکرېټو مساحت دی .



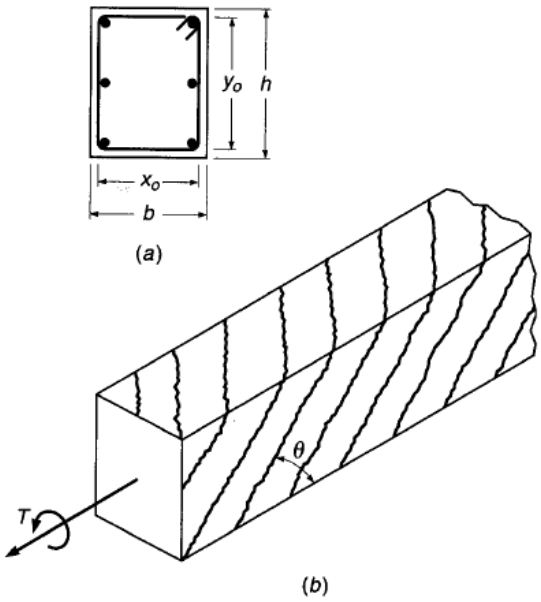
10.1- شکل: په بې سیخه منځ خالي مقطع لرونکې ګاډر کې د څرخېدنې عرضاني تشنجات (2 :377) .

5.1- په اوسپنيزو کانکرېټي اجزاووکې څرخېدنه

(Torsion in Reinforced Concrete Members)

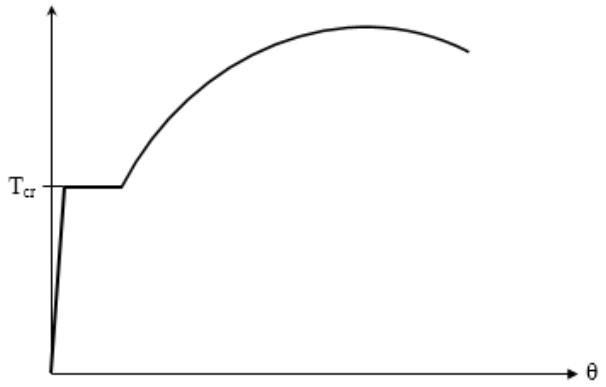
د څرخېدنې لاندې عنصر کې د څرخېدنې په وړاندې مقاومت لپاره دوه ډوله سيخان لومړی طولاني فعال سيخان او دويم عرضاني سيخان په پام کې نيول کېږي. تجربو ښودلې ده چې فعال طولاني سيخان په يوازېتوب سره د(5.1- رابطې) پر بنسټ د څرخېدنې په وړاندې په مقطع کې (15%) سلنه مقاومت لوړوي ،چې په هغې کې د مقاومت د ډېرېدنې بنسټيز لامل هماغه د طولاني سيخانو عمل دی ، نو له دې امله د طولاني سيخانو ډېرېدنه د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنيزکانکرېټي عنصر د مقاومت د لوړېدنې حل ښه لاره نه ده (111,112:12).

کله چې اوسپنيزکانکرېټي عنصر د (11a.1- شکل) په څېر د طولاني او عرضاني سيخانو په واسطه د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت لپاره سيخبندی شوی وي ، نو د څرخـــېدنې مومنټ د (T_{cr}) مقدار ته د رسيدنې پر مهال د فنر په شکل لومړنی درز د(11b.1- شکل) په څېر په عنصر کې رامنځته کېږي ، خو د سيخانو د شتون له امله په عنصر کې ماتېدنه نه رامنځـــته کـــېږي . په دې شېبه کې د درز دشتـــون او د کانکـــرېټو دانې يوله بله د جـــداء کېدنې له امله د څرخېدنې په وړاندې د کانکرېټو مقاومت د(T_{cr}) چې د (5.1- رابطې) په واسطه پيداکېږي ، مقدار نيمايې ته رسېږي او نور پ پاتې څرخېدنې مومنټ د سيخانو (د عرضاني سيخانو) په واسطه زغمل کېږي .



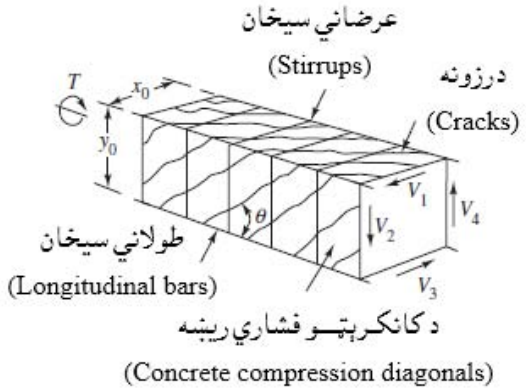
11.1- شکل: په ګاډرکې خیالي قیچي ډوله فاصلې (15 :246) .

د (12.1- شکل) د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزکانکرېټي عنصر کړنه ډېره ښه ښودل شوې ده . په دې منحني کې د (T_{cr}) څرخېدنې مومنټ له امله کانکرېټ نه دي درز شوی ، نو د (T) او (θ) تر منځ رابطه خطي ده، کله چې ($T = T_{cr}$) کېږي ، نو (θ) له (T) سره ثابته ډېرېدنه کوي ، تر هغه چې سیخان په کار ولویږي او د څرخېدنې مومنټ وزغمي ، له دې وروسته اضافي څرخېدنې مومنټ د سیخانو په وسطه زغمل کېږي . خو د څرخېدنې مومنټ د ډېرې زیاتېدنې له امله په عنصر کې دوه ډوله ماتېدنه رامنځته کېږي : لومړی داچې عنصر په ښه توګه محاسبه او طرحه شوی وي ، نو د شکل مننې ماتېدنه د سیخانو د تسلیمېدنې سره رامنځته کېږي ، دویم داچې د سیخانو د ډېرېدنې له امله فشاري تشنجات ډېرېږي اود کانکرېټو کوچنۍ کېدنه د ماتېدنې لامل کېږي (370-379:2) .



12.1- شکل: د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزکانکرېټي عنصر کړنې منحني (2 :379) .

له درزکېدنې وروسته ، د څرخېدنې په وړاندې د کانکرېټو له مقاومت څخه صرف نظر کېږي . د څرخېدنې درزونه هڅه کوي چې د عناصرو یا اجزاو (منځ خالي یا ډک) په ګردچاپېره د هماغه عنصر د طولاني څنډې سره نژدې (45º) درجې زاویه د فنر په څېر واقع شي . داسې فرضېږي چې دڅرخېدنې په وړاندې دکانکرېټي عنصر په بهرنۍ برخه کې د خیالي قیچي ډوله فاصلې شتون مقاومت کوي ، دا ډول قیچي په (13.1- شکل) کې ښودل شوې ده . د عنصر یا جز په کنج کې له طولاني فولادي سیخان او ترلي عرضاني سیخان په قیچي کې د څرخېدونکو عناصرو په څېر عمل کوي ، کله چې د عرضاني سیخانو ترمنځ د کانکرېټو ریښې د فشاري عناصرو په څېر عمل وکړي . نو په دې حالت کې کانکرېټ لا د فشاري تشنجاتو د اخېستنې وړتیا پیداکوي (475,476:10).



13.1- شکل: په ګاډرکې خیالي قیچي ډوله فاصلې (10 :476) .

د پورتنۍ (13.1- شکل) سره سم دځرخېدنې په وړاندې د مقطع مقاومت ، د عنصر په څلورو واړو اړخونودکې عرضاني قوو په وړاندې مقاومت دی ، د ببلګې په توګه د (V_4) اړخ عرضاني قوي په وړاندې مقاومت برخه د ځرخېدنې مقاومت مساوي کېږي په :

$$T_4 = \frac{V_4 x_o}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\

که ($x_o\ y_o = A_{oh}$) قبول شي ، نو :

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\

$$\Delta N_4 = V_4 \cot\theta = \frac{A_t f_{yt} y_o}{s} \cot^2\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13.1)$$

د ټولې مقطع لپاره کششي قوه د څلورو واړو اړخونو د کششي قوو له مجموعي څخه په لاندې ډول لاس ته راځي :

$$\Delta N_n = \sum_{i=1}^{4} \Delta N_i = \frac{A_t f_{yt}}{s} 2\,(xo + yo) \cot^2\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14.1)$$

که $P_h = 2\,(x_o + y_o)$ قبول شي نو لرو چې :

$$\Delta N = \frac{A_t f_{yt} P_h}{s} \cot^2\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې (P_h) د تړلي ګڼدمک محیط دی .

د پورتنۍ کششي قوي په وړاندې د مقاومت لپاره باید په څرخېدونکي عنصر کې طولاني سیخان ځای په ځای شي ، په پایله کې په لاس راځي چې :

$$A_\ell f_y = \frac{A_t f_{yt} P_h}{s} \cot^2\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16.1)$$

نو د طولاني سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې :

A_ℓ - د طولاني سیخانو مجموعي مساحت دی .

f_y- د طولاني سیخانو په تسلیمېدنه کې مقاومت دی .

f_{yt}- د ګڼدمک د سیخانو په تسلیمېدنه کې مقاومت دی .

P_h - د تړلي ګڼدمک محیط دی ، چې له $P_h = 2\,(xo + yo)$ سره مساوي کېږي .

θ- د(45º) درجې په اندازه زغم سره د (30º) او (60º) درجو زاویو تر منځ د درز زاویه ده.

تجربو ښودلې ده چې د قوطۍ د مقطع د جدار ضخامت نژدې له ($t = A_{oh} / P_h$) سره مساوي کېږي(382:2).

6.1- په کانکرېټي اجزاووکې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ متقابله اغېزه
(Interaction Shear Force and Torsion Moment in Concrete)

ډېری وختونه عناصر یوازې د څرخېدنې پر ځای د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع کېږي . په بې سیخه کانکرېټو عناصرو کې چې نه وي درز شوی ، عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ دواړه عرضاني تشنجات رامنځته کوي . نو له دې امله بې له سیخه کانکرېټي عناصر مقاومت کېدی شي چې لږ شي .

د (V) قوو د اغېزې له امله عرضاني تشنجات (τ_v) له ($\tau_v = V / b_w d$) سره مساوي کېږي او د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات (τ_t) له[$\tau_t = T/(2A_o t)$] سره مساوي کېږي . د (12.1-شکل) سره سم د منځ خالي مقطعو لپاره دا دواړه تشنجات سره جمع کېږي ، نو په درز شوې کانکرېټي مقطع کې چې ($A_o = 0.85A_{oh}$) سره وي اعظمي عرضاني تشنجات مساوي کېږي په :

$$\tau = \tau_v + \tau_t = \frac{V}{b_w d} + \frac{TP_h}{1.7A_{oh}^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18.1)$$

په کانکرېټی مقطع کې عرضاني تشنجات (τ_v) د(13.1- شکل) په څېر په ټوله مقطع کې وېشل کېږي ، نو د پورتنۍ رابطې پر ځای لاندېنۍ رابطه کارېږي :

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{V}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{TP_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19.1)$$

په اوسني شرایطو کې د دې دوو قوو د متقابلې اغېزې د ښودنې لپاره کومه بشپړه تحلیلي تیوري نه شته ، نو له دې امله ټولې اړیکې د تجربو پر بنسټ پورې تړلې دي . هغه رابطه چې د عرضاني قوی،کوږوالي مومنټ او څرخېدنې مومنټ دمتقابله اغېزې لپاره په اوسني وخت کې کارېږي په لاندې ډول ده (240:4) :

$$\left(\frac{V_c}{V_{co}}\right)^2 + \left(\frac{T_c}{T_{co}}\right)^2 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې :

V_{co}- د بې سیخه کانکریټي عنصر عرضاني قوی په وړاندې مقاومت دی ، هغه مهال چې یوازې د عرضاني قوو لاندې واقع شوې وي .

T_{co}- د بې سیخه کانکریټي عنصر دځرخېدنې په وړاندې مقاومت دی ، هغه مهال چې یوازې د ځرخېدونکي مومنټ لاندې واقع شوې وي .

V_c- د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت دی کله چې دعرضاني قوې او ځرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوې وي .

T_c- د ځرخېدنې په وړاندې مقاومت دی کله چې عرضاني قوې او ځرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوې وي .

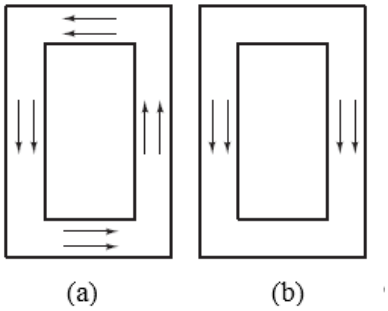
په (17.1- شکل) کې د (20.1- رابطه) په ترسیمي ډول ښودل شوې ده ، له دې منحني څخه څرګندېږي چې د عرضاني قوو او ځرخېدنې مومنټ تر منځ پریوبل ډېره شدیده متقابله اغېزه نه شته . د بېلګې په توګه که یو عنصر د ځرخېدنې مومنټ نیمایي اندازه ($T_{co}/2$) وزغمي ، نو د (17.1- شکل) له منحني څخه څرګندېږي چې ورسره په یوه مهال د عرضاني قوې اندازه ($0.85V_{co}$) په برید کې واقع کېږي ، چې یوازې (15%) سلنه د هغه حالته لرې ده چې اصلاً د ځرخېدنې مومنټ شتون ونه لري .

دځرخېدنې تشنجات د عرضاني تشجاتو سره یوځای د یو جز په یو لوري د هغې له بل لوري څخه کموي . دا حالت د (15.1- شکل) د منځ خالي ګاډر مقطوعکې ښودل شوی دی(382:2).

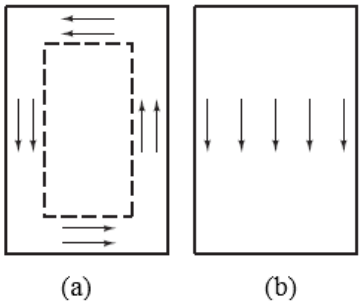
د ګاډرونو په منځ ډکو مقطعو کې د ځرخېدنې تشنجات مرکزته نژدې په پوره کچه لرې وي،نو له دې امله منځ خالي ګاډرونو کې (د ACI کود د غوښتنو د یقیني کېدنې لپاره د دیوال ضخامت فرضېږي) د منځ ډکو ګاډرونو چې یو شان بیروني اندازې ولري په ځېر د ځرخېدنې مقاومتونو ته نژدې فرضېږي .

د منځ ډکو یا جامدو ګاډرونو په مقطعو کې عرضاني تشنجات د ځرخېدنې دتشنجاتو (T_u) له امله لکه د (16a.1- شکل) په ځېر د عنصر یا جز په بیروني لوري (تیوب Tube)

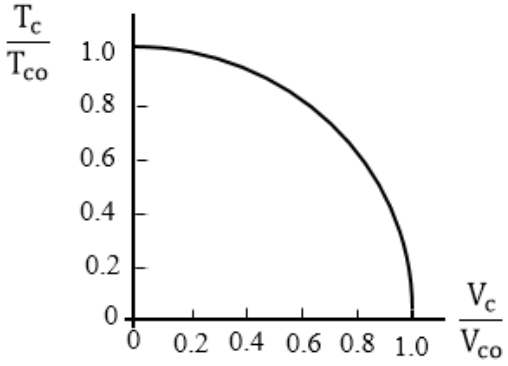
تمرکز کوي، کله چې عرضاني تشنجات د(V_u) له امله لکه د (136.1- شکل) په څېرد جامدې مقطع په عرض خپرېږي. په پایله کې دوه ډوله عرضاني تشنجات (عرضاني او څرخېدنې) په مرکبه توګه د مربع جذر په ډول ښودل کېږي.



15.1- شکل: په منځ خالي مقطع لرونکو ګاډرونو کې تشنجات. (a) عرضاني تشنجات. (b) د څرخېدنې تشنجات (11 :476) ، (395:5).



16.1- شکل: په منځ ډکو مقطع لرونکو ګاډرونو کې تشنجات. (a) عرضاني تشنجات. (b) د څرخېدنې تشنجات (11 :476) ، (395:5).



17.1- شکل: د (20.1- رابطې) د منحني ترسیم (2 :383).

7.1- په اوسپنيزوکانکرېټي اجزاووکې د عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ متقابله اغېزه

(Interaction Shear Force and Torsion Moment in Reinforced Concrete)

مخکې تر يادونه وشوه چې هغه عنصر چې د ګڼدمکونو په واسطه ټرل شوی وي او يوازې د څرخېدنې لاندې واقع شوی وي ، د څرخېدنې په وړاندې مقاومت له دوو برخو څخه چې يويې د کانکرېټو له مقاومت اوبل يې د ګڼدمکونو له مقاومت څخه تشکيل مومي . پرهغو اوسپنيزوکانکرېټي (ګڼدمک لرونکو) عناصر وسرته رسيدلو ازمايښتونو اوتجربوله مخې په يوه مهال د عرضاني قوی او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوی وي ، لاندېنۍ پايلې لاس ته راځي :

الف - د څرخېدنې په وړاندې هغه اندازه مقاومت چې د کانکرېټو په واسطه رامنځته کېږي، کولی شو د متقابلې اغېزې د رابطې (20.1- رابطې) په واسطه (د بې سيخه کانکرېټي اجزاوو لپاره رابطې) پيداکړو .

ب - د کانکرېټو له مقاومته دډېر څرخېدنې مومنټ په وړاندې مقاومت لپاره هماغومره سيخانو (ټرلي ګڼدمکونو او طولاني سيخانو) ته اړتيا ده چې په عنصر کې يې تابيه وشي ، چې د خالصې څرخېدنې حالت کې اړين وي .د څرخېدنې لپاره اړين سيخان بايد د کوږوالي او عرضاني قوو له امله اړينو سيخانو باندې وردډېر شي .

په (ACI Code) کود کې د خالصې څرخېدنې ، د عرضاني قوې او څرخېدنې په يوه مهال اغېزې حالت کې د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت په تأمينولو کې د کانکرېټو له مقاومته ګټه نه اخېستل کېږي ، نود کانکرېټوټول نومينالي مقاومت د عرضاني قوو په وړاندې په پام کې نيول کېږي . د دې په پايله کې د عرضاني قوو په وړاندې کانکرېټوپه مقاومت کې هيڅ ډول کمښت نه رامنځته کېږي او په هماغه شکل کوم چې د عرضاني قوو په وړاندې په تحليل کې په پام کې نيول شوی وي اغېزه لري . په دې اړه د (ACI Code) کودپه ډېر صراحت سره څرګندونه کوي چې د هغه عنصر محاسبه او طرحه چې پر يوه مهال د عرضاني قوي او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوی وي دا ډول ترسره

کېږي ، چې د عنصر مقطع به یو ځلې د عرضاني قوو په وړاندې او بل ځلې د څرخېدنې په وړاندې هریو د خپلو اړونده ضوابطو له مخې محاسبه او طرحه کېږي او له هریوه لاس ته راغلي سیخان یو له بل سره په جمعي توګه په پام وړ عنصر کې ځای په ځای کېږي . دا سیخان د اړتیا پر مهال په نورو اړینو سیخانو باندې ور ډېرېږي .

8.1- د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د (ACI 318) کود غوښتنې

(ACI 318 Code Requirements for Design against Torsion)

د (ACI Code) کود د (LRFD) محاسبوي طرېقې له مخې د څرخېدنې په وړاندې د ډاډمنتیا لپاره لاندېنۍ رابطه کاروي (136:6) :

$$T_u \le \phi\, T_n \qquad \text{..... (21.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې :

T_u- نهایې (Ultimate) څرخېدنه چې د عنصر پاسه دنهایې بارونه له اغېزې په لاس راځي.

T_n- د عنصر نومینالي مقاومه څرخېدنه ده .

ϕ- د څرخېدنې په وړاندې د ډاډمنتیا ضریب دی ، چې ($\phi = 0.75$) قبلېږي .

(T_n) د (12.1- رابطې) له مخې پیداکېږي :

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \qquad \text{..... (12.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې د (A_{oh}) پر ځای د(A_o) په لیکلو سره د (T_n) قیمت د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي (6 :372):

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_o}{s} = \frac{1.7A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \qquad \text{..... (12'.1)}$$

په پورتنې رابطه کې :

A_o- مساحت له ($A_o = 0.85A_{oh}$) قبلېږي . .

f_{yt}- په تسلیمېدنه کې د ترلي ګڼدمک مقاومت دی .

A_{oh}- د ګڼدمک په واسطه محدود شوی مساحت دی چې ($A_{oh} = x_1 y_1$) قبلېږي .

θ- د څرخېدنې له امله ددرز او افقي محور تر منځ زاویه ده چې (45°) قبلېږي .

s- د تړلو ګژدمکونو فاصله ده .

د څرخېدنې په وړاندې د غیر مستطیلي (T او قوطۍ ډوله) مقطعود مقاومت لپاره په لاندېنی (18.1- شکل) کې د ښودل شویومقطعواو د لاندېنیو غوښتنو له مخې پیداکېږي :

1- د څرخېدنې دسیخانو د محاسبې او په مقطع کې د هغې دځای په ځای کېدنې لپاره ، د (A_{oh}) مساحت د (18e.1- شکل) په څېر قبلېږي . د طاقچه لرونکو مقطعو لپاره په مقطع کې لوی او بنسټیز مستطیل مشخصېږي اود څرخېدنې په اړوند محاسبې د همدې مستطیل له مخې سرته رسېږي ، د څرخېدنې سیخان هم په همدې کې ځای په ځای کېږي . کله چې تړلی عرضاني سیخ یا ګژدمک د طاقچې په برخه کې وي ، نو هغه ساحه د (A_{oh}) په مساحت کې هم شاملېږي .

2- د درز کوونکي څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د (A_{cp}) او (P_{cp}) په محاسبه کې کولی شو له ټولې مقطع څخه ګټه واخلو .

دتړلو منځ خالي مقطعو د څرخېدنې مقاومت د منځ ډکو مقطعو د څرخېدنې مقاومت تر بریده وي ، په هغه شرط چې د مقطع د جدار ضخامت له مشخصې اندازې څخه لږ نه وي. د دې جدار مشخصه اندازه د (ACI Code) له مخې د (18d.1-شکل) په څېر د مقطع په دننه کې د عرضاني څرخېدنې سیخانو د اضلاعو د محورونو فاصله باید له ($0.5A_{oh}/P_h$) څخه لږه نه شي .

د پورتنیو محاسبوي رابطو او فورمولونوسره سره د (ACI) توصیه کوي چې لاندېنۍ غوښتنې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه کې باید په پام کې ونیول شي :

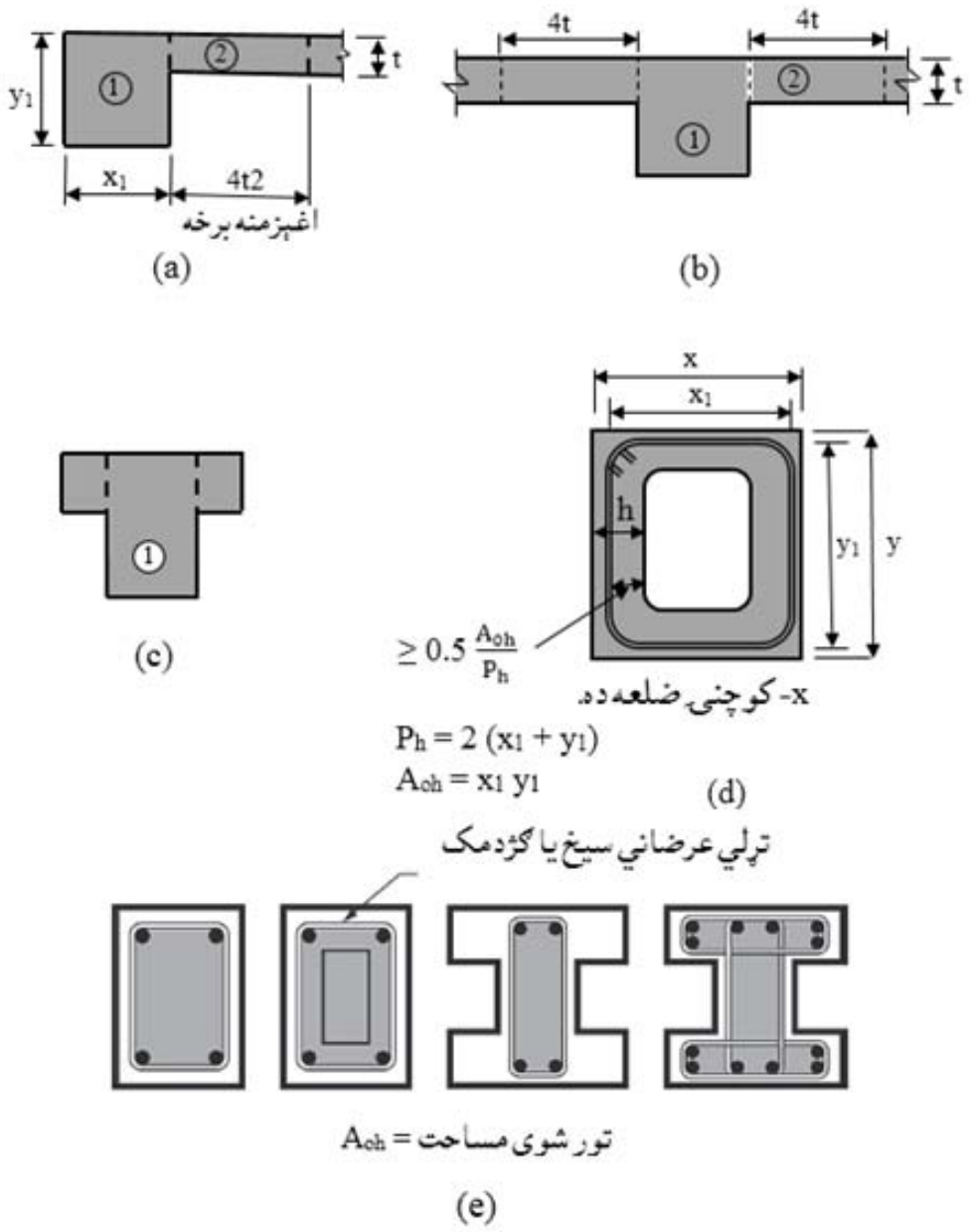
1- که مقطع له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) لــه اندازې څخــه لــږه وه ، نــو د څرخېدنې قوي موقیعیت له اتکاء څخه د (d) په محاسبه کې نیول کېږي . سره له دې که څرخــېدونکې متمرکزه قوه هم په دې فاصله کې وي ، نو بحراني محاسبوي مقطع به د اتکاء سره نیول کېږي.

2- دعادي اوسپنيزوکانکريټو لپاره د څرخېدنې په وړاندې ځای په ځای کېدونکو سيخانو د تسليمېدنې مقاومت (f_y) بايدله (420 MPa) څخه لوړ ونه نيول شي . له دې اعظمي قيمت څخه موخه د قطري درزونو د عرض محدودول دي .

3- طولاني کشش د اجزاوو د فشاري ساحې په کوږوالي (انحناء) کې د څرخېدنې مومنټونو دقسمي اندول له امله رامنځته کېږي . په دې ساحه کې د څرخېدنې سيخانو پيداشوی مساحت د($M_u/0.9df_y$) اندازي ته راکمېږي . دا هغه مهال په پام کې نيول کېږي ، چې په مقطع نهايې اعظمي کوږوالي مومنټ (M_u) د نهايې اعظمي څرخېدنې مومنټ (T_u) سره په مرکب ډول عمل کړی وي . سره د دې هم سيخبندي بايد د (ACI Code) د اصغري توصيه شوی سيخبندی څخه کږه نه شي .

4 - طولاني سيخان بايد د ترڅلو عرضاني سيخانو (ګڼدمکونو) په محيط کې داسې ووېشل شي ، چې ترمنځ يې فاصله له (300mm) ملي مترو څخه ډېره نه شي. لږتر لږه يو سيخ بايد د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونوپه کنج کې داسې ځای په ځای شي ، چې د ګڼدمک د ولاړسيخ سره وترل شي . د دې سيخانو کچه د (10mm) ملي مترو او يا له دې څخه لويه په پام کې نيول کېږي ، خو د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصلې بايدله (0.042) ځلې څخه کوچنی نه شي .

5 - د څرخېدنې سيخان له هغې نقطې څخه اخواچيرته چې په تيوريتيکي توګه له هغې اوږدارين نه ګڼل کېږي له ($b_t + d$) فاصلې څخه بايد لږ نه شي. (b_t) د عنصر دمقطع هغه عرض دی ، چې د څرخېدنې سيخانو احتوا کړی وي(349,350:17) .



18.1- شکل : د پېلابېلو مقطعو د(Aoh) مساحتونه . (a) L- ډوله مقطعه، (b) T – ډوله مقطع ،(c) مستطیلي مقطع ،(d) منځ خالي مقطع او (e) دېېلابېلو مقطعو د ګڼدمکونو ترمنځ منحصره ساحې (6 :376).

9.1- د څرخېدنې محاسبه او د څرخېدنې د اړینو فولادي سیخانو ټاکل
(Torsion Design and Determined of Torsion Steel Bars)

د څرخېدنې په وړاندې داوسپنیزو کانکرېټي اجزاوو محاسبه د نري جدار ډوله قیچې په څېر تر منځ فاصلو (thin-walled tube space truss analogy) پر بنسټ چې د عنصر له دننۍ کانکرېټي هستې څخه پکې انصراف شوی وي سرته رسېږي . د څرخېدنې دا پیداکېدنه په عنصر کې د درز لامل کېږي ، خو د هغې په وړاندې نژدې عرضاني سیخ یا ګڼدمک او ځای په ځای شوې طولاني سیخانو سطحه مقاومت کوي . کله چې درز رامنځته شي ، نو د کانکرېټو مقاومت په پام کې نه نیول کېږي، خو د عرضاني قوو په وړاندې بیا د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه په پام کې نیول کېږي . کله چې په عنصر کې د څرخېدنې تشنجات د درزکېدنې څرخېدنې له (1/4) اندازې څخه لږ وي ، نو د هغې د عرضاني قوو او کږېدنې په وړاندې مقاومت کې د پام وړ کمښت نه رامنځته کېږي (345:18).

د (ACI) کود د لارښوونې له مخې که (T_u) په لاندې حالت کې واقع شي نو د څرخېدنې اغېزه په پام کې نه نیول کېږي :

کله چې د څرخېدنې عامل نهایي یا اعظمي څرخېدنې مومنټ (T_u) د درز کوونکي څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د (1/4) برخې له اندازې څخه کوچنی وی ، نود څرخېدنې له اغېزې څخه انصراف کېږي :

$$T_u \le 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A^2_{cp}}{P_{cp}}\right) \quad \text{.....(22.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې :

A_{cp}- د ګڼدمک یا عرضاني سیخ په واسطه دټرل شوې سطحې مساحت دی .

P_{cp}- د ګڼدمک یا عرضاني سیخ په واسطه دټرل شوې سطحې محیط دی .

λ- ضریب دی چې د کانکـرېټو د نـوعیت پورې تړلی دی، چې د معمولي کانکـرېټو لپاره (λ =1)، د شګې لرونکي سپکو کانکرېټو او ټولـو سپکـو کانکـرېټو لـپاره(λ = 0.75) قبلېږي .

ϕ- کمښدونکی ضریب دی چې (0.75) قبلېږي .

f'c- د کانکرېټو فشاري مقاومت دی .

د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$V_c = 0.17\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d$$

دهغو اجزاوو لپاره چې د محوري قوو (N_u) یانې (په فشاري حالت کې) لاندې واقع شوي وي ، پورتنۍ رابطه لاندې شکل غوره کوي :

$$T_n = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)\sqrt{1+\frac{N_u}{A_g\lambda\sqrt{f'_c}}} \quad \text{..... (23.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (A_g) د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت دی .

د قوطۍ (سوریو) ډوله مقطعو لپاره د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت(A_g) د(A_{cp}) پر ځای نیول کېږي . یانې له ترل شوي مساحت څخه بایدد سوریو مساحت کم شي .

د متوازن (Compatibility) څرخېدنې مومنټ لپاره لاندې رابطه په پام کې نیول کېږي :

$$T_n = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)\sqrt{1+\frac{N_u}{A_g\lambda\sqrt{f'_c}}} \quad \text{..... (23.1)}$$

په پورتنۍ رابطه کې د قوطۍ (سوریو) ډوله مقطعو لپاره د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت (A_g) د(A_{cp}) پر ځـای نه نیول کـېږي . د څـرخېدنې درزونو د عرض د کنترول لپاره د (ACI Code) داسې توصیه کوی دهغه مقطع ابعاد چې د عرضاني قوی او څرخېدنې د یو ځای اغېزې لاندې داسې غوره شي چې په هغې کې کـومه ستونزه رامنځته نه شي .

د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مقاومت د لاندېنيو فورمولونو په واسطه محاسبه کېږي :

الف - د قوطيو (سوريويا منځ خالي) مقطعو لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مقاومت مساوي کېږي په :

$$\frac{V_u}{b_w d} + \frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \le \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24.1)$$

ب - د ډکو مقطعو لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}\right) = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c} \ldots. (25.1)$$

د څرخېدنې په وړاندې مقاومه سيخانو اړين مساحت د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو د يوه ولاړ سيخ لپاره د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي :

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_o}{s}\cot\theta \Rightarrow \frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2f_{yt}A_o\ \cot\theta} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26.1)$$

د څرخېدنې په وړاندې مقاوم سيخان د څرخېدنې مقاوم مومنټ (T_n) له مخې چې د (T_u/ϕ) سره مساوي کېږي په لاس راځي .

د عرضاني قوی او څرخېدنې په وړاندې مقاوموعرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو اړين مساحت د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د واړو ولاړو سيخانو لپاره له يوبل سره د لاندېنۍ رابطې په څېرجمع کېږي(176:7) :

$$\text{Total}\left(\frac{A_{v+t}}{s}\right) = \left(\frac{A_v}{s}\right) + \left(\frac{2A_t}{s}\right)$$

د عرضاني قوی او څرخېدنې په وړاندې دمقاومو عرضاني ياد ګڼدمکونو سيخانو اعظمي اړين مساحت د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي :

$$(A_v + A_t) = 0.062\sqrt{f'_c}\ \frac{b_w s}{f_{yt}} \ge \frac{0.35 b_w s}{f_{yt}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27.1)$$

د څرخېدنې په وړاندې مقاوم متقابلو عرضاني سيخانو د محيط اعظمي فاصله ($\frac{1}{8}$ P_h) يا (300mm) او همدا راز د عرضاني قوو لپاره له ($\frac{d}{2}$) څخه تر ($\frac{d}{4}$) پورې قبلېږي(88:8) .

دعرضاني سيخانو قطر بايد د هغې له فاصلې (0.042) ځلې څخه لږ نه شي . همدا راز د (ACI) کود د غوښتنې له مخې له (10mm) ملي متر قطر څخه لږ نه نيول کېږي .د عرضاني سيخانو اعظمي تسليمېدنې مقاومت له (420 MPa) څخه ډېر نه نيول کېږي .

د څرخېدنې له امله دعلاوه کوونکو سيخانو اړين مساحت د لاندې فورمول په واسطه پيداکېږي :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \cot^2\theta \quad \text{.....} \quad (17.1)$$

ليدل شوي دي کله چې د هغه اوسپنيزکانکرېټي عنصر د حجم له (1%) سلنې څخه لږ د څرخېدنې په وړاندې سيخبندي شوي وي ، نو د بار د خالصې څرخېدنې د اغېزې له امله ډېر ژر تخريب او د څرخېدنې درز لاندې واقع شوی دی ، نو له دې امله دا سلنه د هغه عنصر لپاره چې پر يوه مهال د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوي وي ډېره لږه ده . هغه رابطه چې د څرخېدنې په وړاندې د اصغري طولاني سيخانو مساحت تياروي ، د حجم د (5%) سلنې په اندازه د طولاني سيخانو پر بنسټ ولاړه ده . همدا راز د($\frac{A_t}{s}$) قيمت بايد له ($\frac{b_w}{6f_{yv}}$) څخه لږ قبول نه شي (175-178:7).

د څرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سيخانو اصغري اړين مساحت د لاندې فورمول په واسطه پيداکېږي :

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\, A_{cp}}{f_y} - \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \quad \text{.....} \quad (28.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د څرخېدنې په وړاندې طولاني سيخان بايد ترپايه د عنصر دواړو خواوو ته وغځېږي . په عمومي توګه د څرخېدنې اعظمي مومنټ د ګاډر په انجامونو کې عمل کوي او په پايله کې د څرخېدنې په وړاندې

طولاني مقاوم سيخان د هغې دتسليمېدنې مقاومت د حاصلولو لپره د اتکاء ارڅ کې کړېږي . د دې لپاره بايد د څرخېدنې په وړاندې طولاني مقاومو سيخانو سره يې چنګک او ياهم (U) ډوله پيوند کړو(470,471:10) .

10.1- د عرضاني او څرخېدنې قوو ترکيب (Combined Shear and Torsion)

ډېرى ځلې يوکانکرېټى ګاډر چې د څرخېدنې د اغېزې لاندې واقع شوى وى ، پر هماغه مهال په ګاډر باندې عرضاني قوې هم اغېزه کوي او په عمل کې اصولاً ډېر لږ داسې پېښېږي ، چې پــر يــوه عنصر دې خــالصه څــرخــېدنه عمل وکړي . د (ACI) کودله (1995) زکال څخه مخکې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ په زغم کې د کانکرېټو برخه ، له هغې ډېرې شوې عرضاني قوي او څرخېدنې مومنټ د اندازې په پرتله ډېره په پام کې نيول کېده ، کوم چې د عرضاني قوو او څرخېدنې د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونود محاسبې لپاره د کانکرېټو په واسطه تحمل کېدله . خوله (1995) زکال وروسته کله چې د (ACI) کود کې د منځ خالي نازکو جدارونوفضايې قيچي مقطع په څېر طرېقه تر ګټې اخېستنې لاندې ونيول شوه (چې مخکې ترې هم يادونه وشوه)، نو ټوله څرخېدنه د ولاړو او طولاني فولادي سيخانو په واسطه زغمل کېږي . سره له دې په دې طرېقه کې چې کانکرېټ د تاوراتاوو درزونو په شتون کې د فضاي قيچي په فشاري رابطو کې له فشاري ظرفيت څخه په ګټه اخېستنه کې خپل رول لوبوي . خو د کانکرېټودعرضاني ظرفيت د څرخېدنې له امله د عرضاني تشنجاتو په وړاندې د زغم لپاره په پام کې نه نيول کېږي . نو له دې امله يوازې د کانکرېټو د (V_c) عرضاني مقاومه قوه په پام کې نيول کېږي او د څرخېدنې په وړاندې مقاومه قوه ($T_c = 0$) قبلېږي .

د پورتنۍ فرضيې له امله څرګندېږي چې د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه د څرخېدنې په وړاندې محاسبې سره هيڅ ګډون نه لري ، چې د همدې امله د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه د اوسپنيزوکانکرېټي عناصرو لومړۍ برخې په اتم فصل کې په

ځانګړې توګه په پام کې نیول شوی ده . همدا راز د کانکرېټو د عرضاني ظرفیت په محاسبو کې (V_c) د لاندېنۍ رابطې په واسطه په لاس راوړو :

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{(V_u/\phi)-V_c}{f_y d} \text{ , } \left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_{yv}}$$

$$\left(\frac{A_T}{s}\right)_{req} = \left(\frac{A_{v+t}}{s}\right)_{req} = \left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} + \left(\frac{A_t}{s}\right)_{req}$$

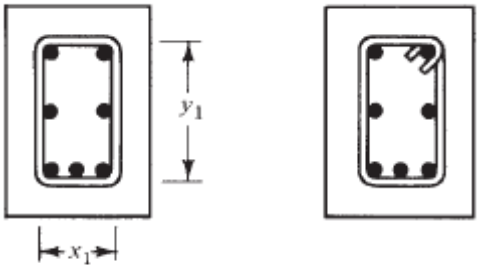
په پورتنۍ رابطه کې (A_T) د عرضاني سیخانو یا د ګڼدمک د دوو ولاړو سیخانو مساحت دی ، چې پر یوه مهال د عرضاني او څرخېدنې قوو په وړاندې دمقاومت لپاره اړین دی ، همدا راز د عرضاني سیخان یا د ګڼدمک د دوو ولاړو سیخانو مساحت په (A_{v+t}) هم ښودل شوی دی . پورتنۍ رابطه په ټولو کودوپه ځانګړې توګه د (ACI) کود کې د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو ترکیب او پر یوه مهال اغېزې لپاره د منلو وړ رابطه ده اوپه مقطع کې پریوه مهال د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو د اغېزې په وړاندې محاسبو کې تر ټ ګټه اخېستل کېږي(391,392:5) .

که اوسپنیز کانکرېټی عناصر د څرخېدنې قوو لاندې واقع شي او په ځانګړې توګه د څرخېدنې په وړاندې پکې مقاوم سیخان نه وي خای په ځای شوي ، نوښایي چې په ناڅاپې توګه د ویجاړېدنې او تخریب سره مخ شي . خود څرخېدنې په وړاندې د مقاومو سیخانو لاوه کول د څرخېدنې په ماهیت کې کوم بدلون نه راولي ، د څرخېدنې د قطري درزونو لامل کېږي ، خو په ببلابېلو برخودعناصروله وېشنې څخه مخنیوی کوي . په پایله کې به داد بنسټیزې څرخېدنې دمومنټ په وړاندې له ویجاړېدنې او تخریب پرته د مقاومت وړتیا ولري . تجربو ښودلې ده چې طولاني سیخان اوترلي ګڼدمکونه (فنرې سیخان) دواړه ، د کتنې وړ څرخېدنې قوولاندې عناصرو کې پر ټوله سطحه د رامنځته کېدونکو څرخېدنې قطري درزونو د مخنیوي لپاره اړین دي (345,346:17).

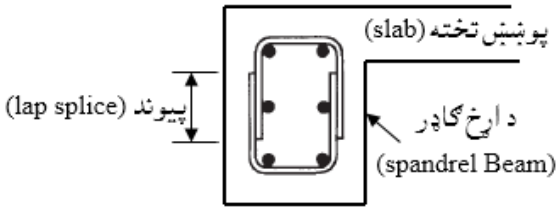
عادي (U) ډوله ګڼدمکونه بسنه نه کوي بلکې انجامونه یې د پرله پسې حلقې په څېرباید یوله بله سره د ولډنګ په واسطه د (16a.1- شکل) په ډول ترل شوي وي او یا یې انجامونه د طولاني سیخانوګردچاپیره د (16b.1- شکل) په څېر راکاږه شوې وي . که

ګڼدمکونه په همدې ډول یو شانته وکارېږي ، نو ګاډر به یوبشپړه جوړښت ولري او ټولې برخې به یې دیو واحد په څېر سره ځای په ځای شوی وي ، یا هم طولاني سیخان د ټرلو عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونوپه واسطه او د پایود سیخانو په حدودو کې یو له بل سره ټرلي کېږي .

په نڼدې تېرو وخـتونو کې په ګــڼدمکونو کې دوه پیوند شوی (U) ډوله سیخان د (19.1- شکل) په ډول کارېدل . سره له دې چې ددې ډول ګڼدمکونو په شتون کې د طولاني سیخانو ځای په ځای کېدنه ډېره ساده کېږي خو بیاهم دایوه ډېره مناسبه کړنه نه ده .



19.1- شکل : ټرلي ګڼدمکونه (a)- د حلقې په څېر ولډنګ شوي ، (b)- یوپه بل کاږه شوې (11 :472) .



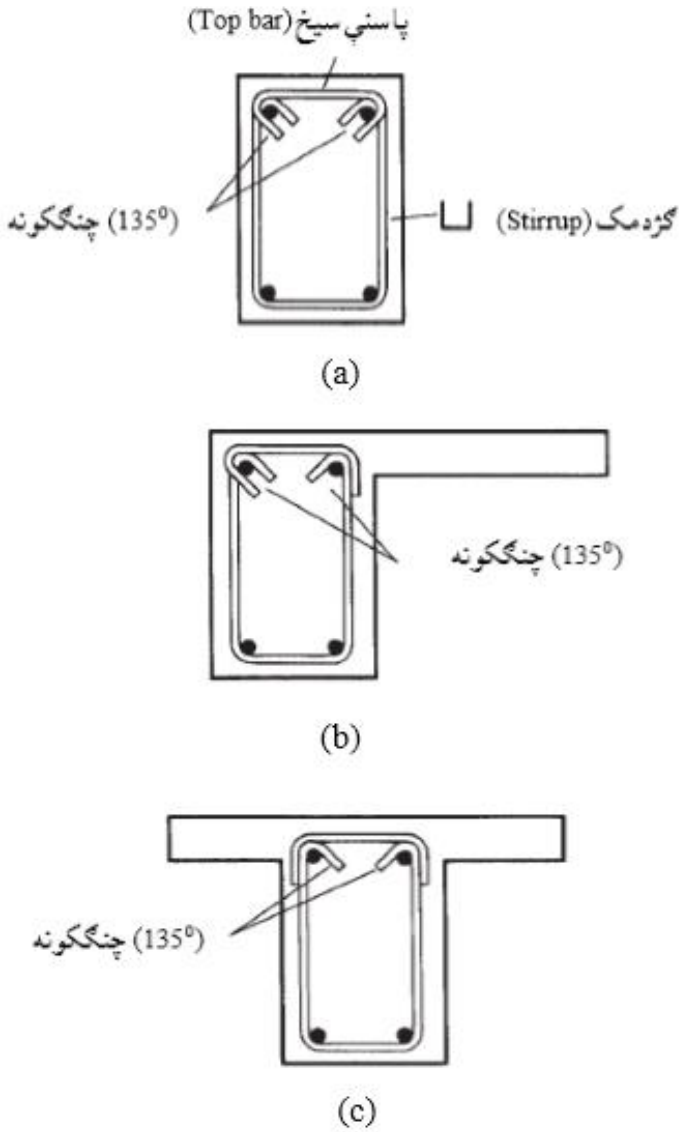
20.1- شکل : د څرخېدنې لپاره (U) ډوله پیوندشوې ګڼدمک (11 :472) .

د څرخېدنې په وړاندې د (U) ډوله سیخ په سرکې سیخ په ډېر دقت سره دواړوانجامونو کې د (20.1- شکل) په څېر قات یا چنګک شوې وي ښه سیخبندي ده . دا د هغه ازمایښت له مخې په (90°) درجو سره د قات یا دچنګک شویو څرخېدنې په وړاندې ګڼدمکونوچې کانکرېټ له چنګکونو څخه بېرون ببلوي ، تیارېږي . خود دواړو (U) ډوله ګڼدمک او د هغې پرسر د ځای په ځای کېدونکو سیخانود (135°) درجو چنګک کېدونکي سیخبندي ، د کانکرېټو د ببلونې د کمېدنې له مخې ډېره ګټوره ده .

د (21.1- شکل) د(b) او (c) برخوپه څېر بايد ګڼدمکونه دافقي محدود شي او د هغې په پاسنې سيخ د (90º) درجو قات کېدنه يا چنګکول کافي دي .

د پراخه تنې لرونکوګاډرونو(600mm او يا له هغې پراخه) لپاره په عامه توګه د څوولاړو سيخانو لرونکو ګڼدمکونو څخه کار اخېستل کېږي . په دې ډول شرايطو کې د بېروني ګڼدمک ولاړ سيخان د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو په وړاندې مقاومت کوي او دننني ولاړسيخان يوازې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت کوي .

ټرلي عـــرضاني سيخان يا ګڼدمکونه بې له طولاني سيخانو مقاومت نه شي کولی، نو له دې املــه طــولاني سيخــان بايد د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو په دننه کې ګردچاپېره يوشانته داسې ځای په ځای شي،چې تر منځه يې فاصله له (300mm) ډېره نه شي . همداراز د کود د لاربنوونې له مخې يو سيخ بايد د ګڼدمکو په يوه کنج کې هرومرو وټرل شي او که نه نو د کانکرېټو له امله به ســره جــدااو په پايله کې به د څرخېدنې درزونه رامنځــته شي . د دې طــولاني سيخانو قطر بايد د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصلې له (0.042) ځلــې څخــه لږ ې نه شي او قطــر يې بايد له (12mm) څخه لږ نه شي (471-474:11) .



21.1- شکل : توصیه شوي ګڼدمکونه (a)- د کانکرېټو د یو لورې دنه محدودیت ، نوځکه د (U) ډوله ګڼدمک په سرکې سیخ په (135°) درجو دواړو انجامونو کې قات شوی دی، (b)- ښې لورې ته د پوښښ تختې په واسطه محدود شوې دي ، نوځکه د (U) ډوله ګڼدمک په سرکې سیخ په همدغه لورې په (90°) درجو قات شوی دی او (c)- په دواړو لورو د پوښښ تختې په واسطه محدود شوې دي ، نو ځکه د (U) ډوله ګڼدمک په سرکې سیخ په (90°) درجو دواړو انجامونو کې قات شوی دی(11 :473) .

1.1- مثـــال: د ګاډر پـــه مستطيلـــي مقطع کـــې چـــې ابعـــاد يـــې ($b = 350$ mm) ، ($h = 600$mm) وي او په هغې کې (10@100mm) عرضاني سيخان يا ګڼډمکونه چې ($f_{yv} = 420$MPa) دی او هم ($f'_c = 30$ MPa) کانکرېټ کارېدلي وي . نو د دې مقطع لپاره د څرخېدنې مقاومت او اړين طولاني سيخان محاسبه کړئ ؟

حل :

1- د ګڼډمکونو يا عرضاني سيخانو د ولاړو او افقي سيخانو د اوږدوالي (x_o) او (y_o) د پيداکولو لپاره دکانکرېټوخالصه محافظوي طبقه (40mm) او د سيخانو قطر(10mm) قبول شوې دی . نو لرو چې :

$$x_o = b - 2\,(40 + d_s/2) = 350 - 2\,(40 + 10/2) = 260 \text{ mm}$$
$$y_o = h - 2\,(40 + d_s/2) = 600 - 2\,(40 + 10/2) = 510 \text{ mm}$$

نو محيط (P_h) يې مساوي کېږي په :

$$P_h = 2\,(x_o + y_o) = 2\,(260 + 510) = 1{,}540 \text{ mm}$$

2- د عرضاني سيخانو تر منځ اعظمي فاصله (s_{max}) د (ACI) کود د لارښوونې له مخې مساوي کېږي په :

$$S_{max} = \min\{P_h/8 , 300\text{mm}\} = 1{,}540/8 = 192.5 \text{ mm}$$

دا چې د عرضاني سيخانو ترمنځ فاصله ($s = 100$mm) په پام کې نيول شوې ده ، نو له اعظمي ($S_{max} = 192.5$ mm) فاصلې څخه لږه ده ، باالکل درسته ده .

3- د څرخېدنې نومينالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$T_n = \frac{2A_t f_{yv} A_o}{s} \cot\theta = \frac{1.7A_t f_{yv} A_{oh}}{s}$$
$$A_{oh} = x_o\, y_o = 260 \times 510 = 132.6 \times 10^3 \text{ mm}^2$$
$$A_t = \pi\, d^2/4 = \pi\, 10^2/4 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$T_n = \frac{1.7 \times 132{,}000 \times 78.5 \times 420}{100} = 738\ .98 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

4- په مقطع کې د خدمتي بارونو لاندې د تاراتاو شوي درز د عرض له امله د اعظمي څرخېدنې مومنټ مساوي کېږي په :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}\right) = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}$$

$$\le \frac{5}{6}\sqrt{f'_c}\,\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}$$

داچې ($V_u = 0$) دی ، نو :

$$\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} = \frac{73.98\ x\ 10^6\ x\ 1{,}540}{1.7\ x\ (132\ x\ 10^3)^2} = 3.85\ \text{MPa} < \frac{5}{6}\sqrt{f'_c} = \frac{5}{6}\sqrt{30} = 4.56\ \text{MPa}$$

د مقطع د څرخېدنې په وړاندې مقاومت مساوي کېږي په :

$$\phi T_n = 0.75\ x\ 73.98 = 55.49\ \text{KN.m}$$

5- د اړینو طولاني سیخانو محاسبه په لاندې توګه تر سره کېږي :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \cot^2\theta = \frac{78.5}{100}\ x\ 1{,}540 \left(\frac{420}{420}\right)(1.0)^2 = 1{,}209\ \text{mm}^2$$

د طولاني اړینو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{cp} = 350\ x\ 600 = 210\ x\ 10^3\ \text{mm}^2$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\,A_{cp}}{f_y} - \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) = \frac{0.42x\ \sqrt{30}\ x\ 210\ x10^3}{420} - \frac{78.5}{100}\ x1{,}540 \left(\frac{420}{420}\right)$$

$$A_{\ell,min} = 1150.22 - 1208.9 < 0$$

د لاس راغلواړینو سیخانو طولاني مساحت د اړینو اصغري سیخانو له مساحت څخه ډېر دی، نو ($A_\ell = 1{,}209\ \text{mm}^2$) د څرخېدنې په وړاندې مقاوم سیخان په مقطع کې په لاندې ډول ځای په ځای کړو:

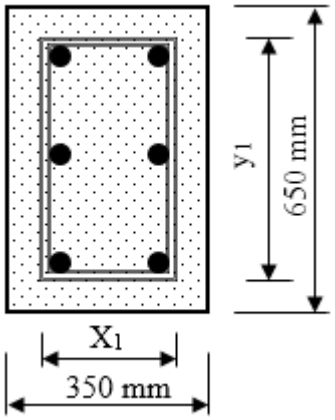
(a)- په لاس راغلی سیخانو مساحت په درېو برخو وېشو ($1{,}209/3 = 403\text{mm}^2$) ، بیا دسیخانومساحت ($403\text{mm}^2$) د مقطع په پاسنۍ، لاندېنۍ او منځنۍ برخو کې په مساویانه توګه ځای په ځای کوو ، خو که د سیخانو د قطر د غوره کېدنې له مخې کومه ستونزه وي ، نو بیایې په بل ډول ځای په ځای کوو.

(b)- که د څرخېدنې په وړاندې طولاني سیخانو لپاره (14mm) قطر سیخان غوره کړو نوبه د یوسیخ مساحت ($A_\phi = \pi d^2/4 = 154\ \text{mm}^2$) وي . نو د ځای په ځای کېدونکو سیخانو شمېر مساوي کېږي په : $\text{No. of steel bars} = \frac{A_s}{A_\phi} = \frac{1{,}209}{154} \approx 8 \Rightarrow (8\ \#\ 14)$

اوس داسیخان (14 # 3) ، د مقطع په پاسنۍ ، (14 # 3) د مقطع په لاندنۍ او (14 # 2) د مقطع په تنه کې یوپه یو مخامخ سره ځای په ځای کوو.

نوټ : د مقطع په لاندنۍ برخه کې د لاس راغلي ته څرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سیخان د مومنټ له اغېزمنو سیخانو سره په ګډه ځای په ځای کېږي.

2.1- مثال : په لاندنی شکل کې د ګاډر ښودل شوې مقطع لپاره د څرخېدنې په وړاندې سیخان،که ($f'_c = 28MPa$) ، ($f_y = 420MPa$) ، عرضاني قوه ($V_u = 190$ KN) او د څرخېدنې مومنټ ($T_u = 30$ KN.m) وي ، په داسې حال کې چې د نهایې کوږوالي مومنټ (M_u) لپاره ($A_s = 2050mm^2$) سیخانو مساحت ته اړتیا ده او د عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سیخان او خالصه محافظوي طبقه (40 mm) قبوله شوې وي ، محاسبه کړئ ؟



حل :

1- څېړو چې د څرخېدنې په وړاندې سیخانو ته اړتیا شته اوکه نه : د دې د څرګندولو لپاره د ټولې مقطع مساحت (A_{cp}) او محیط په لاندې ډول(P_{cp}) پیدا کوو:

$A_{cp} = (350) \times (650) = 227{,}500\ mm^2$

$P_{cp} = 2\ (350 + 650) = 2{,}000\ mm$

که ($T_u \le 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$) شي ، نو د څرخېدنې له محاسبې څخه انصراف کېږي.

$0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$

$0.083 \times 0.75 \times 1 \times \sqrt{28} \times \frac{(227,500)^2}{2,000} = 6.42 \times 10^6$ N.mm

$0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 6.42$ KN.m $< T_u = 30$ KN.m

له پورتني شرط څخه څرګنده شوه چې د څرخېدنې په وړاندې سیخانو ته اړتیا شته .

2- د مقطع مشخصات پیداکوو: دا چې ګاډر په مقطع کې د عرضاني سیخانو لپاره (10mm) قطر او خالصه محافظوي طبقه (40mm) په پام کې نیول شوې ده ، نو د دې له مخې لرو چې:

$x_1 = 350 - 2\,(40 + \frac{10}{2}) = 260$ mm

$y_1 = 650 - 2\,(40 + \frac{10}{2}) = 560$ mm

$A_{oh} = x_1.y_1 = (260) \times (560) = 145,600$ mm^2

$A_o = 0.85\ A_{oh} = (0.85) \times (145,600) = 123,760$ mm^2

د ګاډر د مقطع په لاندېنۍ برخه کې (2No.26 mm) سیخان فرضوو ، نو له دې له مخې فعاله ارتفاع په لاندې ډول پیداکوو :

$d = 650 - 40 - 10 - \frac{26}{2} = 587$ mm

$P_h = 2(x_1 + y_1) = 2\,(260 + 560) = 1,640$ mm

3- دا څرګندووچې کانکرېټي مقطع د (T_u) د زغم لپاره په کافي اندازه پراخه ده او که نه؟

$V_c = 0.17\ \lambda\ \sqrt{f'_c}\ b_w d = 0.17 \times 1 \times \sqrt{28} \times 350 \times 587 = 184,814$ N

$V_c = 184.81$ KN.

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c})$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{190 \times 10^3}{350 \times 587}\right)^2 + \left(\frac{30 \times 10^6 \times 1,640}{1.7 \times (145,600)^2}\right)^2} = 1.65 \text{ N/mm}^2$$

$$\phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}) = 0.75\,(\frac{184,814}{350 \times 587} + 0.66\sqrt{28}) = 3.29 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} = 1.65 \text{N/mm}^2 < \phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}) = 3.29 \text{ N/mm}^2$$

د پورتني شرط له مخې څرګنده شوه چې کانکرېټی مقطع په کافي اندازه پراخه ده .

4- د څرخېدنې په وړاندې مقاوم اړین سیخان پیدا کوو :

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{30}{0.75} = 40 \text{ KN.m}$$

د (θ) زاویه د (ACI Code) د لارښوونې له مخې (45°) قبلوو ، نو لرو چې :

$$\left(\frac{A_t}{s}\right) = \frac{T_n}{2A_o f_{yt} \cos\theta} = \frac{40 \text{ x } 10^6}{2 \text{ x } 123{,}760 \text{ x } 420 \text{ x } \cot(45°)} = \frac{40 \text{ x } 10^6}{103{,}958{,}400} = 0.385 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼدمک یو ولاړ سیخ یا یوې پښې لپاره ($0.385 \text{ mm}^2/\text{mm}$) ، همدا راز د (ACI 2014) کود له مخې $\left(\frac{A_t}{s}\right)$ باید له ($\frac{0.175 \, b_w}{f_{yt}}$) څخه لوی او یا ور سره مساوي وي ، نو لرو چې :

$$\left(\frac{A_t}{s}\right) = 0.385 \text{ mm}^2/\text{mm} \geq \frac{0.175 \, b_w}{f_{yt}} = \frac{0.175 \text{ x } 350}{420} = 0.146 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

5- د مقطع لپاره د اړین عرضاني سیخ یا ګڼدمک مساحت پیدا کوو :

$$V_u = 190 \text{ KN} > 0.5 \, V_c = 0.5 \text{ x } 184.81 = 92.41 \text{ KN}$$

له پورتنۍ شرط څخه جوته شوه، چې د عرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه اړینه ده .

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = \frac{190 - 0.75 \text{ x } 184.81}{0.75} = 68.52 \text{ KN}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y d} = \frac{68.52 \text{ x } 10^3}{420 \text{ x } 587} = 0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼدمک د وه ولاړ سیخان یا دواړو پښو لپاره ($0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$).

6- د عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو ټاکنه په لاندې ډول تر سره کېږي :

$$\frac{2A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = 2 \text{ x } 0.385 + 0.278 = 1.048 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼدمک د وه ولاړو سیخانو یا دواړو پښو لپاره ($0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$) .

د عرضاني سیخ لپاره (10mm) قطر قبلوو ، چې د یوسیخ مساحت یې (78.5 mm^2) کېږي .

$$s = \frac{2 \text{ x } 78.5}{1.048} = 149.8 \text{ mm}$$

د عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي مجاز فاصله مساوي کېږي په :

$$s_{max} = \frac{P_h}{8} = \frac{1{,}640}{8} = 205 \text{ mm}$$

نو په پایله کې د سیخانو تر منځ فاصله (200 mm) قبلوو.

د عرضاني سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

$$A_v + 2A_t = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\,\frac{b_w s}{f_{yt}} = \frac{1}{16}\sqrt{28}\,\frac{350\ x\ 200}{420} = 55.12\ mm^2$$

چې بايد له ($\frac{1}{3}\frac{b_w s}{f_{yt}}$) څخه کوچنی اويا مساوي وي ، نو اوس د دې قيمت په لاس راوړو:

$$\frac{1}{3}\frac{b_w s}{f_{yt}} = \frac{1}{3}\frac{350\ x\ 200}{420} = 55.56\ mm^2\ ,\ \ 55.12\ mm^2 < = 55.56\ mm^2$$

له پورتنۍ پايلې څخه څرګنده ېږي ، چې د سيخ قطر درست غوره شوی دی .

7- د څرخـــېدنې په وړاندې د طـــولانې مقاومو سيخانو غوره کول په لاندې ډول تر سره کېږي:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s}\,p_h\,\frac{f_{yt}}{f_y}\cot^2\theta = (0.385)\ x\ (1{,}640)\,\frac{420}{420}\,(1.0)^2 = 631 mm^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

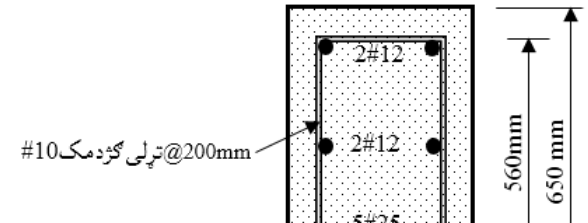
$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\,A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right)P_h\,\frac{f_{yt}}{f_y} = \frac{0.42x\sqrt{28}\ x227{,}500}{420} - (0.385)\ x\ (1{,}640)\,\frac{420}{420}$$

$$A_{\ell,min} = 1{,}204 - 631 = 573\ mm^2$$

له پورتنيو لاس ته راغلو قيمتونو څخه څرګنده ېږي چې :

$$A_\ell = 631\ mm^2 > A_{\ell,min} = 573\ mm^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو مساحت ($A_\ell = 631\ mm^2$) قبلېږي . لاس ته راغلی مساحت په درېو برخو وېشو ، چې ($1/3\ A_\ell = 631/3 = 210 mm^2$) په پاسنۍ برخه کې او په لاندېنۍ برخه کې($2{,}260\ mm^2 = 210 + 2{,}050$) او پاتې سيخان ($211 mm^2$) په منځ کې ځای په ځای کېږي . په پايله کې د ګاډر د مقطع په پاسنۍ بـــرخه کې (2#12mm) سيخان چې مساحت يې ($A'_s = 226 mm^2$) کېږي ، په منځ کې (2#12mm) سيخان چې مساحت يې ($A_s = 226 mm^2$) کېږي او همداراز لاندې (5#25mm) سيخان چې مساحت يې ($A_s = 2{,}453 mm^2$) کېږي ، ځای په ځای کوو .



3.1- مثال : په لاندې شکل کې د ښودل شوی پوښښ تختې او ګاډر لپاره چې د یوه چتر د بارونکو اجزاو په توګه کارېږي، په پام کې نیسو او فرض کوو چې د هغې دپاسه (W_L=2.0KN/m^2) د واورې باراو د پوښښ تختې او ګاډرله وزن پرته (W_D=1.5KN/m^2) مړ بار عمل کوي . د پوښښ تختې بارونکي ګاډر د داسې فولادي سیخانو په واسطه سیخبندي کړئ ، چې (f_y = 420MPa) او دکانکرېټو مقاومت (f'_c = 20MPa) وي ؟

حل : د ګاډر د پاسه بارونه په لاندې ډول لاس ته راوړو :

د ګاډر خپل وزن مساوي کېږي په :

W_{D1} = 24 x (0.6 x 0.9) = 12.96 KN/m

د ښې لوري پوښښ تختې وزن مساوي کېږي په :

W_{D2} = 24 x (0.2 x 2.4) = 11.52 KN/m

د چپ لوري پوښښ تختې وزن مساوي کېږي په :

W_{D3} = 24 x (0.2 x 1.2) = 5.76 KN/m

د پوښښ تختې د پاسه عامل وېشلې بار مساوي کېږي په :

W_{D4} = 1.5 x 4.2 = 6.3 KN/m

د مړ یا دایمي بار مجموعه مساوي کېږي په :

$W_D = W_{D1} + W_{D2} + W_{D3} + W_{D4}$

W_D =12.96 + 11.52 + 5.76 + 6.3 = 36.54 KN/m

د پوښښ تختې د پاسه عامل ژوندی یا مؤقت وېشلی بار مساوي کېږي په :

W_L = 2 x 4.2 = 8.4 KN/m

نهايې بار د بارونو د ترکيب له مخې مساوي کېږي په :

$W_U = 1.2\ W_D + 1.6\ W_L = 1.2 \times 36.54 + 1.6 \times 8.4 = 43.848 + 13.44$

$W_U = 57.288$ KN/m

نهايې څرخېدنې وېشلې مومنټ مساوي کېږي په :

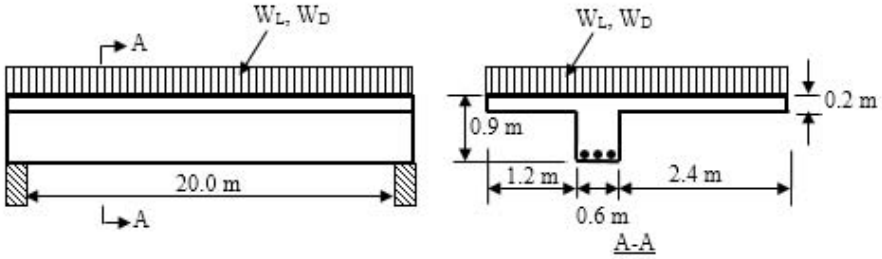
$t_U = 1.2 \times(1.5 \times 4.2 \times 0.6 + 11.52 \times 1.5 + 5.76 \times 0.9) + 1.6 \times(2 \times 4.2 \times 0.6)$

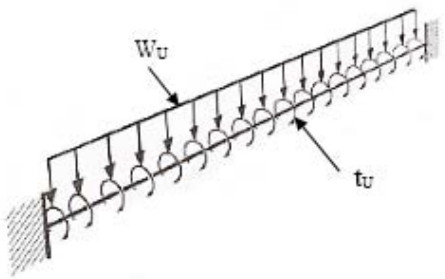
$t_U = 27.12$ KN. m/m

له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په اندازه کولی شو عرضاني قوه او د څرخېدنې مومنټ لاس ته راوړو . سره له دې چې ګاډر په دواړو لورو د بار لاندې واقع دی او ناټاکلی ستاتیکي حسابېږي ، خو دواړو لوري په متناظراو ورته ډول د بار لاندې دي، نو له دې امله په کې سيخان په ورته ډول ځای په ځای کېږي او له درز کېدنې وروسته بيا د د داخلي قوو وېشنې امکان نه رامنځته کېږي ، نوله دې امله په اتکاء کې د څرخېدنې محاسبه د معادلې څرخېدنې لپاره تر سره کېږي او د هرې اتکاء لپاره بايدنيمايې څرخېدنه په پام کې ونيول شي ، نوپه دې بنسټ په اتکاګانو کې د عرضاني قوو اود څرخېدنې مومنټ د محاسبې لپاره لرو چې :

$V_U = W_U\ (\frac{L_n}{2} - d) = 52.288\ (\frac{20}{2} - 0.8) = 527.07$ KN.

$T_U = t_U\ (\frac{L_n}{2} - d) = 27.12\ (\frac{20}{2} - 0.8) = 249$ KN. m.





د څرخېدنې په محاسبو کې د اړین کنترول لپاره باید د (A_{cp}) او (P_{cp}) قیمتونه محاسبه شي . د طاقچې هغه برخه چې په دې محاسبو کې راګډېږي ، په لاندې ډول یې محاسبه ترسره کوو:

$\min. \{h - h_f, 4h_f\} = \min. \{900 - 200, 4 \times 200\} = 700$ mm.

$A_{cp} = 600 \times 900 + 2 \times 200 \times 700 = 820 \times 10^3$ mm^2.

$P_{cp} = 2 \times (600 + 900 + 2 \times 700) = 5{,}800$ mm.

$$\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} = \frac{(820 \times 10^3)^2}{5{,}800} = 115.93 \times 10^6 \text{ mm} > \frac{(600 \times 900)^2}{2 \times (600+900)} = 97.2 \times 10^6 \text{ mm}.$$

اوس د دې څرګندونه کېږي چې د څرخېدنې په وړاندې دې محاسبه تر سره شي که نه ؟

$$T_{cr} = 0.083\phi\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 0.083 \times 0.75 \times \sqrt{20} \times 115.93 \times 10^6 = 32.3 \times 10^6 \text{ N. mm}$$

$T_U = 249.5$ KN. m > $T_{cr} = 32.3$ KN. m

له پورتني شرط جوته شوه چې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه باید تر سره شي.

اوس مقطع ارزوو چې د اعظمي عرضاني قوو او مجازي څرخېدنې په وړاندې د قبلېدنې وړ مقاوم سیخان د مقطع په تنې کې هم شتون ولري ، نو لرو چې :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}\right) = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}$$

$x_o = 600 - 90 = 510$ mm, $y_o = 900 - 90 = 810$ mm

فرضوو چې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم عرضاني سیخان یا ګڼدمکونه یوازې د ګاډر د مقطع په تنه کې ځای په ځای کوو ، نو لرو چې :

$P_h = 2(x_o + y_o) = 2 \times (510 + 810) = 2{,}640$ mm.

$A_{oh} = x_o . y_o = 510 \times 810 = 413 \times 10^3$ mm^2.

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{527.07 \times 10^3}{600 \times 800}\right)^2 + \left(\frac{249.5 \times 10^6 \times 2{,}640}{1.7 \times (413.1 \times 10^3)^2}\right)^2} = 2.52 \text{MPa}$$

$$\frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c} = \frac{5}{6} \times 0.75 \times \sqrt{20} = 2.80 \text{ MPa} > 2.52 \text{ MPa}.$$

که پورتنۍ رابطه نه کنترولېدله ، نو په هغه حالت کې اړینه وه چې د مقطع ابعاد ډېر شوي وی . سربېره پر دې که د ګاډر د مقطع له تنې څخه علاوه په طاقچه کې د څرخېدنې

په وړاندې مقاوم عرضاني سيخان يا ګڼدمکونه ځای په ځای شي ، نو د چپ لوري رابطه راکمبړي .

د څرخېدنې - عرضاني قوو په وړاندې ترڅلي عرضاني سيخان يا ګڼدمکونه په لاندې ډول پيداکوو :

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = \frac{1}{6} \times \sqrt{20} \times 600 \times 800 = 357.8 \times 10^3 \text{ N.}$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} = \frac{\frac{527.07 \times 10^3}{0.75} - 357.8 \times 10^3}{420 \times 800} = 1.027 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$\left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_{yv}} = \frac{249.5 \times 10^6}{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3 \times 420} = 1.279 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$\left(\frac{A_{v+t}}{s}\right)_{req} = \left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} + 2\left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = 1.027 + 2 \times 1.279 = 3.585 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$\left(\frac{A_{v+t}}{s}\right)_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\,\frac{b_w}{f_{yv}} = \frac{1}{16} \times \sqrt{20} \times \frac{600}{420} = 0.4 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$\left(\frac{A_{s+t}}{s}\right)_{min} = 0.4 \text{ mm}^2/\text{mm} < \left(\frac{A_{s+t}}{s}\right)_{req} = 3.585 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

که له (12mm) قطر سيخ څخه د ترڅلي عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو لپاره کارواخلو، نو د دوو ولاړو سيخانو مساحت له (226 mm^2) سره مساوي کېږي ، نو د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصله مساوي کېږي په :

$$S_{req} = \frac{A_{sv}}{\left(\frac{A_{s+t}}{s}\right)_{req}} = \frac{226}{3.585} = 63 \text{ mm.}$$

$$S_{min} = \min\left\{\frac{P_h}{8} = \frac{2{,}640}{8} = 330\text{mm}, 300\text{mm}, \frac{d}{2} = \frac{800}{2} = 400\text{mm}\right\} = 300 \text{ mm.}$$

په پايله کې دعرضاني قوواو د څرخېدنې مومنټ د ګډ عمل په وړاندې د مقطع د مقاوم کېدنې لپاره له اتکاء څخه په (50mm) فاصله (12mm ϕ @ 63mm C/C) ګڼدمکونه ځای په ځای کېږي .

همدا راز د څرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سيخان په لاندې ډول پيداکوو :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta = (1.279) \times (2{,}640) \frac{420}{420} (1.0)^2 = 3{,}376 \text{ mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\,A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42x\sqrt{20}\ x\ 820\ x\ 10^3}{420} - (1.279)\ x\ (2{,}640)\ \frac{420}{420} = 291\ mm^2$$

له پورتنیو لاس ته راغلو قیمتونو څخه څرګندېږي چې :

$A_\ell = 3{,}376\ mm^2 > A_{\ell,min} = 291\ mm^2$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو مساحت ($A_\ell = 3{,}376\ mm^2$) قبلېږي.
له دې مساحت څخه درېیمه برخه مساحت ($1{,}125.33\ mm^2$) په اتکاء کې اچوو، که د طولاني سیخانو لپاره (16mm) قطر سیخان په پام کې نیسو ، چې د یو سیخ مساحت یې ($200.96\ mm^2$) کېږي ، نو د سیخانو شمېریې ($\frac{1{,}125.33}{200.96} = 5.6 \approx 6$) سره مساوي کېږي.
په پایله کې (6 N 16) سیخان چې مساحت یې ($1{,}205.76\ mm^2$) کېږي ،په اتکاء کې ځای په ځای کوو. د اتکاء سره جوخت محاسبه شوي ګڼدمکونه د څرخېدنې او عرضاني قوو په وړاندې دمقاومت لپاره وړ دي . خو هر څومره چې د ګاډر د وایې منځني لوري ته نژدې کېږو په هماغه اندازه د څرخېدنې او عرضاني قوو اندازه کمېږي ، نو له دې امله کولی شو چې د ګڼدمکونو تر منځ فاصله ډېره کړو ، د دې لپاره د ګاډر د وایې له منځ څخه لومړی دهغې ساحه فاصله په لاس راوړ چې په هغې کې د محاسبې له مخې عرضاني قوه نه واردېږي ($V_u < \phi V_c$) وي، مشخصوو اوله اتکاء څخه د دې ساحې فاصله (x_c) او همدا راز هغه ساحه چې د ګاډر د وایې په منځ کې یې څرخېدنې نه واردېږي ، مشخصوو او له اتکاء څخه یې فاصله (x_m) په لاس راوړو . په اتکاء کې دڅرخېدنې مومنټ او عرضاني قوه په لاندې ډول پیداکوو :

$$V_u = W_u \left(\frac{L_n}{2}\right) = 572.9\ KN,\quad T_u = t_u \left(\frac{L_n}{2}\right) = 271.2\ KN.\ m$$

$$\phi V_c = 0.75\ x\ 357.8 = 268.35\ KN.$$

$$x_c = \frac{V_u - \phi V_c}{W_u} = \frac{572.9 - 268.35}{57.288} = 5.26\ m.$$

$$T_{cr} = \frac{1}{12}\sqrt{f'_c}\left(\frac{A^2_{cp}}{P_{cp}}\right) = 0.083\ x\sqrt{20}\ x\ \frac{(820\ x\ 10^3)^2}{5{,}800} = 32.3\ KN.\ m.$$

$$x'_c = \frac{T_u - T_{cr}}{t_u} = \frac{271.2 - 32.3}{27.12} = 8.81\ m.$$

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم ګڼدمکونه له اتکاء څخه د ($b_t + d = 600 + 800 = 1{,}400$ mm) فاصلې وروسته په مقطع کې د محاسبې دارتیا پر بنسټ ځای په ځای کېږي او د ګاډرتر نیمایې پورې ټوله ساحه احتوا کوي . همداراز په مقطع کې له اتکاء څخه تر ($x_c = 5.2$ m) فاصلې پورې د محاسبې پر بنسټ عرضاني سیخانو ته ارتیا نه لیدل کېږي او یوازې د څرخېدنې په وړا ندې مقاوم ګڼدمکونه په پام کې نیول کېږي . نو اړینه ده چې په مقطع کې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم ځای په ځای کېدونکومقاومو سیخانو فاصلې له ($x_c = 5.2$ m) وروسته د ګاډر تر نیمایې پورې پیداکړو :

$T_u = 271 - 5.2 \times 27.12 = 130.18$ KN. m.

$$\left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_{yv}} = \frac{130.18 \times 10^6}{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3 \times 420} = 0.59 \text{ mm}^2/\text{mm}.$$

$$2\left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = 2 \times 0.59 = 1.18 \text{ mm}^2/\text{mm}. \quad s_{req} = \frac{2A_t}{1.18} = \frac{2 \times 113}{1.18} = 191 \text{mm}.$$

داچې ($s_{req} = 191$ mm) یومناسب قیمت نه دی ، نو ($s_{req} = 200$ mm) قبلوو. د ګاډر مقطع د ($s_{req} = 200$ mm) او ($S_{max} = 300$ mm) فاصلې مشخصوو او په (x'_{200}) او (x'_{300}) فاصلو یې نوموو او د ګاډر په مقطع کې په یادوشوو فاصلو کې د څرخېدنې مومنټونه لکه ($T_{u,200}$) او ($T_{u,300}$) پیداکوو.

داچې د ($S = 300$ mm) په ډېرېدنې سره ($\frac{2A_t}{s} = \frac{2x\ 113}{300} = 0.75$ mm) کېږي او له ($\left(\frac{2A_t}{s}\right)_{min} = \frac{1}{3} \times \frac{b_w}{f_{yv}} = \frac{1}{3} \times \frac{600}{420} = 0.5$ mm) څخه لوي وي .

$$T_{u,200} = \frac{1.7\phi A_{oh} f_{yv} A_t}{s} = \frac{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3 x 420\ x\ 113}{200} = 124.99 \times 10^6 \text{ N.mm}.$$

$$X'_{200} = \frac{271.2 - 124.99}{27.12} = 5.39 \text{ m}.$$

$$V_{u,200} = W_u \frac{T_{u,200}}{t_u} = 572.9 \times \frac{T_{u,200}}{271.2} = 2.1125 T_{u,200} = 2.1125 \times 124.99$$

$V_{u,200} = 264.04$KN.

$$T_{u,300} = \frac{1.7\phi A_{oh} f_{yv} A_t}{s} = \frac{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3 x 420\ x\ 113}{300} = 83.32 \times 10^6 \text{ N.mm}.$$

$$X'_{300} = \frac{271.2 - 83.32}{27.12} = 6.93 \text{ m}.$$

$V_{u,\,300} = W_u \frac{T_{u,300}}{t_u} = 572.9 x \frac{T_{u,300}}{271.2} = 2.1125 T_{u,300} = 2.1125 \text{ x } 83.32 = 176.014 KN.$

همداراز د عرضاني او څرخېدنې مومنټونو له پيداکولوورسته د ګڼډمکونو تر منځ دقيقې فاصلې په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_{v+t}}{s} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} + 2 \text{ x } \frac{T_u}{1.7 \phi A_{0h} f_y}$$

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{V_{u,200}}{0.75} - 357.8}{420\, x\, 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{T_{u,200} x\, 10^6}{1.7x\ 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3\, x\, 420}$$

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{264.04}{0.75} - 357.8}{420\, x\, 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{124.99 x\, 10^6}{1.7x\ 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3\, x\, 420}$$

$$\frac{226}{s} = -0.0171 + 1.130 = 1.1129 \Rightarrow s = \frac{226}{1.1129} = 203mm = 200mm$$

دځرخېدنې په وړاندې طولاني مقاوم سيخانو مساحت په لاندې ډول په لاس راوړو :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta = (\frac{113}{300}) \text{ x } (2{,}640) \frac{420}{420} (1.0)^2 = 994 \text{ mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\, A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42x\sqrt{20} \text{ x } 820 \text{ x } 10^3}{420} - (\frac{113}{300}) \text{ x } (2{,}640) \frac{420}{420} = 2{,}673 \text{ mm}^2$$

دګاډر په هغه ساحه کې چې عرضاني قوي او د څرخـېدنې مومنټ سره يوځای واقع وي د اقتصادي محاسبې او طـرحې لـپاره د ګاډر هغه مقطع مشخصوو چې په هغې کې د محاسبې له مخې د ګڼډمکونو تر منځ فا صله (s = 120mm) قبوله شوې وي . نو له همدې امله د ګاډر د مقطع له پيله په (x_{120}) مشخصوو او په ترتيب سره ضريبي شوې عرضاني قوه($V_{u,\,120}$) او د څرخېدنې مومنټ ($T_{u,\,120}$) چې په دې مقطع کې اغېزه کوي په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{V_{u,120}}{V_u} = \frac{T_{u,120}}{T_u} \Rightarrow V_{u,\,120} = W_u \frac{T_{u,120}}{t_u} = 572.9 \text{ x } \frac{T_{u,120}}{271.2} = 2.1125\ T_{u,120}$$

$$\frac{A_{v+t}}{s} = \frac{A_v}{s} + \frac{2A_t}{s} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} + 2 \text{ x } \frac{T_u}{1.7 \phi A_{0h} f_y}$$

$$\frac{226}{120} = \frac{\frac{2.1125 T_{u,120}}{0.75} - 357.8}{420\ x\ 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{T_{u,120} \text{x } 10^6}{1.7\text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3\ x\ 420}$$

$T_{u,120}$ = 169.44 KN. m ⇒ $x_{120} = \frac{271.2 - 169.44}{27.12}$ = 3.75 m.

$V_{u,120}$ = 2.1125 x 169.44 = 357.942 KN.

اوس د دواړو عـرضاني قـوو او څرخېدنې په وړاندې دګڼدمکونو تر منځ فاصله له (x'_{120} = 3.75m) څخه تر (x'_{200} = 5.39m) پورې په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{357.942}{0.75} - 357.8}{420\ x\ 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{169.44 \text{x } 10^6}{1.7\text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3\ x\ 420}$$

$\frac{226}{s}$ = 0.356 + 1532 = 1.888 ⇒ s = $\frac{226}{1.888}$ = 119.7 mm ≈ 100 mm

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_{u,120}}{1.7\phi A_{0h} f_y} = \frac{169.44 \text{ x } 10^6}{1.7\text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3\ x\ 420} = 0.766\text{mm.}$$

$A_\ell = (\frac{A_t}{s})\ P_h$ = 0.766 x 2,640 = 2,022 mm^2 > $A_{\ell,min}$

$A_{\ell,min} = \frac{0.42 x \sqrt{20} \text{ x } 820 \text{ x } 10^3}{420}$ – 0.766 x(2,640)= 3,667 – 2,022 = 1,645 mm^2.

د ګاډر په نیمه وایه کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ په وړاندې د مقاومو عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو تر منځ فاصلې په لاندې تو ګه ترتیبوو :

1- لومړنې ګڼدمک له اتکاء څخه د (50 mm) په اندازه ځای په ځای کوو(0.05 m) .

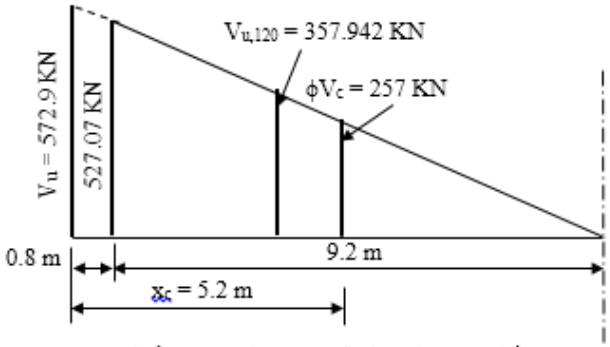
2- د ګڼدمکونو تر منځ د (63mm) فاصلې لپاره (3.75 – 0.05 = 3.70m) ،چې شمېر یې (59) کېږي .

3- د ګڼدمکونو تر منځ د (100mm) فاصلې لپاره (5.39 – 3.75 = 1.64m) ،چې شمېر یې (17) کېږي .

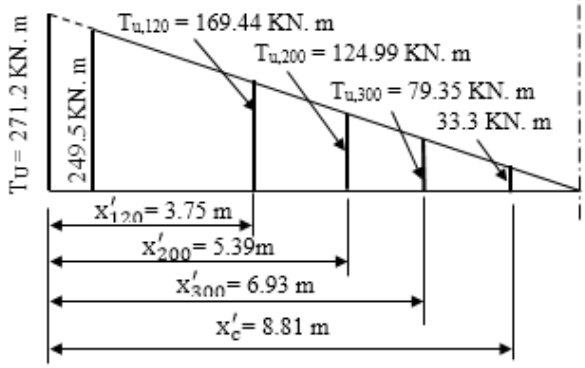
4- د ګڼدمکونو تر منځ د (200mm) فاصلې لپاره (6.93 – 5.39 = 1.54m) ،چې شمېر یې (8) کېږي .

5- د ګڼدمکونو تر منځ د (300mm) فاصلې لپاره (8.81 – 6.93 = 1.88m) ،چې شمېر یې (7) کېږي .

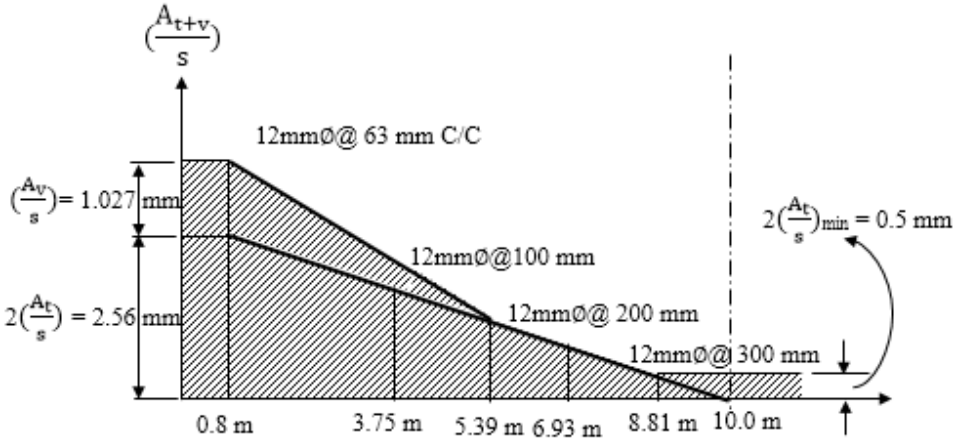
د ګاډر په نیمایې وایه کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ بر وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره په پورته ډول ګڼدمکونه ځای په ځای کېږي ، همداراز په بله نیمه وایه کې یې ګڼدمکونه په همدې ترتیب سره ځای په ځای کېږي .



د ګاډر په نیمایې وایه کې د عرضاني قوو دیاګرام



د ګاډر په نیمایې وایه کې د څرخېدنې مومنټ دیاګرام



د ګاډر په اوږدو کې د څرخېدنې - عرضاني فولادي سیخانو د بدلون منحني.

4.1- مثال : په لاندې ښودل شوي پلان کې د پوښښ تخته ، ګاډر او پایه سره سخت نښتې اود ($W_u = 15\ KN/m^2$) نهایې بار لاندې واقع دي . نو دا ډول ګاډر له پایې سره د نښلېدنې په ځای کې د څرخېدنې - عرضاني قوو په وړاندې مقاوم ګڼلو لپاره محاسبه کړئ ، که د کانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c = 30MPa$) ، د سیخانو مقاومت ($f_y = 420MPa$) اوهمدا راز فرض کړئ چې د ګاډر فعاله ارتفاع ($d = 700mm$) ده .

حل : معمولاً بارونه له پوښښ تختې څخه ګاډر او له ګاډر څخه پایې یا ستنې ته لېږدېږي . داچې د پوښښ تخته له اړخ ګاډر سره سخته نښتې ده او اوږدوالی یې ($L_n = 7.0\ m$) دی، نو په اتکاء کې یې د کېږېدنې مومنټ له ($M_u=W_uL^2_n/12$) او عرضاني قوه یې له ($V_u = W_u\ L_n/2$) سره مساوي کېږي ، نو د پوښښ تختې د (1.0m) محاسبوي تسمې لپاره په اتکاء کې لرو چې :

$$M_u = -\ W_u \frac{L_n^2}{12} = -\ (15\ x\ 1)\ \frac{(7.0)^2}{12} = -\ 61.25\ KN.\ m/m$$

$$V_u = W_u \frac{L_n}{2} = (15\ x\ 1)\ \frac{(7.0)}{2} = 52.5\ KN\ /m$$

دګاډر لپاره دا مومنټ ، د وېشلي څرخېدنې مومنټ رول لوبوي ، چې د ګاډرمحور ته په لېږدېدنې سره مساوي کېږي په :

$$t_u = 61.25 + 52.5\ x\ 0.3 = 77\ KN.\ m/m$$

همداراز د پوښښ تختې نهایې عرضاني قوه د ګاډر محور ته په لېږدېدنې سره د وېشلي قوي رول لوبوي چې مساوي کېږي په :

$$W_u = 52.5 + (15\ x\ 1)\ x\ 0.6 = 61.5\ KN/m$$

د (W_u) وېشلې قوه دپایې له اړخه د (d) په فاصله د (V_u) عرضاني قوه رامنځته کوي ، چې مساوي کېږي په :

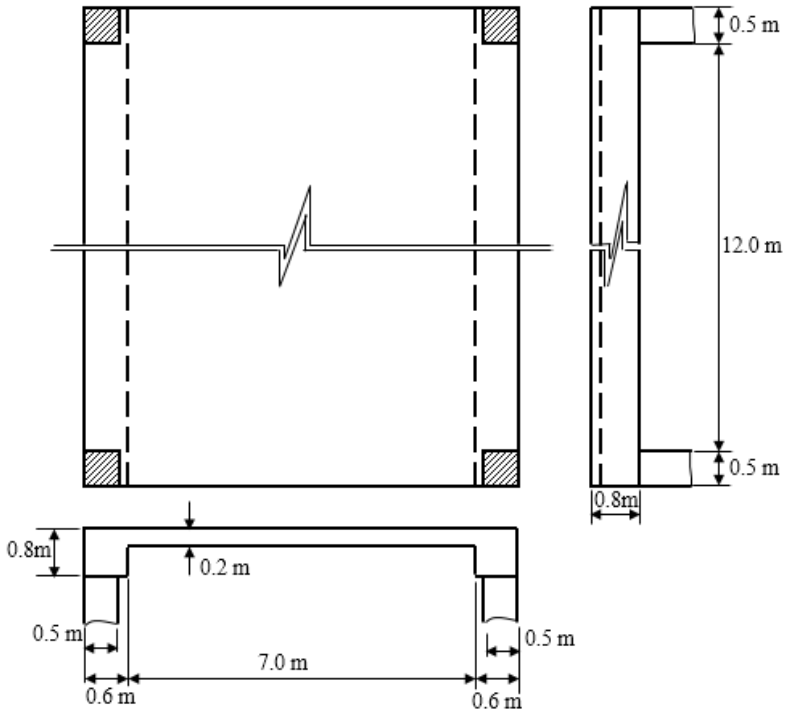
$$V_u = 61.5\ x\ ((12/2 - 0.7) = 326.0\ KN$$

د (t_u) وېشلې څرخېدنې قوه د پایې له اړخه د (d) په فاصله د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ رامنځته کېږي ، چې مساوي کېږي په :

$$T_{u1} = 77\ x\ (12/2 - 0.7) = 408.1\ KN.m$$

له بلې خوا د (W_u = 61.5 KN/m) وېشلې قوي له مرکزه د پايې د محور (e = 0.05m) له مخې د (d) په فاصله د (T_{u2}) د څرخېدنې مومنټ رامنځته کې ، چې مساوي کېږي په :

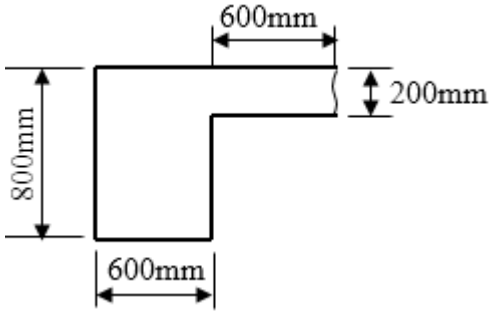
T_{u2} = (61.5 x 0.05) x (12/2 – 0.7) = 16.30 KN.m



د پاملرنې وړ دا ده ، چې د (T_{u2}) د څرخېدنې مومنټ ، تعادلي څرخېدنې مومنټ حسابېږي ، دا ځکه چې د عنصر په تعادل کې دهغې شتون اړين دی . خو د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ ، موزون يا متناسب څرخېدنې مومنټ دی ، دا ځکه چې د څرخېدنې د دې مومنټ د رامنځته کېدنې بنسټيزه سرچينه د ګاډر لپاره د کافي سختېدنې فرضيدنه او د پوښښ تختې په اخر کې د منفي کړېدنې مومنټ رامنځته کېدنه ده . نوبهتره ده چې د ګاډر د نيمګړې څرخېدنې سختۍ په فرض کېدنې سره ، کولی شو د پوښښ تختې په اخر کې د کړېدنې منفي مومنټ او د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ اندازه راکمه کړو . د (ACI) کود د لارښوونې له مخې په هر اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې چې د څرخېدنې موزون يا متناسب مومنټ ولرو ، نو اړينه د ه چې د عنصر د څرخېدنې ظرفيت د درز

شوې څرخېدنې (ϕT_{cr}) سره محدود کړواو دداخلي قوو او مومنټونو په وېشنه کې اړين بدلون سرته ورسوو . د اړخ په ګاډر کې د (T_{cr}) د تاکنې لپاره ګاډر د طاقچه لرونکي ګاډر په څېر په پام کې نيسو، نو د ګاډر د مقطع له تنې څخه د طاقچې وتلې برخه مساوي کېږي په :

$$\min \{(h - h_f), 4h_f\} = 600 \text{ mm}$$



$A_{cp} = 600 \times 800 + 200 \times 600 = 600 \times 10^3 \text{ mm}^2$

$P_{cp} = 2\,(800 + 600) + 2\,(200 + 600) = 2{,}800 + 1{,}600 = 4{,}400 \text{ mm}$

$T_u = \frac{1}{3}\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = \frac{1}{3} \times 0.75 \times 1.0 \times \sqrt{30}\left[\frac{(600 \times 10^3)^2}{4{,}400}\right] = 133.11 \times 10^6$

$T_u = 133.11 \times 10^6 \text{ N.mm.}$

په همدې ډول هغه اعظمي مقدارچې کولی شي د متناسبې څرخېدنې مومنټ (T_{u1}) ته اختصاص شي ، مساوي کېږي په :

$$T_{u1,max} = 133.11 - 16.30 = 116.81 \text{ KN. M}$$

د متناسبې څرخېدنې پورتنۍ اندازه د ګاډر په اوږدو کې د د وېشلې څرخېدنې سره متناظره ده ، چې مساوي کېږي په :

$$t_{u,max} = \frac{116.81}{\left[\left(\frac{12}{2}\right) - 0.7\right]} = 22.04 \text{ KN. m/m}$$

دا وېشلې څرخېدنه د ګاډر د محور په اوږدو کې د پوښښ تختې د اتکاء په برخه کې د لاندنۍ اعظمي منفي کږېدنې مومنټ سره متناظره ده :

$$M_{u,max} = -\,(22.04 - 52.5 \times 0.3) = -\,6.29 \text{ KN. m/m}$$

د کوږوالي دا مومنټ دپوښښ تختې د عرض د واحد لپاره له ($0.0086W_u L_n^2$) سره معادل دی ، نو له دې امله د پوښښ تختې دواحدعرض د مثبت مومنټ لپاره محاسبه شي ، چې مساوي کېږي په :

$$M = \frac{W_u L_n^2}{8} - (\frac{1}{2})\ (2 \text{ x } 0.0086W_u\ L_n^2\ ) = 0.116W_u\ L_n^2 = 85.26 \text{ KN. m/m}$$

دګاډر په نیمایې او په ټول ګاډر کې د څرخېدنې مومنټ وښنه او د عرضاني قوو وښنه په لاندې شکل کې ښودل شوې ده . د همدې شکل له مخې د عرضاني قوو په اړه د اتکاء په برخه کې لرو چې :

$$(\frac{A_v}{s})_{req} = \frac{(\frac{V_u}{\phi}) - V_c}{b_w d} = \frac{\left(\frac{326x10^3}{0.75}\right) - (\frac{1}{6}\sqrt{30} \text{ x } 600 \text{ x } 700)}{600 \text{ x } 700} = 0.122 \text{ mm}$$

$$(\frac{A_t}{s})_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_y} = \frac{133.11\ x\ 10^6}{1.7x\ 0.75 \text{ x } (510 \text{ x } 710) x\ 420} = 0.687\text{mm}$$

$$(\frac{A_{t+v}}{s})_{req} = 0.122 + 2 \text{ x } 0.687 = 1.496 \text{ mm} > (\frac{A_{t+v}}{s})_{min}$$

د ګڼدمکونو لپاره (ϕ10@ 100mm) سیخان کاروو.

همدارازدځرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو :

$$A_\ell = \frac{A_t}{s}\ p_h\ \frac{f_{yt}}{f_y}\ \cot^2\theta = (0.687) \text{ x } (2{,}440)\ \frac{420}{420}\ (1.0)^2 = 1{,}676\text{mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\ A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h\ \frac{f_{yt}}{f_y} = \frac{0.42x\sqrt{30}\ x600{,}000}{420} - (0.687) \text{ x } (2{,}440) \text{ x1}$$

$$A_{\ell,min} = 3{,}286.335 - 1{,}676.28 = 1{,}610 \text{ mm}^2$$

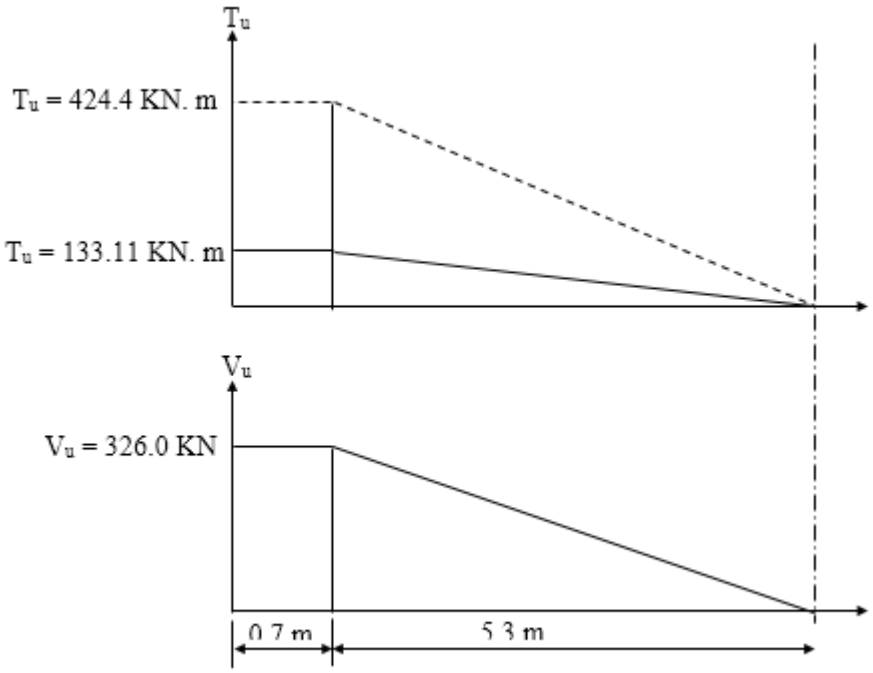
د پورتنیو لاس ته راغلو قیمتونو څخه څرګنده ېږي چې :

$$A_\ell = 1{,}676 \text{ mm}^2 > A_{\ell,min} = 1{,}610 \text{ mm}^2$$

نو د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو مساحت (A_ℓ = 1,676 mm^2) قبلېږي.

لاس ته راغلی مساحت په درېیو برخو وېشو ، چې (1/3 A_ℓ = 1,676/3= 558mm^2) په پاسنۍ برخه کې ، په لاندنۍ برخه کې(560 mm^2) او پاتې سیخان (558mm^2) په منځ

کې ځای په ځای کېږي . یا هم په پاسنۍ برخه کې (3#16) سیخان چې مساحت یې ($602.88mm^2$) ، لاندې هم (3#16) سیخان چې مساحت یې ($602.88mm^2$) او په منځ کې (4#16) سیخان چې مساحت یې ($803.88mm^2$) کېږي دوه سیخان یو لورې او دوه سیخان بل لورې ته ځای په ځای کوو .



دارخ ګادریه نیمایې وایه کې د څرخېدنې مومنټ او عرضاني قوي دوېشنې منحني.

لـنډيز

هغه اوسپنيزکانکريټي اجزاء چې د کوږوالي مومنټ لاندې واقع شوي وي ، نوپه هغې کوږوالي مومنټ د هغې باالمقابل عرضاني قوي سره يوځای او د پايې يا ستنې په شتون کې محوري قوې د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ سره په مرکبه توګه عمل کوي ، سربېره پردې د څرخېدنې قوې هڅه کوي چې عنصر په طولاني محور تاو (Twist) کړي . د څرخېدنې دا قوې کله کله يوازې اوپه ډېرې حالتونو کې د کوږوالي مومنټ او د باالمقابل عرضاني قوو او يا هم ځېنې مهال د محوري قوو سره پر يوه مهال يوځای عمل کوي .

د ډېرې کلونو پورې څرخېدنې ته د دويم اغېزمن عامل په څېرکتل کېدل او په محاسبو کې په روښانه توګه په پام کې نه نيول کېده ، خود عناصرو په محاسبه کې د کافي اندازې محافظت لپاره د ډاډمنتيا ضريب د څرخېدنې داغېزمنتياد شتون لپاره په پام کې نيول کېده . د محاسبې او تحليل په اوسنيو طريقو کې اجزاء په هر حالت کې د ډېر لږ محافظت لپاره د څرخېدنې په وړاندې مقاومت يې لوړېږي ، سربېره پردې د ساختماني عناصرو او اجزاوخواص دمرکزي بنې بدلېدونکې څرخېدنې په وړاند دمقاومت لوړېدنه کارېږي . د ساختماني اجزاو د محاسبې په کړنلاره کې د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت لوړېدنه په لومړي ځل د (ACI) کود له خوا پيشنهاد شوه او بيا وروسته په ترتيب سره د سوېډيزرلينډ ، اروپا او کانادا په کودونوکې په پام کې ونيول شوه .

په ټوله کې په ساختماني اجزاو کې دوه ډوله لومړنۍ (معادله ياټاکلي ستاتيکي) څرخېدنه او دويمه (متناسبه يا ناټاکلې ستاتيکي) څرخېدنه يو له بله سره توپيرکېږي .

لومړی يا د معادلې (ټاکلې ستاتيکي) څرخېدنې د رامنځته کېدنې پرمهال د ساختمان په نورو اجزاوو کې د څرخېدنې تشنجات بيا نه وېشل کېږي، نو له دې امله اړونده جز يا عنصر بايد د ټولې څرخېدنې پر وړاندې محاسبه او ډيزاين

شي . اويا هـم هغه څرخـېدنه چې مقـدار او انـدازه يې دسـتاتيکـي معـادلـو په واسطه ټاکل کـېدای شي ، د معـادلې څـرخـېدنې (Equilibrium Torsion) ىـا د ټاکلـې ستاتيکي څرخېدنې (Statically Determinate Torsion) په نوم يادېږي .

هغه څرخېدنه چې د مقدار د ټاکلو لپاره يې دشکل بدلون (تغيرشکل) متناسبو (سازګار) معادلو ته اړتيا ليدل کېږي د متناسبه څرخېدنې (Compatibility Torsion) يا ناټاکلې ستاتيکي څرخېدنې (Statically Indeterminate Torsion) په نوم يادېږي . ددويمي (متناسبې يا نا ټاکلې ستاتيکي) څرخېدنې په رامنځته کېدنې سره د څرخېدنې مومنټ نه شوکولی چې يوازې د معادل ستاتيک پربنسټ يې په لاس راړو ، دا ځکه چې له دويمي څرخېدنې په پام کې نيولو پرته محاسبه په عنصر کې ډېری ځلې د درز کېدنې لامل کېږي ، خو په عمومي توګه د عنصر د ويجاړېدنې يا تخريبېدنې نه لامل کېږي .

د څـرخـېدنې او تاوښت په وړانـدې د ساختماني جـز ځواکمنتيا د محاسبې لـه مخې تر سره کېږي ، چې په هغې د عنصر يا جـز د مقطع د عـرضاني سيخانو يا ګـڼدمکونو او همداراز د ځای په ځای کېدونکـو طـولاني سيخانـو اندازه ټاکل کېږي او د هغې لـه مخې په عنصر يا جـز کې ځای په ځای کېږي اوپه پايله کې دځرخېدنې په وړاندې عنصر ځواکمن کېږي .

پوښتنې

1- په يوه کانکرېټي عنصر کې د څرخېدنې د ډولونو نومونه واخلئ او هريو توضيح کړئ.

2- په بې سيخه کانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه توضيح کړئ .

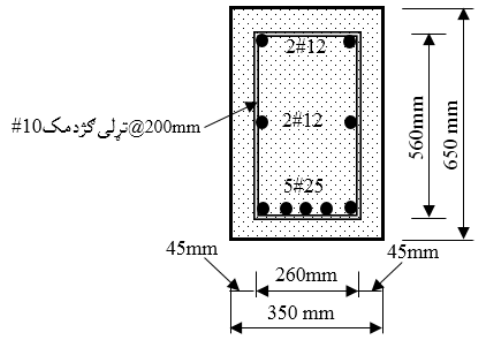
3- په اوسپنيزکانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه توضيح کړئ .

4- په اوسپنيزوکانکرېټي اجزاووکې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ تر منځ څه ډول متقابله اغېزه کېږي ، په هکله يې وضاحت ورکړئ .

5- دڅرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره (ACI 318) کود کومې غوښتنې لري .

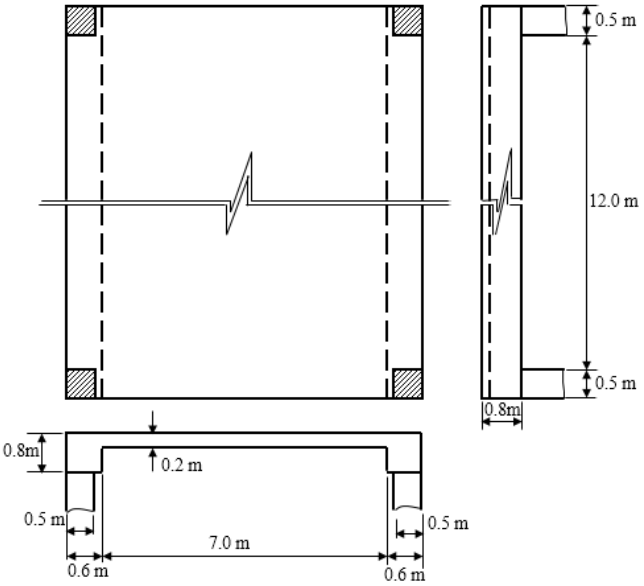
6- د ګاډر په ($b = 300$ mm) ، ($h = 500$mm) مستطيلي مقطع کې (10@100mm) ګڼدمکونه چې ($f_{yv} = 420$MPa) دی ځای په ځای شوي وي، ($f'_c = 25$ MPa) او همداراز د کانکرېټوخالصه محافظوي طبقه (40 mm) وي ، د دې مقطع لپاره د څرخېدنې مقاومت او اړين طولاني سيخان محاسبه کړئ .

7- په لاندې شکل کې د ګاډر ښودل شوې مقطع لپاره د څرخېدنې په وړاندې سيخان ، که ($f'_c = 25$ MPa) ، ($f_y = 420$ MPa)، عرضاني قوه ($V_u = 170$ KN) او د څرخېدنې مومنټ ($T_u = 25$ KN. m) وي،د نهايې کوږوالي مومنټ (M_u) لپاره ($A_s = 2050$ mm^2) سيخانو مساحت ته اړتيا ده او د ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سيخان او خالصه محافظوي طبقه (40 mm) قبوله شوې وي ، محاسبه کړئ .

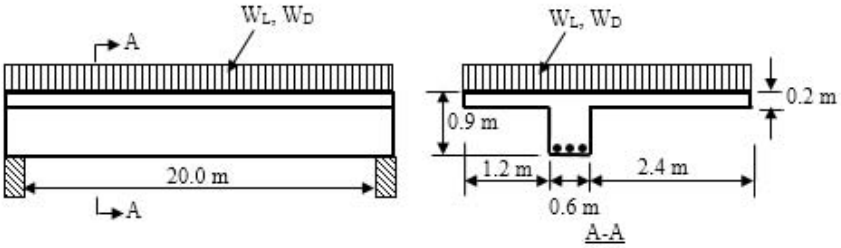


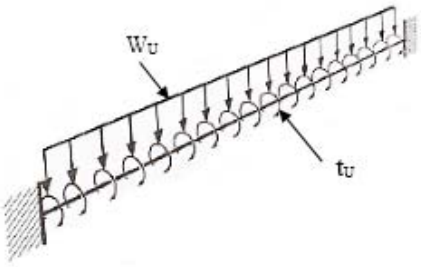
8- په لاندې ښودل شوې پلان کې د پوښښ تخته ، ګاډر او پايه سره سخت نښتې اود ($W_u = 14$ KN/m^2) نهايې بار لاندې واقع وي، که ($f'_c = 30$MPa) ، ($f_y = 420$MPa) اوهمدا راز فرض کړئ چې د ګاډر فعاله ارتفاع ($d = 650$mm) ده . نو دارخ ګاډر د پايې

سره د ننبلېدنې په ځای کې د څرخېدنې او عرضاني قوو په وړاندې مقاوم ګڼدمکونو او طولاني سیخان محاسبه کړئ .



9- په لاندې شکل کې د ننودل شوی پوښښ تختې او ګاډر لـــپاره چې د یوه چـــتر د بارونکو اجـــزاو په توګه کارېږي، که د هغې له پاسـه ($W_L = 2.2KN/m^2$) د واورې بار، د پوښښ تختې او د ګاډرله وزن څخه سربېره ($W_D = 1.4KN/m^2$) مړ بار عمل کوي. د پوښښ تختې بارونکې ګاډر د داسې فولادي سیخانو په واسطه سیخبندي کړئ ، چې ($f_y = 420MPa$) او د کانکرېټو مقاومت ($f'_c=25MPa$) وي.





مـاخـــذونه

1. حقـــيار قسيم محـــمد، ستاری محـــمد اکـــبر. (1380) . د کانکـــرېټي ودانيو ډيزاين . هـرات : م (74) .
2. طاحونی شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران . ص ص (383-370) .
3. عالمي جان آقا. (1386). د اوسپنيزوکانکرېټي ساختمانونو ډيزاين . کابل : مستقبل خپرندويه ټولنه . م (103) .
4. کی نیا امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات . ص ص (240-224) .
5. مستوفی نژاد داود. (1383). سازه های بتن آرمه جلد اول . اصفهان :انتشارات ارکان. ص ص (395-371) .
6. ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331.pp(136-373).
7. ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. pp (175-178).
8. Code 0f Practice for Structural Use of Concrete. (2013). Published by Building Department 12/F-18/F Pioneer Center 750 Nathan Road Hong Kong. P (88).
9. International Building Code. (2009). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. pp (347-350).
10. MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (470-475) .
11. MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete.New Yark. pp (471-476).
12. MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition. London. pp (111,112).
13. Mosley, Bill, John, Bungey and Ray, Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Eurocode 2 sixth Ed. New Yark. pp (118-122).
14. Nawy, G. Edward. (2009). Reinforced Concrete A Fundamental Approach sixth edition. Pearson Education Ltd, Upper Saddle River, New Jersey USA. Pp (221-243).

15. Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. pp (241-248).
16. Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. p (148).
17. Reinforcement Concrete Deasign Manual. (2010). Competers & Structures, Inc 1995 University Avenue Berkely, Calfornia 94704 USA. Pp(26-30).
18. Wight, K. James and MacGregor. (2012). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Sixth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc. Upper Saddle River New Jersey 07458, USA. pp (345-350).

دویم فـصل

د دوه لوریزه پوښښ تختو محاسبه او تحلیل

(Design and Analysis of Two – Way Slabs)

1.2- پیـلیزه

د پوښښ تخته هغه سطحي اوسپنیزکانکریټي عنصر دی چې کوچنی ضخامت لري ، په ودانیو کې تري مستقیمه ګټه اخیستل کیږي او د هغې له پاسه بارونه د هغې د کږېدنې د لامل کیږي په پایله کې اتکاګانو ته لېږدېږي . د ودانیو په پوښښ کې د فرشونو او بامونو لپاره اوسپنیزکانکریټي پوښښ تختې ډېر وړ عنصر دی ، چې له همدې امله د ښلابښلو ساختمانونو او ودانیو په جوړښت کې په پراخه کچه کارېږي .

د پوښښ تختې کېدای شي یولوریزه او یا دوه لوریزه وي ،چې د پوښښ تختو د ډولونواو یولوریزه پوښښ تختې محاسبه او تحلیل په اړه بشپړه څرګندونې د اوسپنیزکانکریټي عناصرو لومړۍ برخه درسي کتاب په پنځم فصل کې شوې دي ، نو په دې فصل کې د دوه لوریزه پوښښ تختو د محاسبې او تحلیل په اړه څرګندونې کیږي .

2.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو پېژندنه (Introduction of Two-Way slabs)

د اوسپنیزو کانکریټي عناصرو د پوښښ تختو پراختیا ډېر په زړه پورې دی، کله چې په لومړي ځل د پوښښ تخته جوړه شوه ، نو هغه مهال د پوښښ تختې په کاري میخانیکیت هیڅوک نه پوهیدل ، یو شمېر مخترعینود سیستم په اوږد لوري او یو شمېرو به نیمه تجربوي محاسبوي طریقې کارولې . د پوښښ تختو په اړه د امریکا پوهانې مقالې او هررنګه بحثونو سره ببلابېله بڼه لرله ، هر یوه مخترع به خپله نظریه درسته او د نورو نظریې به یې غلطې ګڼلې .

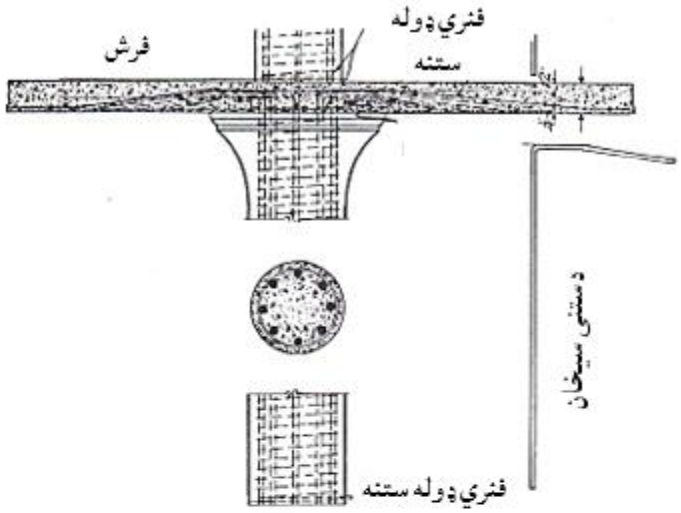
دا څرګنده نه ده چې په لومړي ځل چا پوښښ تختي جوړې کړلې ، خو د پوښښ تختو په اړه تاریخي مطالعې ته په کتنې سره سوزین (Sozen) او سایس (Siess) دعوه کړې چې لومړی واقعي هواره پوښښ تختې (Flat slabs) یې په (1906) ز کال کې د امریکا د مینسوتا ایالت د مینا پولیس (Minneapolis) ښارکې د سی . ای . پی . ټیورنر (C. A. P. Turner) په واسطه جوړه کړې. په همدې کال کې په سویټزرلنډ (Switzerland) کې د میالارټ (Miallart) په واسطه هم هواره پوښښ تختې(Flat slabs) جوړې شوې . ټیورنر (Turner) د پوښښ دا ډول تختې د خرپړې ډوله پوښښ تختو (Mushroom slabs) په نوم ځکه ونومولې چې ستنې د پوښښ تختې سره د ښلېدنې کې پراخېږي (Flared) ، چیرته چې په څلورو لورو ډوه یې د قایمې زاویې په لوري او دوه یې قطري لوري) یې سیخان قات شوي دي . دا قات شوي سیخان د وایې په منځ کې د پوښښ تختې د پاسنۍ برخې څخه ښکته د پایې له پاسه د پوښښ تختې لاندنۍ برخې ته راتاوېږي . د پوښښ تختې ځینې سیخان ښکته لوري ته ستنې ته دننه راقاتېږي او ځینې نور یې ګردچاپېره په دایروي شکل لکه د (1.2- شکل) په څېرقات کېږي .

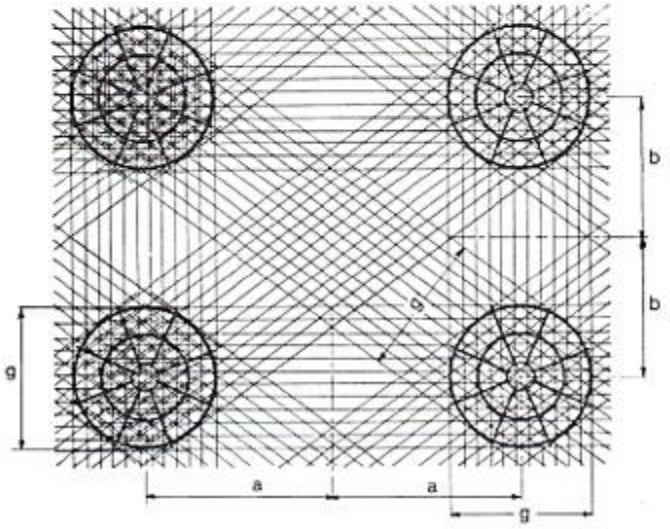
دپخوانیو ودانیو د پوښښ تختو محاسبه کوونکو یا ډیزاینرانو دجوړېدنې څخه وروسته د څوکلونو لپاره د خطر ضمانت کاوه اود ودانۍ د خاوند د قبلېدنې لپاره

به يې د پـوښښ تختې لـه پاســه د بـارېـدنې ازمايښتـونـه تـر ســره کـول . ټيورنر (Turner) د ايچ . ټي . ايدي (H. T. Eddy) پواسطه د نيمګړې (نابشپړه) تختې د تحليل تيورۍ (incomplete analysis theory) پر بنسټ خپله محاسبه تر سره کړله. د دې مرحلې په اوږدو کې د محاسبې (Design) د لارښوود په توګه متقاطع ګاډر په پام کې نيول شوې و ، چې په هر لورې يوازې د يوې برخې د بارېدنې له امله يې خطا احساسېدله، دا ځکه چې په دې ډول ستاتيکي حالت کې د پوښښ تختې جوړښت هيڅ هم تر سره کړې نه وو .

په (1914) زکال کې جې . ار . نيکولس (J. R. Nichols) داسې ستاتيکي حالت وکاروو چې دهغې له امله يې د پوښښ تختې په ټوله تخته کې مجموعي مومنټ په لاس راوړ. د تحليل دا ډول کړنه د(ACI Code) کود دپوښښ تختې د محاسبې اوسنی بنسټ جوړ کړ . د هغــې د مقالــې لومــړنې دريــځ او تشريح دا وه « ســره لــه دې چــې ستــاتيک د اوسپنيزکانکريټي فرش د هواره پوښښ تختې دتشنجاتو دپيداکېدنې لپاره بسنه نه کوي ، خو د دې تشنجاتو د زغم ډاډمنتيا ټيټ حد ټاکي» . ايدي (Eddy) په دې نظريه نيوکه وکړله او ويې ويل چې « د دې مقالې بنسټيزه غلطه فرضيه د دې له لومړۍ جملې نه څرګنده شوه ». د ټيورنر (Turner) په عقيده په دې مقاله کې « له يوې خواڅرګنده ډېر بې مثله متعدده پوچتيا شته او له بلې خـوا يوه منطقي ، عملي او تيورتيکي نظريه ده ». همداراز ای . ډبليو . بويل (A. W. Buel) په دې اړه خپله نظريه داسې څرګنده کړې وه « هغه د دې وړتيا نه لري چې په مقاله کې يوازې يو لامل او واقيعيت په ګوته کړې ، په داسې حال کې چې لاملونه او واقيعيتونه يې نه دي توضيح کړي» ، له بلې خوا دې احساس کړې وه، چې دا« د واقيعيتونو په واسطه رد شوي دي » . دنيکولس (Nichols) له خواداسې تحليل وړاندیز شوې وچې مومنټونه يې له اوسنې محاسبې او ډيزاين له واقعي قيمت څخه له (30%) سلنې څخه تر (50%) سلنې پورې لږ اټکلول . خود پوښښ تختې په غوره شوې محاسبې او ډيزاين په سيستم کې د مومنټونو

د واقعي قيمت څخه د لږ اټکلولو په وړاندې د مبصرونو اونيوونکو له خوا احساسات څرګند شو(312-314:12).





1.2- شکل: د ټيورنر (Turner) د خرڅ ډوله پوښښ تخته (Mushroom slab) (625:15) .

که څه هم د نيکولس (Nichols) تحليل درست و او په ټوله کې د (1920) زکال په نيمايې کې قبول شوی و ، خو د (ACI Code) له خوا تر (1971) زکال پورې په بشپړه توګه په رسميت نه وه پېژندلی او په دې يې ټينګار کاوه چې د هوار ه پوښښ تختې په محاسبه کې د ستاتيک (100%) سلنه مومنټونه اړين دي . په کړښدنه کې د بارشويو دوه

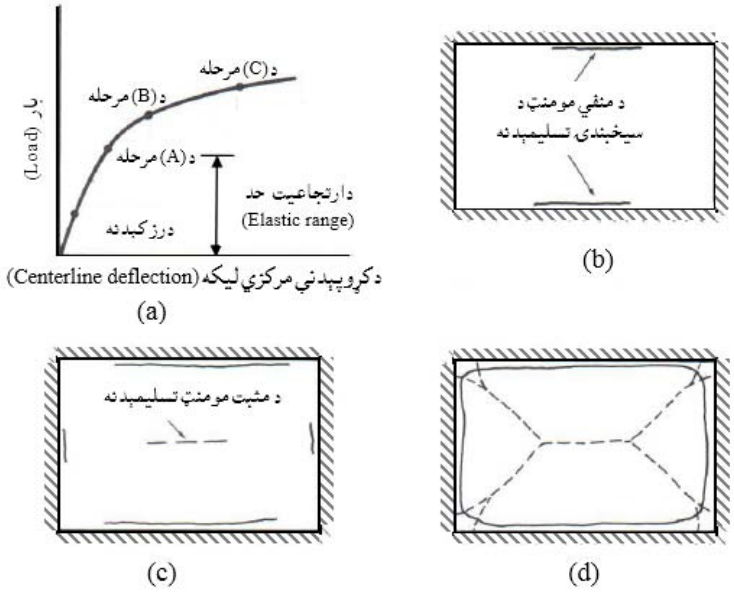
لوريزه پوښښ تختود ويجاړېدنې او تخريب لپاره اړينه ده ، چې دهغې ځانګړتياوې په لاندې ډول د مطالعې لاندې ونيسو :

1- د پوښښ تختې له درز کېدنې څخه مخکې د يوې پلاستيکې تختې په څېر کار کوي او د لنډې مودې لپاره يې له بار لاندې د شکل بدلون (Deformation) ، تشنجات او نسبتي اوږدېدنه کولی شو د ارتجاعيت تحليل له مخې مالومه کړو.

2- د پوښښ تختې له درز کېدنې څخه وروسته او د سيخانو له تسليمېدنې څخه مخکې ،د ثابتې سختۍ توان نه لري ، دا ځکه چې درز شويو ساحو د کږېدنې په وړاندې يې سختې (EI)د نه درز شويو ساحو په پرتله کمږي. سره له دې چې دا شرايط د ارتجاعيت د تيورۍ له فرضيې څخه تېرې کوي ، خو ازمايښتونو او تجربو ښودلې ده چې د ارتجاعيت تيوري لاهم د مومنټونو کافي اندازه شتون ثابتوي . په ټوله کې د يوه نارمله ودانۍ د پوښښ تختې د ګټې اخېستنې بارونو لاندې قسماً درزکېږي .

3- کله چې دلوړ مومنټ په لرلوسره د يوې يا څو ساحو سيخانو کې تسليمېدنه پيل شي او دپوښښ تختې په ټولو برخو کې د مومنټ په څېر له تسليمدنې ساحې څخه تر هغه ساحې پورې چې لاهم په ارتجاعيت کې واقع وي بياوښنه خــپره شي ،نو د يوې سختې اتکاء لــرونکې پوښــښ تختې ((fixed څــلــورو څــنډو تــه د تسلــيمېدنې پــراخــتيا د (2.3- شکل) په څېر تر سره کېږي. په دې حال کې د اوږد لوري په مرکزونو کې د پلاستيکي مفصلونوپه متمرکز کېدنې کې لومړنې تسليمېدنه دمنفي مومنټونوپه غبرګون د (2b.2- شکل) په څېر رامنځته کېږي او دا مفصلونه د اوږد لوري په اوږدو او باالاخره د پوښښ تختې د لنډو لورو په اوږدو کې په نويو مفصلونو کې خپرېږي . په عين حال کې د پوښښ تختې په لنډ لوري د مرکز سره متقاطع يا عمود ، د پوښښ تختې په تسمو کې مثبت مومنټ ډېر ېږي ، دا ځکه چې د دې تسمو په ورستيو کې د پلاستيکي مفصلونو له امله مومنټ بيا وښل کېږي او په پايله کې په دې تسمو کې فولادي سيخان دمثبت مومنټ له امله ، لکه د (2c.2- شکل) په څېر تسليمېدنې ته رسېږي . د بار د ډېرېدنې سره د تسليمېدنې ساحې ، چې د تسليمېدنې ليکو په نوم

پېژندل کېږي، چې د پوښښ تخته لکه د (2d.2- شکل) په څېر په ببلابېلو ډوډنقه يې او مثلثي ارتجاعي تختووېشي . بارونه د دې خواصو د مرحلو پورې اړه لري چې د تسليمېدنې ليکو يا خطونو تحليل د کارېدنې له مخې اټکلېږي (253:8).

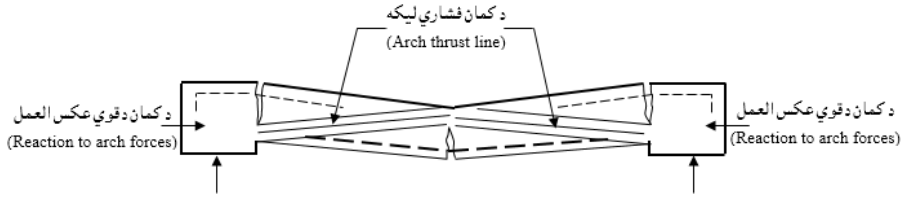


2.2- شکل: د سختې اتکاء لرونکي پوښښ تختې په څلورولوروکې د غيرارتجاعيت کړنه. (a) دبار له امله کړوېېدنه (b) دتسليمېدنې لـومړني مرحله (د A مرحله) ، (c) د مثبت مومنټ لـه امله د تسليمېدنې پيل (د B مرحله، (d) د تسليمېدنې د ليکې ميکانيزم(د C مرحله) (626:15) .

4- سره له دې چې د تسليمېدنې خطونه تختې د پلاستيکي ميکانيزم په شکل وېشي، مفصلونه د کړوېېدنې (Deflection) د ډېرېدنې سره بې حرکته کېږي او دپوښښ تختې لکه د (3.2- شکل) په څېرکټ مټ د هواره فشاري کمان شکل اختياروي. دا فرض شوې ده چې د ساخـتمان ګـردچـاپيره د کمان د عکس العملـونـو لپاره په کافي اندازه سختي لري ، چې معمولاً په محاسبو کې د خواصو په دې مرحله کې دارنګه په پام کې نه نيول کېږي.

خواصو ته دکتنې اهميت د دې لپاره توضيح کېږي چې په لومړي قدم کې د پوښښ تختې ارتجاعي تحليل کې د ګټې اخېستنې بارونه ، د بارونو په توګه د ډېرېدنې له امله دقت د لاسه ورکوي او په دويم قدم کې د فولادي سيخانو تسليمېدنې ته د رسيدنې څخه

وروسته په لومړي حالت کې په لوړ حد د مومنټونو بیا وښنه پېښېږي . د پوښښ یوه تخته په متداومه توګه د ګاډرونو یا دیوالونو له پاسه تکیه کېږي ، چې دې ته باید بشپړه پاملرنه وشي . که په ځینو حالتونو کې د پوښښ تختې د پایې له پاسه تکیه کړي وي ، نو په همدې ډول خواص به مشاهده شي ، د دې په استثنا چې په دې حالت کې په لومړي قدم کې درزکېدنه د پوښښ تختې له پاسنۍ یانې د ستنې ګردچاپېره برخې څخه پیلېږي اود پوښښ تختې او پایې ترمنځ ښکته لوري ته غځېږي . دپوښښ تختې چې کله د کرښدنې یا انحناء له امله له منځه تلنه کې په بې ساري توګه انعطاف مننونکي دي ، د پوښښ تختې او په ځانګړې توګه د پوښښ هواره تختې د عرضاني ژر ماتېدونکو قوو له امله هم ویجاړ او تخریبېږي .

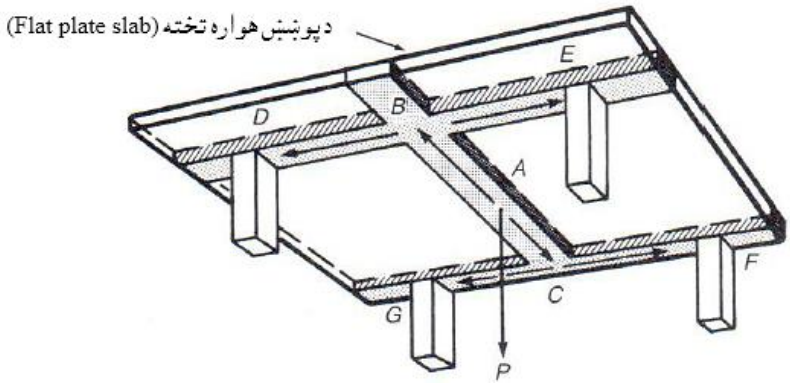


3.2- شکل: په پوښښ تختې کې د کمان کړنه (626:15) .

3.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو ډولونه (Types of Two-Way Slabs)

دوه لوریزه پوښښ تختې دساختمانونو او ودانیو د پوښښ هغه سطحي برخه جوړوي چې دبارونو له امله په دواړو لورو انحنایې مومنټونه زغمي او په پایله کې بې اتکاء ګانو ته لېږدوي . له همدې امله په یولوریزه پوښښ تختو کې بنسټیز او اساسي فولادي سیخانو یوازې په یوه لوري د کرښدنې مومنټ پر وړاندې دمقاوم کېدنې لپاره او د هغې پر عمودي لوري د انقباض او د تودخې د اغېزو د مخنیوي لپاره ځای په ځای کېږي . خو که د پوښښ تختې لکه د (4.2- شکل) په څېر د ګاډر د ارتفاع په حدودو کې واقع شي او د پوښښ تخته په دواړو لورو بار واخلي . داسې تصور شي چې د (A) سره بار له (A) څخه تر (B) او (C) پورې دپوښښ تختې د یوې تسمې او له (B) څخه تر (D) او (E) پورې د پوښښ تختې د نورو تسمو په واسطه واخېستل شي ، په دې حالت کې د

پوښښ تختې بار په دواړو لورو خپرېږي، نو ځکه ورته د دوه لور یزه پوښښ تختې نسبت ورکول کېږي .



4.2- شکل: د پوښښ تختې په دوه لوریزه کړښدنه (622:15) .

ددوه لوریزه پوښښ تختو ساختمان په ټولو اوسپنیزوکانکریټي اجزاوو کې جوړښدونکې عنصر دی ، چې د ساختمان د جوړښت په سیستم کې دیوه اغیزمن، اقتصادي او په پراخه کچه کارښدونکې عنصر په توګه تري ګټه اخیستل کېږي اوپه ساختمانونو کې په بېلابېل ډول د پوښښ په سیستم کې کارېږي . د سپک بارلرونکو اپارتمانونواویا دې ته ورته ودانیو لپاره د(5a.2- شکل) په څېرله هوار پوښښ تختو (Flat Plates) څخه ګټه اخیستل کېږي ، چې یو شانته او ثابت ضخامت لري او مستقیاً د پایو له پاسه تکیه وي . د اپارتمانونو پوښښ تختو پاسنۍ سطحه په ډېره اسانۍ سره فرش کېږي (Carpeted) او لاندنۍ سطحه یې د مناسب پوښښ سره دفضایې مسطحې (Ceiling) په ډول د لاندنې پوړ لپاره کارېږي ، دا ډول پوښښ تختې د (4.5m) څخه تر (6.0m) اوږدو وایو لپاره ډېرې اقتصادي دی . د دې ډول پوښښ تختو په اړخیزه وایو کې د ضخامت د ډېرښدنې څخه د مخنیوي لپاره ګاډرونه (محیطي ګاډرونه) هم په پام کې نیول کېږي .

د پوښښ تختې د اوږدو وایو لپاره اړین ضخامت ، د عمودي بار له امله عرضاني قوي پایو ته لېږدوي ، نو له دې امله د انحنایه وړاندې مقاوم کښدنې ته اړتیا ډېرېږي ،

چې په پایله کې د پنیل (Panel) په منځ کې کانکرېټ په اغېزمنه توګه نه شي کارېدلی . د دې لپاره چې د پوښښ تختې سپکې او مومنټونه یې راکم او مواد خوندي یې شي ، نو وایې باید په منځ کې د (5b.2- شکل) په څېر د پښتیو یا وتلو برخو (ribs) په واسطه متقاطع کېږي . د یادولو وړ ده چې ستنو ته نژدې بشپړه ارتفاع (Full depth) ، له پوښښ تختې څخه پایې ته د عمودي بارونو د عرضاني قوو د لېږدېدنې د ساتنې لپاره په پام کې نیول کېږي ،چې ضخامت یې نسبتاً ډېر وي او د وایو په منځ کې چې یې مومنټ رامنځته کېږي ، نو د وایې په منځ کې د کشش لـه املـه کانکـرېټ د جـوړښت له مخې ګـټور نه وي دا ځکه چې د وزن او د مـوادو د مصرف د ډېرېـدنې لامل کـېږي . نـود د وزن د کمېدنې او د موادو د مصرف له کمېدنې څخه د مخنیوي د حل لاره دا ده چې د منځنیو وایو ضخیم ډوله تخت لرونکې پوښښ تخته بشپړه نازکه پوښښ تخته چې په دواړو لورو کې وتلې بـرخې (بـرامده ګي) لـري په پام کې نیول کېږي. دا ډول پوښښ تختې د مشبک پوښښ تختو (Waffle slabs) یـا دوه لـوریـزه فـرعي ګاډر سیستم (Two -Way joist system) په نـوم پېژندل کېږي . د دې ډول پوښښ تختو د جوړولو لپاره په مشبکه تـوګه فلـزي او فایبر ګلاس قالبونه کارېـږي ، مشبک ډوله دوه لوریزه پوښښ تختې (Waffle slabs) د پوښښونو لپاره له (6.0m) یا (20 ft) څخه تر (9.0m) یا (30 ft) او په ځینو حالتونو کې تر (12.0 m) یا (40 ft) وایو پورې کارېږي . پاملرنه باید وشي چې د ستنو په محدودو کې د مشبکه پوښښ تختې ضخامت بشپړه په پام کې ونیول شي او شبکې دوه لورو ته فرعي ګاډورونه له پایو د محـوطـې څخه بیرون په پام کې نیول کېږي ،چې دا کار د ستنو په ګردچاپیره د عرضاني قوو په وړاندې مناسب ظرفیت برابروي .

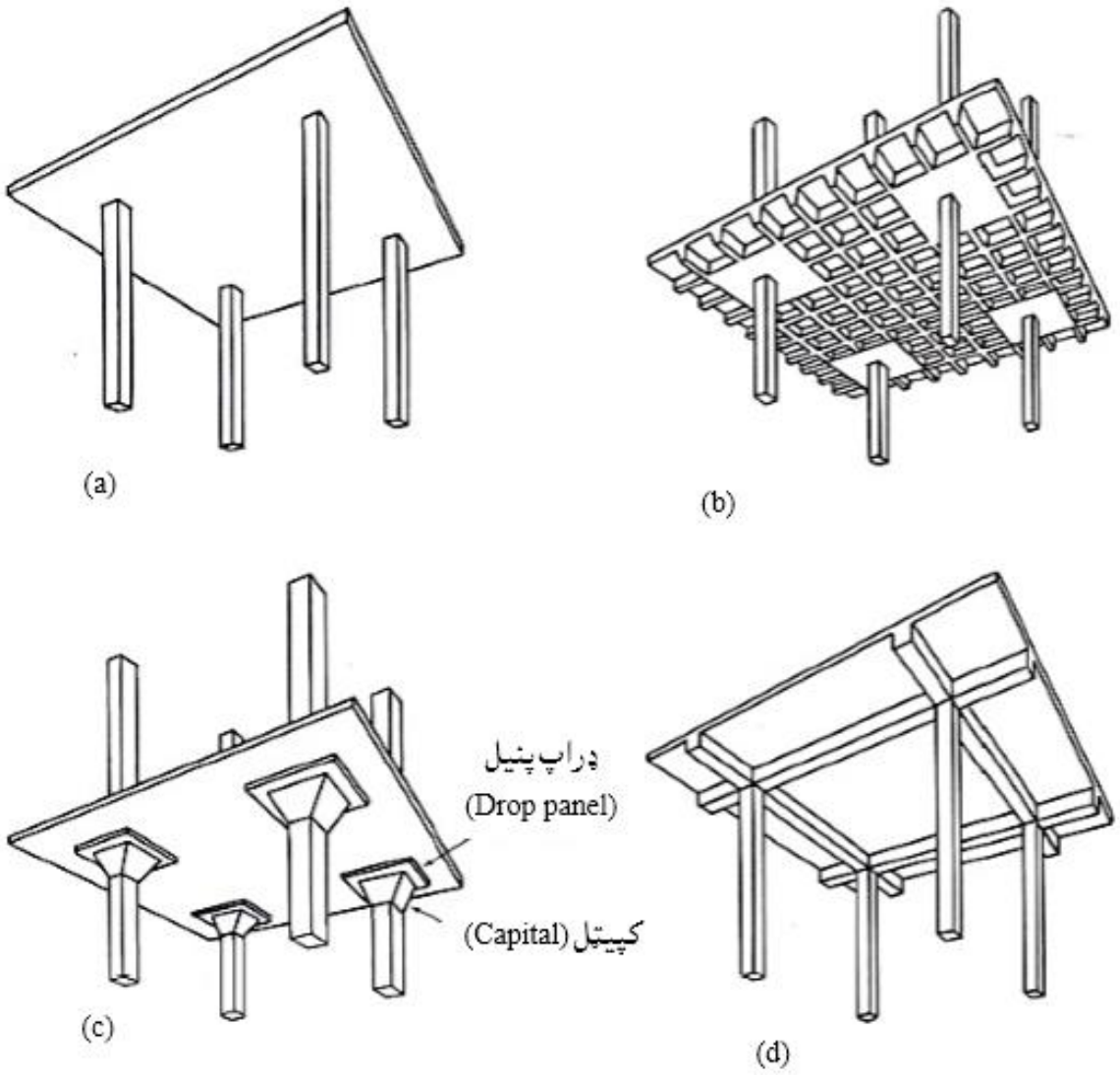
د درنوبارونکو پوښښونو لپاره لکه د صنعتي،ګودامونواو لوی پارکینګونه چې لوی وایې ولري ، معمولاً دپوښښ تختې څخه پایو ته د بار (ځانګړې توګه د عرضاني قوو) په انتقال کې ستونزي رامنځته کېږي . دا ډول پوښښ تختې په (3c.2- شکل) کې ښودل شوې دې چې پنیلونه لري د هواره دوه لوریزه پوښښ تختو (Flat slabs) په نوم

یادېږي . په دې ډول پوښښ تختو کې ستنو ته نژ دې یا ګردچاپیره د عرضاني قوي لېږدېدنه ، پایو ته نژدې د پوښښ تختې د ډراپ پنیلونو (Drop Panels) یا د پایې له پاسه دپراخه شوې برخې (flaring the top of column) څخه د پایې د کپیټل (Capital) پورې د بشپړه ضخامت په واسطه تر سره کېږي . د پایې له پاسه ډراپ پنیل معمولاً له پایې څخه په هر لورې د وایې د اوږدوالي د شپږمې برخې په اندازه د ستنې له محوره غځېږي ، سره له دې چې په ټولو برخو کې د منځنیو وایو په حدودو کې د لږ صخامت څخه کار اخېستل کېږي ، چې له امله یې دوایې په منځ کې د کانکرېټو مقدار کمېږي .

د عرضاني قوو په وړاندې د پوښښ تختې د مقاوم کېدنې لپاره بله طرېقه دپایو په ګردچاپیره دکپیټل کارېدنه ده چې له امله یې په ساحه کې د پوښښ تختې لاندې پایې ابعاد په تدریجي ډول ډېرېږي ، خو د قالب په ټرلو کې ستونزه رامنځته کوي . همداراز دعرضاني قوو د مقاوم کېدنې لپاره د ډراپ (Drop) څخه ګټه اخېستل کېږي چې د ستنې له پاسه د پوښښ تختې سره پیوست په پام کې نیول کېږي (255:8).

دپوښښ هواره تختې هغه مهال کارېږي چې بې له ضرېبه بار اندازه له ($5\ KN/m^2$) یا (100 psf) څخه ډېره او وایه له (6.0m) یا (20 ft) څخه تر (9.0m) یا (30 ft) پورې وي . په (5c.2- شکل) کې ښودل شوې کپیټل ډوله کې د شلمې پېړۍ د لومړۍ نیمایې په پرتله په اوسني وخت کې د قالب د قیمت له امله لږ کارېږي .

د پوښښ تختې بل ډول سیستم چې په ځانګړې توګه د لویو وایو لپاره د ګاډرونو سره د دوه لوریزه پوښښ تختو سیستم دی ،په دې سیستم کې دپایو تر منځ د ګاډرونو له پاسه د پوښښ تختې څخه کاراخېستل کېږي . په دې سیستم کې د پوښښ تختې له پاسه وارده بارونه ، په دوو لورو ګاډرونو ته او بیا وروسته له هغې څخه ستنو ته انتقالېږي، دې ډول پوښښ تختو ته د ګاډرونو له پاسه دوه لوریزه پوښښ تختونسبت ورکول کېږي چې په (5d.2- شکل) کې ښودی شوي دي (622-624:15) .



5.2- **شکل : د دوه لوریزه پوښښ تختې ډولونه .** (a) **هواره دوه لوریزه پوښښ تخته** (Flat plate) . (b) **پښتې ډوله یا کولچه ډوله دوه لوریزه پوښښ تخته** (Waffle slab) . (c) **هواره پوښښ تخته** (Flat slab) . (d) **ګاډر لرونکې دوه لوریزه پوښښ تخته.** (623:15) .

4.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د مومنټونو تحليل

(Analysis of moments in Tow-way slabs)

په لاندې (6.2- شکل) کې يوه ساده اتکاء لرونکې فرشي پوښښ تخته ښودل شوې ، چې د ګاډرونو له پاسه تکيه ده او د فرش له امله ($q\ KN/m^2$) بار پرې عمل کوي ، د تختې په يو متر عرض کې د (A-A) مقطع سره مساوي کېږي په :

$$m = q\frac{\ell_1^2}{8}\ KN.\ m/m.$$

د فرش په دننه کې مجموعي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M = (w\ell_2)\frac{\ell_1^2}{8}\ KN.\ m/m \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1.2)$$

د ساده اتکاء لرونکي پوښښ لپاره چې عرض يې (ℓ_2) او وايه يې (ℓ_1) وي ، د اعظمي مومنټ پورتنې يو مشهور او اشنا فورمول دی(498:10) .

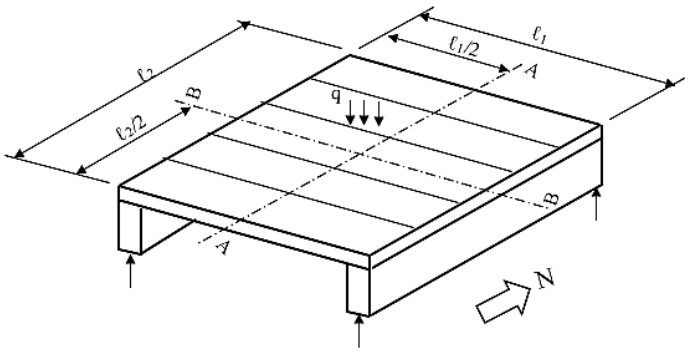
تخته په اتکاء کې هر ګاډر ته په يوه متر کې ($q\frac{\ell_1}{2}$) بار انتقالوي ، نو د (B – B) مقطع کې په ګاډر باندې د بار له امله مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{1b} = (q\frac{\ell_1}{2})(\frac{\ell_2^2}{8})\ KN.\ m.$$

په دواړو ګاډرونو کې مجموعي منټ مساوي کېږي په :

$$M_{B\text{-}B} = (q\ell_1)\frac{\ell_2^2}{8}\ KN.\ m/m \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (2.2)$$

په ياد بايد ولرو چې د تختې په واسطه د ختيځ او لويديځ لورو څخه مجموعي بار لېږدېږي ، چې په تختو کې د ($w\frac{\ell_1^2}{8}$) مومنټ د پيدا کېدنې لامل کېږي ، دلته ($w = q\ell_2$) . همدا راز مجموعي بار د شمالي او جنوبي ګاډرونه ته لېږدېږي ، چې په همدې شانته په ګاډرونو کې د مومنټ لامل کېږي .

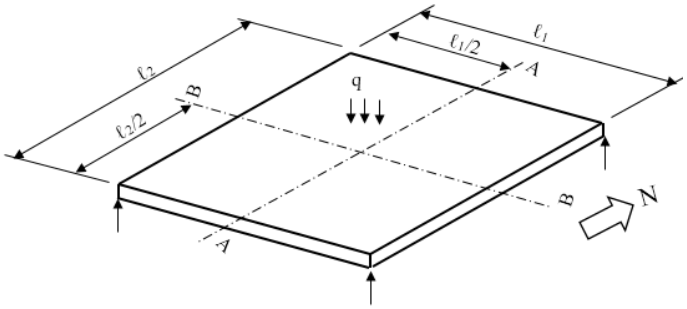


6.2- شکل: د فرش په تختې اوګاډر کې مومنټونه (627:15).

په دوه لوریزه پوښښ تختو کې مومنټ کټ مټ د(7.2-شکل) په څېر رامنځته کېږي. د (7.2-شکل) له مخې د (A-A) او (B-B) د مقطعو په اوږدو کې مجموعي مومنټونه مساوي کېږي په:

$$M_{A\text{-}A} = (q\ell_2)\frac{\ell_1^2}{8}\ \text{KN. m/m} \quad \ldots\ldots (3.2)$$

$$M_{B\text{-}B} = (q\ell_1)\frac{\ell_2^2}{8}\ \text{KN. m/m} \quad \ldots\ldots (4.2)$$



7.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختې کې مومنټونه (628:15).

1.4.2- د جان ار. نیکولس په طریقه د پوښښ په تختو کې د مومنټونو تحلیل (John R. Nichols' Analysis of Moment in slabs)

د تحلیل او تجزیې څخه وروسته (1.2) او (2.2) استنباط شوې رابطې په لومړي ځل په (1914) ز کال کې د نیکولس (Nichols) په واسطه خپرې شوې. د نیکولس بنسټیزه تحلیل مخکې واضحه شو چې د پایې په ګردچاپېره پوښښ تختې لپاره یې وړاندې کړی

وو او له بلې خوا د اتکاء ګانو په نقطو کې د فرضيې له مخې يې (1.2) او (2.2) رابطې استنباط کړلي، دا ځکه چې اوس مهال مستطيلي مقطع لرونکې ستنې ډېرې عامه دي، په دې استنباط کې لاندنۍ حالتونه فرض شوي دي :

1- په لوی ساختمانونو کې دننۍ پنيل په ټيپيک ډول سره مستطيلي فرضېږي.

2- د ساختمان ټول پنيلونه ديو شانته بار څخه په منظمه وېشلې توګه بار شوې فرضېږي.

دا پورتنۍ دوه فرضيې د دې لپاره په پام کې نيول کېږي چې د اعظمي مومنټونو ليکه ډاډمنه شي او په دې ليکه کې د عرضاني قوو او تاووېدنې له امله مومنټونه له صفر سره مساوي وي ، په دې شرط چې دا ليکې په ساختمان کې په متناظره توګه واقع شوې وي . دا مجازي حد په (8a.2- شکل) کې په يوه ځانګړې شوې ليکه ليکه شوې برخه کې ښودل شوې دی، چې د ليکو په واسطه په متناظره توګه محدودشوی دی(318:12) .

د عمودي بارونو عکس العملونه پوښښ تختې ته د پايې په اړخ کې دګردچاپېره عرضاني قوو په واسطه انتقالېږي . دا اړينه ده چې د عرضاني قوي (Shear) وېشنه وپېژنو او يا يې فرض کړو تر څو د پوښښ تختې په پنيل کې مومنټونه پيدا کړو. د ستنې د کنجونو سره داعظمي عرضاني قوي (Shear) انتقال رامنځته کېږي او نسبتاً په لږ مقدار د ستنې په منځنۍ لوري کې انتقالېږي .

3- دپايو عکس العملونه د دوې په څلوروکنجونوکې متمرکز وي . په (8b.2- شکل) کې د پوښښ تختې برخې ، د قوو او مومنټونو عمل ښودل شوی دی . د ليکه ليکه شوی پنيل په مرکز کې عامل بار ($q\ell_1\ell_2/2$) منفي د پايو په واسطه اشغال شوي مساحت باندې بار ($qc_1c_2/2$) ، د پايې په کنجونو کې د مخ پورته عکسل العمل سره معادل دی .

مجموعي ستاتيکي مومنټ (M_o) د منفي مومنټ (M_1) او مثبت مومنټ (M_2) مجموعه ده ، چې د(A-A) ليکې ته د مومنټونو د مجموعي څخه په لاندې ډول پيدا کېږي :

$$M_o = M_1 + M_2 = \left(\frac{q\ell_1\ell_2}{2}\right)\frac{\ell_1}{4} - \left(\frac{qc_1c_2}{2}\right)\frac{c_1}{4} = \left(\frac{q\ell_1\ell_2}{2} - \frac{qc_1c_2}{2}\right)\frac{c_1}{2}$$

$$M_o = \frac{q\ell_2}{8}\left[\ell_1^2\left(1 - \frac{2c_1}{\ell_1} + \frac{c_2c_1^2}{\ell_2\ell_1^2}\right)\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.2)$$

پورتنې رابطه د (ACI) کود د (ℓ_n^2) قیمت په عوضولو سره ساده کوي ، چې(ℓ_n) د پایو د اړخونو ترمنځ خالصه وایه ده چې مساوي کېږي په : ($\ell_n = \ell_1 - c_1$)

$$\ell_n^2 = \ell_1^2 \left(1 - \frac{2c_1}{\ell_1} + \frac{c_1^2}{\ell_1^2}\right) \quad \text{..... (6.2)}$$

د (5.2) او (6.2) رابطو د پرتله کېدنې څخه (ℓ_n^2) یوازې د (3.2) رابطې په قوس کې لـرې تـوپیر څـرګـنـدېږي او د مجموعي ستاتیکي مومنټ لپاره رابطه کولی شو په لاندې ډول ولیکو:

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8} \quad \text{..... (7.2)}$$

د دایروي ستنو لپاره نیکولس فرض کړې وه چې د پایو له اړخ سره عرضاني قوه ګردچاپیره یو شانته وېشلې عمل کوي ، نو په دې حالت کې یې مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8} \left[1 - \frac{4d_c}{\pi\ell_1} + \frac{1}{3}\left(\frac{d_c}{\ell_1}\right)^2\right] \quad \text{..... (8.2)}$$

دلته : (d_c) د پایې د کپیټل قطر دی . نیکولس پورتنۍ رابطه په لاندې ډول اټکل کړله :

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8} \left(1 - \frac{2}{3}\frac{d_c}{\ell_1}\right)^2 \quad \text{..... (9.2)}$$

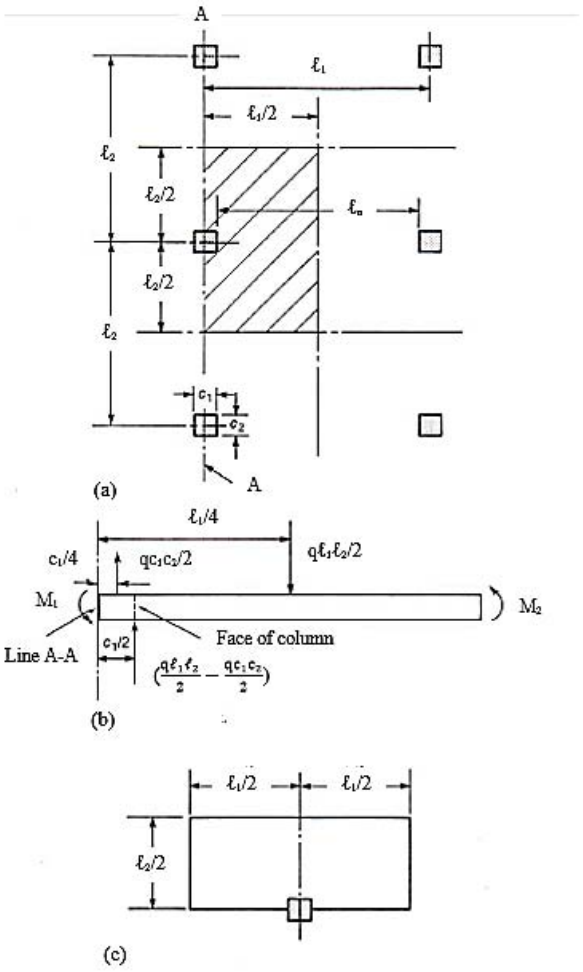
د (ACI) کود د مربعوي مقطع لرونکو پایو لپاره د (ℓ_n) پر بنسټ د(7.2) رابطې کارېدنه تائید کړله ، په دې شرط چې مربعوي مقطع لرونکې پایې تر منځ معادلې وایې د دایروي پایو په څېر یو شانته مساحت ولري .

په دې حالت کې ($c_1 = d_c \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 0.886d_c$) .

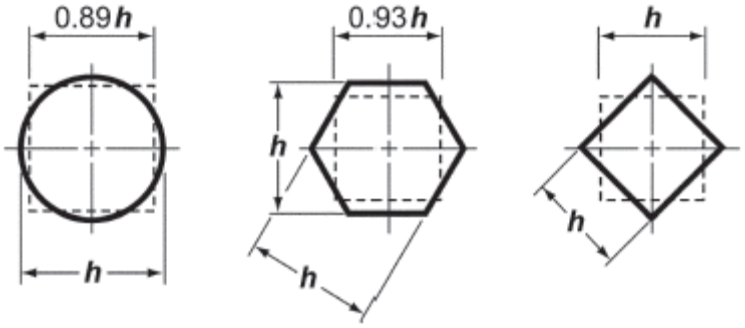
د مربعوي مقطع لرونکو پایو لپاره د ($c_1/\ \ell_1$) نسبت حدود له (0.05) څخه تر (0.15) پورې په پام کې نیول کېږي . که ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.05$) او ($c_1 = c_2$) شي ، نو(3.2) او (5.3) رابطو څخه لیکلی شوچې : ($M_o = K\frac{q\ell_2\ell_1^2}{8}$) دلته : (K) ضریب دی چې په ترتیب سره (0.900) او (0.903) قبلېږي . د ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.15$) د (K) ضریب په ترتیب سره (0.703) او (0.723) قبلېږي. په دې ډول د(7.2) رابطه په دقت سره دهغه پوښښ تختو مومنټونه څرګندوي چې په مربعوي مقطع لـرونکو پایو باندې تکیه شوې وي ، د مناسبه محافظه کارۍ لپاره د ($c_1/\ \ell_1$) نسبت ډېرېږي .

د دايروي مقطع لرونکو ستنو لپاره د ($\frac{c_1}{\ell_1}$) نسبت حدود له (0.05) څخه تر (0.2) پورې په پام کې نيول کېږي. که ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.05$) او ($c_1 = c_2$) شي ، نو (6.2) ارابطه له مخې ($K = 0.936$) ، کله چې د (5.2) رابطه د (ℓ_n) پر بنسټ د ($c_1 = d_c \sqrt{\frac{\pi}{2}}$) په کاربدنې سره قبلېږي . د ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.2$) لپاره د (K) مطابق قيمت د (7.2) او (8.2) رابطو لپاره ($K=0.913$) په ترتيب سره له (0.748) څخه تر (0.677) پورې په پام کې نيول کېږي . په دې ډول د دايروي مقطع لرونکو پايو لپاره د (7.2) رابطه د (M_o) څخه تر (10%) سلنې پورې ، د (8.2) رابطې په پرتله لږ اټکل کېږي .

که په (8c.2- شکل) کې ښودل شوې برخو تعادل د مطالعې لاندې ونيو ل شي ، نو د (M_o) لپاره همدا ډول رابطې به د (ℓ_1) او (ℓ_2) همداراز د (c_1) او (c_2) دبدلون په پايله کې حاصل شي . له دې څخه يو ځل بياځرګندېږي چې په دواړو (ℓ_1) او (ℓ_2) لورو کې د مجموعي بار د مومنټ تعادل هرومرو بايدقانع کوونکې وي .



8.2- شکل : په پوښښ تختې کې دنیکولس تحلیل . (a) دپوښښ تختې پلان ، (b) د پوښښ تختې اخیزه نماو (c) د دویمې پوښښ تختې پلان (629:15) .



9.2- شکل : د اتکایې اجزاوو لپاره د معادلې مربعوي مقطع بېلګې (119:5) .

5.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د مومنټ وېشنه

(Distribution of Moments in two-way Slabs)

د ارتجاعيت تحليل پر بنسټ د پوښښ په تختوکې د مومنټ لپاره بنسټيزه رابطه مساوی کېږي په :

$$m_x = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$$
$$m_y = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10.2)$$
$$m_{xy} = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}\right)$$

په دې رابطو کې $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$ د پوښښ تختې په تسمه کې د (x) په لوري او $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right)$ د پوښښ تختې په تسمه کې د (y) په لوري کږېدنه (curvature) ښيي . د پوښښ تختې د تسمې کږېدنه (curvature) مساوي کېږي په :

$$= \frac{-\varepsilon I}{y\ r}$$

دلته : (r) د کږېدنې شعاع ،د پوښښ تختې د منځني هواره محور څخه د کږ ې شوې پوښښ تختې د منحني تر مرکزه پورې فاصله، ده ، $\left(\frac{I}{r}\right)$ کږېدنه ده او(y) د مرکزي محور څخه تر (ε) نسبتي اوږدېدنې تر ريښکې پورې فاصله ده . په ارتجاعيت کې د انحنايې جز کږېدنه مساوي کېږي په :

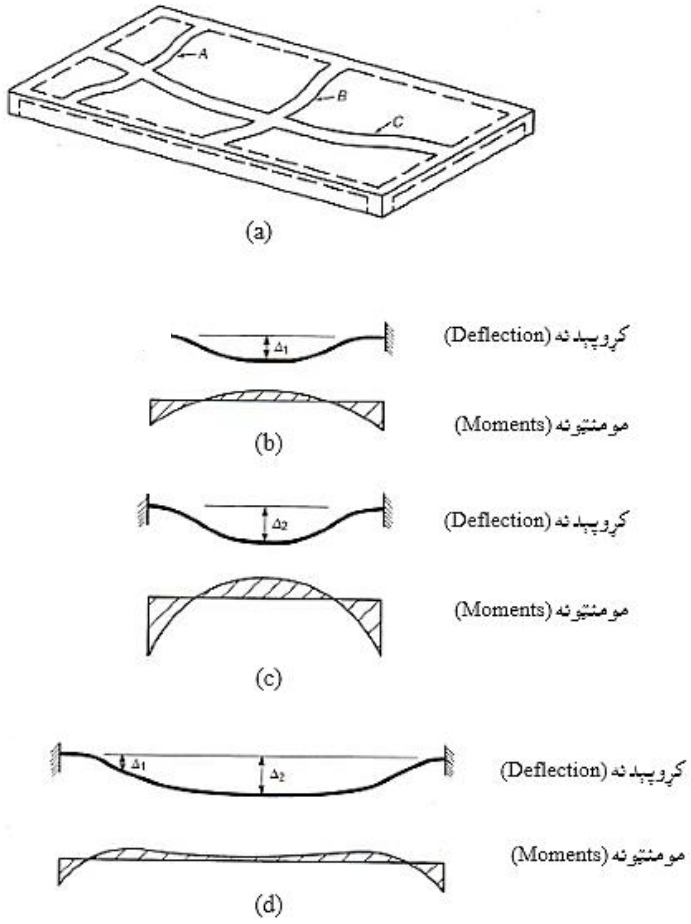
$$= \frac{-MI}{EI\ r}$$

پورتنې رابطه د کږېدنې او مومنټ تر منځ مستقيمه رابطه ده ، چې د پوښښ تختې د کړوپېدنې (deflection) بڼه مجسم کوي او د کيفيت له مخې د مومنټونو وېشنه اټکلوي.

په (9a.2- شکل) کې يوه مستطيلي ډوله پوښښ تخته ښودل شوې ده ، چې ټول اړخونه يې د ګاډرونو سره سخت نښتي دي او هغې کې يوه طولاني او دوه متقابلې تسمې هم ښودل شوې دي . د دې تسمو د کړوپېدنې يا خميده ګې بڼه او د هغې داړونده مومنټونو دياګرام له (9b.2) څخه تر (9d.2) شکل پورې ښودل شوي دي . دلته کړوپه شوې (deflected) بڼه ښکته لوري ته مقعر کېدنه ده چې په لاندېنۍ برخه کې د فشار مومنټ له امله ، منفي مومنټ نومول کېږي ، رامنځته کېږي ، چې له (8.2) رابطې څخه څرګندېږي . څرنګه چې (z) د مثبت ښکته لوري څخه اخېستل شوې دی، نو مثبته کږېدنه

$\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$ د هغې منحني پورې تړلې ده چې ښکته لوري مقعره شوې ده . د مومنټ دا لویوالې او اهمیت د کږېدنې سره متناسب دی .

ډېره کړوپېدنه (Δ_2) د پنیل په مرکز کې رامنځته کېږي ، چې په پایله کې یې کږېدنه د (B) په تسمه کې مومنټونه د (A) تسمې مومنټونو په پرتله ډېرېږي . د (C) تسمې مرکزي برخه اساساً مستقیمه وي ، داسې ښکاري چې په دې ساحه کې د ډېرې بارونو عمل د پوښښ تختې په لنډ لوري د یولوریزه پوښښ تختې په څېر خپرېږي .



10.2- شکل: د پوښښ تختې د کږېدنې او مومنټونو تر منځ اړیکې . (a) د پوښښ تختې کړوپې شوې تسمې، (b) په (A) تسمه کې کړوپېدنه، (b) په (B) تسمه کې کړوپېدنه ، (c) په (C) تسمه کې کړوپېدنه (632:15) .

د پوښښ په تختې کې د تاووېدنې موجوده مومنټونه (m_{xy}) د متقاطع تسمې د شباهت په واسطه څرګند ېږي .



11.2- شکل : د تاووېدنې مومنټ (m_{xy}) له املې د پوښښ تختې د (B-B) تسمې کړوپېدنه (632:15) .

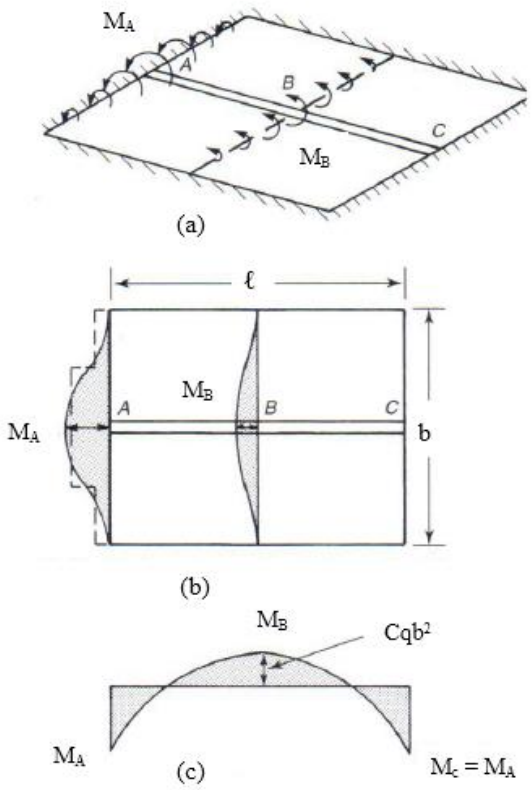
په سختو ګاډرونو یا دیوالونو باندې تکیه په مربعوي او مستطلي ډوله پوښښ تختو کې دمومنټونو وېشنه ، په یو یا دوو ګرافیکومنحنیو کې ښودل کېږي . د پوښښ تختې په عمودي اوږدو لیکو کې د منفي مومنټونو(M_A) او مثبتو مومنټونو (M_B) وېشنه په (11a.2) او (11b.2) شکلونوکې پرله پسې منحني ګانو په څېر ښودل شوې دي ، لکه څنګه چې د څرګنده لیکو او تورې شوې سطحې په واسطه ښودل شوي دي یا د یولړ قدمونو(Steps) لکه د(M_A) لپاره د منقطع لیکوپه واسطه ښودل شوې ده. د هرې نقطې سره د منحني ارتفاع دا ښیي چې د دغه نقطو سره مومنټ پراخېږي . په ځینو حالتونو کې د پوښښ تختې باالمقابل د (A-B-C) په تسمې کې د انحنایې مومنټونو وېشنه لکه د (10.2- شکل) اویا (12.2- شکل) په څېر ترسمېږي .

مومنټونه به د (Cqb^2) په مقدار سره څرګند شي ، کله چې (b) د پنیل د لنډ لوري اندازه وي ، د (C) ضریب قیمت په یوه مربعوي ، ساده اتکاء لرونکي یو لوریزه پوښښ تختې کې (0.125) وي . د پوښښ په تختو د اردې بارونوله اغېزې مومنټونو واحدونه په (lb. ft/ft) پونډفوټ په یوه فوټ یا (KN. m/m) کیلونیوټن په یوه متر عرض کې ښودل کېږي او په ټولو حالتونو کې د یوشانته بار شوې بار (q) لاندې پوښښ تختې لپاره د مومنټونو دیاګرامونه په پام کې نیول کېږي .

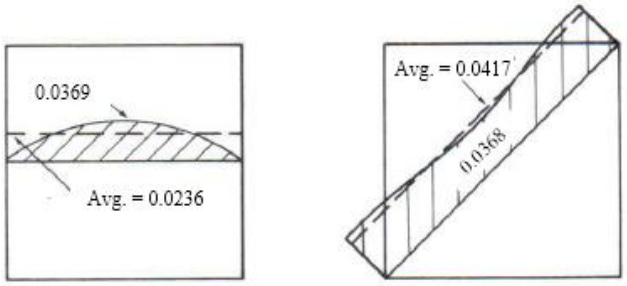
په (13.2- شکل) کې د ساده اتکاء لرونکې مربعوي پوښښ تختې لپاره د مومنټونو دیاګرام ښودل شوې دی ، د مومنټونو کار نظر لیکې ته په (12a.2- شکل) کې دي او د

پوښښ تختې په ډېره اندازه مومنټونه نظر د قطري محور اوږدو ته په (13b.2- شکل) کې ښودل شوې دي .

د یادولو وړ ده چې د پوښښ تختو یا ګاډرونو ته مجموعي بار د مومنټونو په واسطه له اتکاء څخه اتکاء ته انتقالېږي . په (14a.2- شکل) کې د پوښښ یوه تخته چې دوو لوروته ساده اتکاء لري او دوو نورو لورو د ګاډرونو په اوږدو تکیه ده ، ښودل شوې ده . د پوښش تختې هغه مومنټونه چې په (12a.2- شکل) کې ښودل شوي دي ،د مجموعي مومنټونو یوازې (19%) سلنه حسابېږي . د مومنټونو پاتې برخه په ښودل شویو دوو ګاډرونو وېشل کېږي .



12.2- شکل : په څلورو لورو سخت پوښښ تختې کې د مومنټ دیاګرام . (a) د پوښښ تختې په څنډو اومنځ کې مومنټونه، (b) د پوښښ تختې په څنډو اومنځ کې مومنټونه وېشنه ،(c) د (ABC) په تسمه کې مومنټونه (633:15) .

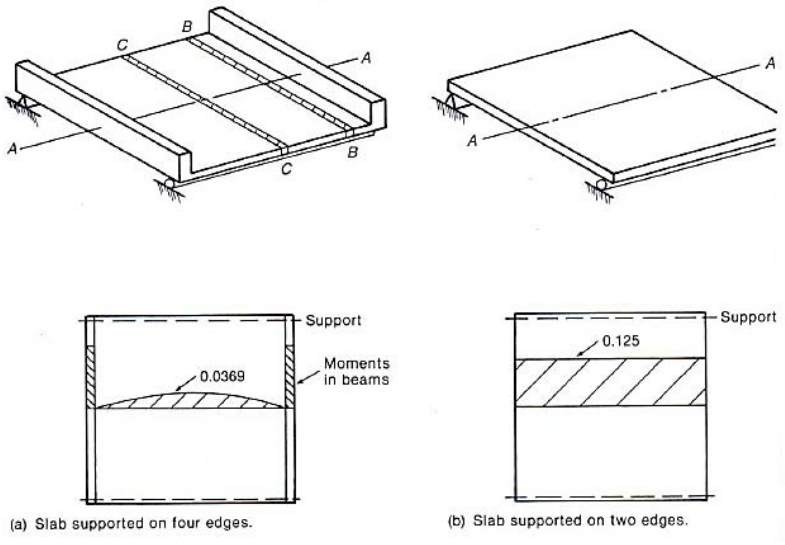


13.2- شکل : په څلورو لورو مفصلي پوښښ تخته کې مومنټونه . (a) د پوښښ تختې په مرکز کې مومنټونه، (b) د پوښښ تختې په قطر کې مومنټونه (634:15) .

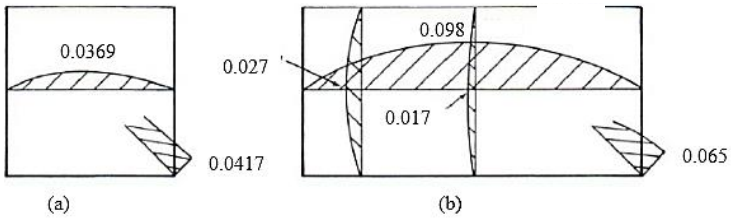
د (14b.2- شکل) په دواړو څنډو کې د ګاډرونو د سختۍ د کموالي اغېزه ښيي ، دلته په دواړو څنډو کې د ګاډرونو د سختۍ د عرض په واحد کې کموالې د پوښښ تختې سره مساوي دی ، نو له دې امله د بشپړه مومنټ په وړاندې مقاومت د يولوريزه پوښښ تختې په واسط تر سره کېږي . په واقيعيت کې د (A-A) ليکې ته مومنټونه د ټولووايوپه تسمو کې د وايو په منځ کې کرښدنې ثابتې ښودل شوې دي ، يانې داچې له اتکاء څخه تر اتکاء پورې مساوي دي . له بلې خوا د (B-B) تسمې په اوږدو کې کـرښدنه د (14a.2 - شکل) په څېر د (C-C) تسمې په پرتله ډېر ه کوچنۍ ده ، دا ځکه چې د (B-B) تسمه ستخت ګاډر ته نژدې ده، له دې څخه دا څـــرګـــنده شـــوه چې ولې د پوښښ تختې مومنټ په (14a.2 - شکل) کې څنډو ته نژدې کمېږي .

د ساده اتکاء لرونکې پوښښ تختې په کنجونو کې هڅه کېږي چې د اتکاګانو په مشخصو برخو کې پيچل کېږي ، چې په دې فصل کې وروسته پرې بحث وشي . د مومنټ له دياګرامونو څخه ښکاري چې د کنجونو سره ښکته لوري نقطه کې بارونو له مخې په کنجونو کې ښکته فرض شوې دي .

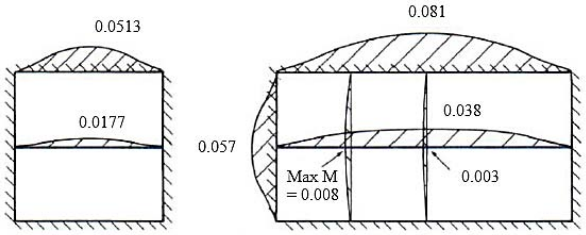
د مومنټونو وښنه په څو نوروبېلابېل ډوله پوښښ تختو کې له (15.2 - شکل) څخه تر (17.2- شکل) پورې په بڼه ترسيمېږي . په (16.2- شکل) کې مربعوي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تختې مومنټونه ، د (36%) سلنې ستايکي مومنټونو لپاره ، چې پاتې نور مومنټونه يې په څنډوپه ګاډرونو کې ښودل شوې دي . د اوږدالی او عرض د نسبت په څېر ، د پوښښ تختې مرکزي برخه د يولوريزه تختې عمل اختياروي .



14.2- شکل : د پوښښ تختو په مومنټونو د ګاډر د سختۍ اغېزه . (a) په څلورو څنډومتکي پوښښ تخته، (b) په دوو څنډومتکي پوښښ تخته(634:15) .



15.2- شکل : په څلورو لورو ساده اتکاء لرونکو مستطيلي پوښښ تختود عرض په واحد کې انحنايې مومنټونه. (a) مربعوي پوښښ تخته، (b) مستطيلي پوښښ تخته چې (b/a = 0.5) وي (635:15) .



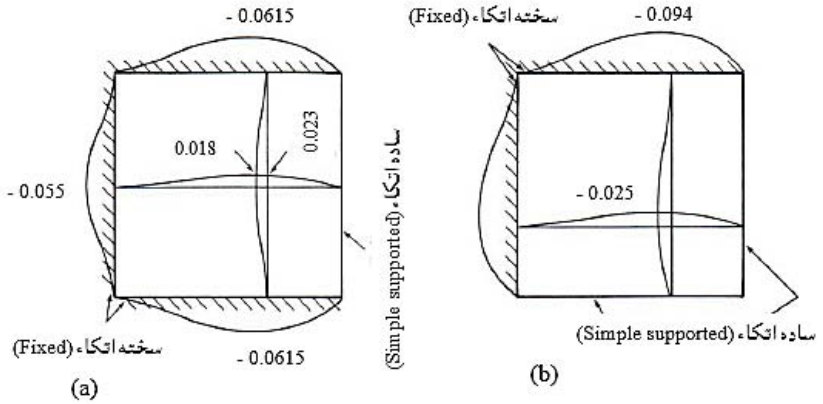
16.2- شکل : په څلورو لورو سخته اتکاء لرونکو مستطيلي پوښښ تختو په يومتر کې انحنايې مومنټونه. (a) مربعوي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تخته، (b) مستطيلي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تخته چې (b/a = 0.5) وي (635:15) .

1.5.2- د ځانګړو پایو په واسطه تکیه شویو پوښښ تختو کې مومنټونه

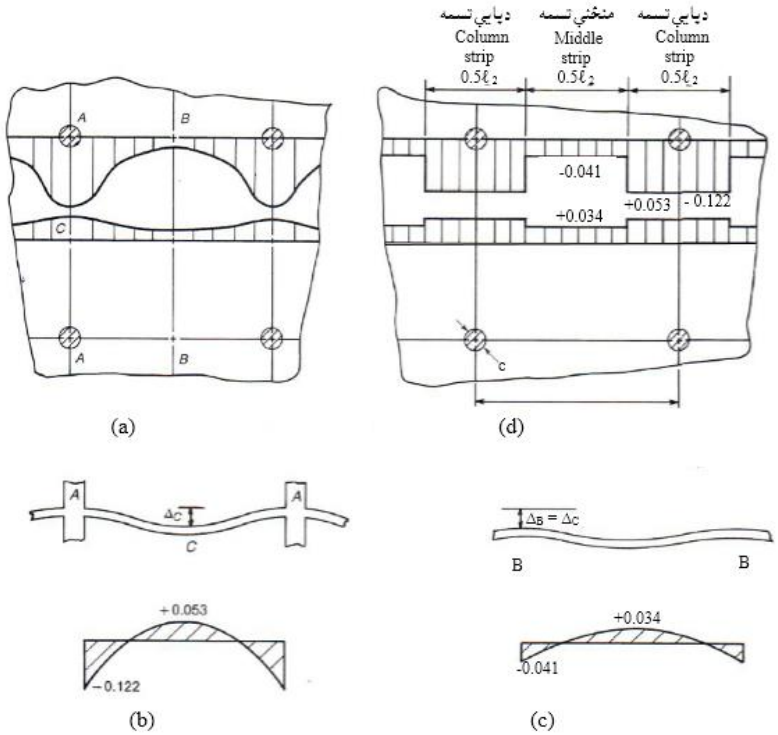
(Moments in Slabs Supported by Isolated columns)

هواره پوښښ تختې مستقیماً بې له ګاډر ل د پایو په واسطه تکیه کېږي ، دلته د پوښښ تختې ډېرې سختې برخې هغه برخې دي چې له یوې پایې څخه تر بلې پایې پورې د پنیل د څلورو څنډوپه اوږدو کې واقع وي ، چې د پوښښ تختې په دې برخو کې مومنټونه له نورو برخو څخه ډېر لوړ وي .

(18a.2- شکل) د ډېر پ لوی پوښښ تختې په ټیپیک داخلي پنیل کې چې ټول پنیلونه یې د معادلو بارونو سره یوشانته بارشوي دي ، د مومنټونو ښودنکې دی . د هغه پوښښ تختې د دایروي پایې چې قطر یې (c = 0.1ℓ) دی له پاسه تکیه شوې وي ، تر ټولو لوی منفي او مثبت مومنټونه یې د پایو ترمنځ وایه کې رامنځته کېږي . په (18b.2) او (18c.2) شکلونو کې د (A-A) او (B-B) تسمود لیکو په اوږدو کې کږېدنه او د مومنټونو دیاګرام ښیي . دواړه تسمې پایو ته نژدې منفي مومنټونه او د وایو په منځ کې مثبت مومنټونه لري .



17.2- شکل : په سختو ګاډرونو یا دیوالونوباندې تکیه شویود څنډو او کنجونو پوښښ تختوانحنایې مومنټونه. (a) د څنډې پنیل، (b) د کنج پنیل (635:15) .



18.2- شکل : په ځانګړوپايو تکيه شويو پوښښ تختو کې مومنټونه ($\ell_2/\ell_1 = 1.0$) او ($c/\ell_1 = 0.1$) .
(a) د ارتجاعي تحليل څخه مومنټونه، (b) د پايې په (A-A) تسمه کې کږېدنې او منځني مومنټونه ، (c) د پايې په (B-B) تسمه کې کږېدنې او منځني مومنټونه، (d) د تسمو له پاسه منځني ارتجاعي مومنټونه (636:15) .

په (18a.2- شکل) کې د مومنټ ديا ګرام د پايو او په منځنيو تسمو(د دوو پايو په منځ) کې د ($\ell_2/2$) په عرض کې د مومنټونو د ښودنې لپاره بيا ترسيم شوې دي.

د (ACI) کود د محاسبې په کړنلاره کې د پايو د منځنيو تسمو په عرض کې د مومنټونو منځني قيمت په پام کې نيول کېږي . د (18a.2) او (18d.2) شکلونو تر منځ پرتلنه ښيي چې پايوته نژدې مجاور منځني ښودل شوې قيمتونو په نسبت د تيورتيکي ارتجاعيت مومنټونه ښايې د پام وړ ډېروالی ولري .

مجموعي ستاتيکي مومنټ (M_o) په لاندې ډول محاسبه کېږي :

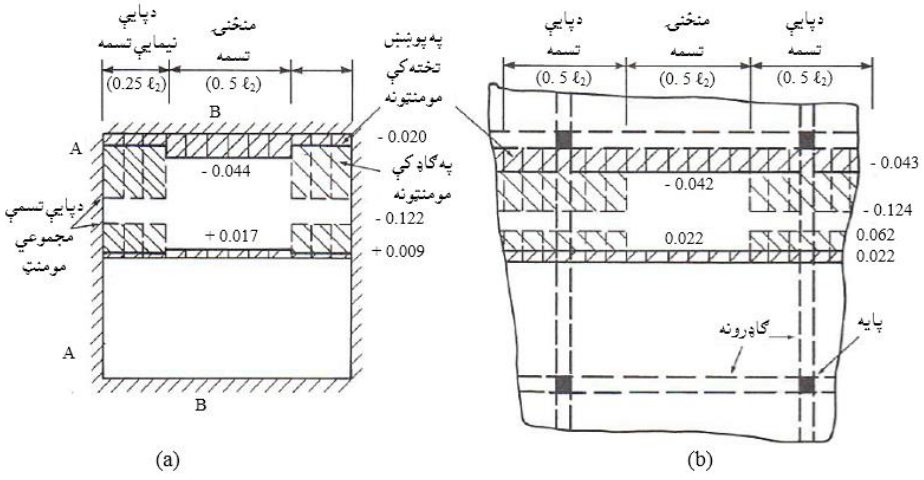
$M_o = q\ell_n^2\ (0.122 \times 0.5\ell_2) + (0.041 + 0.5\ell_2) + (0.053 \times 0.5\ell_2) + (0.034 \times 0.5\ell_2)$ $M_o = 0.125\ q\ell_2\ell_n^2$

په (16.2- شکل) کې د مربعوي سخته پوښښ تخته چې په څلورو لورو يې په محکمو ګاډرونو تکيه کړې ده ، د مومنټونو بيا وېشنه ، چې په (19a.2- شکل) کې د پايو او د

منځني تسمې د منځني مومنټونو سره بيا ترسيم شوې دي لکه د (18.2- شکل) په څېر چې د هوارې پوښښ تختې لپاره په کې مومنټونه ښودل شوې دي . سربېره پر دې د ګاډر د مومنټ،نو او د پوښښ تختې د پايې د تسمې د مومنټونو مجموعه د پايې د تسمې په عرض وېشل کېږي او د ستنې د تسمې د مومنټ په څېر ترسيمېږي . په (18b.2- شکل) کې د مومنټونو وېشنه دمنځنۍ تسمې او په (19a.2- شکل) کې د ستنې د مجموعي مومنټ د وېشنې سره ورته والی لري .

په منځنې حالت کې په کوم کې چې د پوښښ تختې په عرض (ℓ_2) کې د ګاډر سختې (I_b) د پوښښ تختې د سختۍ (I_s) سره مساوي وي په (19b.2- شکل) کې ښودل شوې دی . سره له دې چې د پوښښ تختې او ګاډر ونو ترمنځ د مومنټونو وېشنه توپير لري ، خو دمجموعي مومنټونو وېشنه بيا هم سره ورته وي لکه څنګه چې په (18b.2) او (19a.2) شکلونو کې ښودل شوي دي .

د (ACI) کود دمجموعي مومنټونو وېشنې له ورته والی څخه د پوښښ تختې د محاسبې د کړنلارې په يو کېدنه کې ګټه اخېستې .



19.2- شکل : په هغه پوښښ تختو چې (l2/l1 = 1.0) وي مومنټونه . (a) څلورو څنډوکې سخت او څنډې نه وي کړوپې شوې، (b) په انعطاف مننوونکې ګاډرونو تکيه شوې څلورڅنډۍ (636:15) .

6.2- د پوښښ تختو محاسبه (Design of Slabs)

د (ACI) کود په (13.5) برخه دا تجوزوي چې د پوښښ تختې محاسبه د هرې کړنلارې یا طریقې په واسطه تر سره کېدای شي ، چې په هغې کې دواړه تعادل او هندسي اندولتیا تصدیق شي او همداراز د هرې برخې مقاومت یې لږتر لږه د اړین مقاومت سره مساوي وي او د ګټې اخېستنې شرایطو په وړاندې وړتیا ولري . د (ACI) کود د کړېدنې په وړاندې د دوه لوریزه پوښښ تختو د سیستم د تحلیل او محاسبې لپاره دوه کړنلارې او طریقې په تفصیل سره وړاندې کړې دي . دا طریقې د مستقیمې محاسبې طریقه (Direct – Design Method) یا (DDM) او د معادل چوکاټ طریقه (Equivalent – Design Method) یا (EDM) ده، چې د دې فصل په راتلونکو برخو کې به په تفصیل سره پرې بحث وشي . دا دواړه طریقې په سر کې دپوښښ تختې د مومنټونو په پیداکېدنې کې سره توپیر لري . په مستقیمه محاسبوي طریقه کې د مومنټ محاسبه د مجموعي ستاتیکي مومنټ (M_o) پر بنسټ تر سره کېږي ، چې په اړه یې مخکې په دې فصل کې په تفصیل سره بحث وشو. په دې طریقه کې د پوښښ تختې هر پنیل ته پاملرنه کېږي او د هر پنیل په هر لوري کې مومنټ د (5.2 - رابطې) په کارېدنې سره پیداکېږي . دا ستاتیکي مومنټ په مثبتو اومنفي مومنټونو او بیا د پایو او منځنیو تسمو تر منځ وېشل کېږي(454,455:3) .

د معادل چوکاټ طریقې (Equivalent – Design Method) یا (EDM) کې د پوښښ تخته په هر لوري په دوه بعدي چوکاټونو وېشل کېږي او د ارتجاعی - چوکاټ تحلیل له لارې مثبت او منفي مومنټونه پیداکېږي . د مثبت او منفي مومنټونه پیداکېدنې څخه وروسته کټ مټ لکه د مستقیمې محاسبې طریقې په څېر د منځنیو او پایو تسمو تر منځ وېشل کېږي .

دپوښښ تختې د محاسبې پړاوونه (Steps in slab Design) : د دوه لوریزه پوښښ تختې د محاسبې پړاوونه په لاندې ډول دي :

1- پوښښ تختې موقعیت او ډول غوره کول ، چې د هغې له مخې د دوه لوریزه پوښښ تختې محاسبه تر سره کېږي . د پوښښ تختې د ډول په غوره کولو کې مهندسي او ساختماني جوړښت ته پاملرنه کول سخته اغېزه لري .

2- د پوښښ تختې د ضخامت غوره کول ، چې د ګټې اخېستنې پر مهال دکړوپېدنې (deflection) له ډېرېدنې څخه يې مخنيوي وشي . په همدې اندازه د پوښښ تختې ضخامت غوره کېدنه ډېره مهمه ځکه ده ، چې د پايو په دننه اوبيرون برخو کې د عرضاني قوو په وړاندې يې وړتيا د همدې له مخې ټاکل کېږي .

3- د محاسبوي مومنټ د پيداکولو لپاره د محاسبوې طرېقې غوره کول .

4- د پوښښ په تخته کې د مثبتو او منفي مومنټونو پيداکول .

5- د پوښښ تختې په عرض کې د مومنټونو وېشنه ، چې په پنيل کې دا وېشنه د پوښښ تختې د هندسي جوړښت او د ګاډرونو د سختۍ پورې اړه لري .

6- د محاسبه شوې مومنټونو له مخې د محاسبوي سيخانو پيداکول .

7- دپايو ګردچاپيره دبحراني مقطع سره د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت چک کول .

ګاډر ته د پوښښ تختې د سختۍ نسبت (α_f) : د پوښښ تختې په ترتيب سره د ګاډرونو په وايه کې له يوې ستنې څخه تر بلې ستنې پورې د ودانۍ په محيط تکيه وي . دا ګاډرونه هڅه کوي چې د پوښښ تختې څنډې سختې يا محکمې کړي او دپوښښ تختې د بيروني پنيلونو کړوپېدنې د کمېدنې سره مرسته وکړي . ډېرې درنې بار شوې پوښښ تختې په اوږده وايه شبکه ډوله پوښښ تختې (Waffle slab) کله کله د پوښښ تختې په ساختمان کې ټولې پايې د ګاډرونو سره ننبلوي .

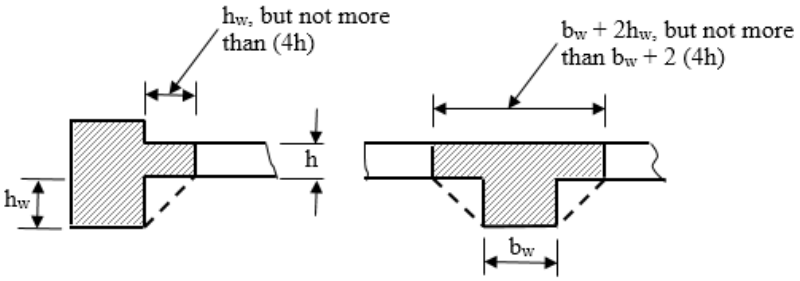
د (ACI) کود په کړوپېدنې کې د ګاډرونو د سختې اودمومنټونود وېشنې اغېزې توضيح کړې دي ، چې د(α_f) تابع دي او د انحنايې سختۍ ($\frac{4EI}{\ell}$) په څېړيې تعريف کړی دي،چې د لاندې فورمول په واسطه محاسبه کېږي :

$$\alpha_f = \frac{\frac{4E_{cb}I_b}{\ell}}{\frac{4E_{cs}I_s}{\ell}}$$

دا چې د ګاډر او پوښښ تختې اودږوالی (ℓ) دي،نو پورتنې رابطه په لاندې ډول لیکلی شو:

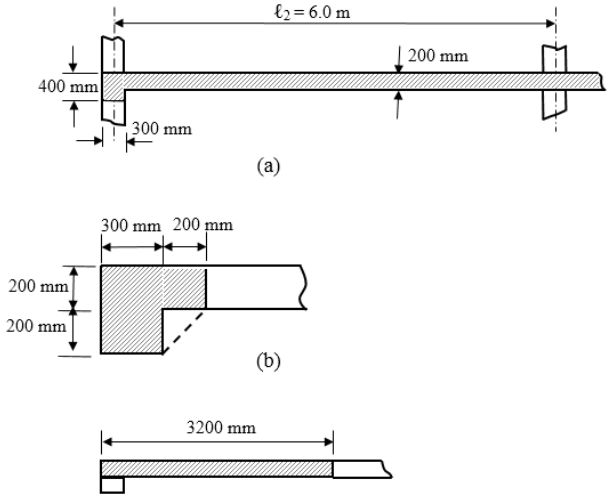
$$\alpha_f = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} \quad \ldots\ldots\ldots\

د (ACI) کوډ په (Section 13.2.4) برخې له مخې ګاډر په یوریخت ډول یا په بشپړه توګه د جوړښت له مخې د ګاډرتنه جمع د پوښښ تختې برخه ، د ګاډر په هر لوري دپوښښ تختې له پاسه یا لاندې په مساوی توګه د فاصلې غځېدنه په پام کې نیول کېږي، په دې شرط چې د دې فاصلې ډېروالی د پوښښ تختې د ضخامت له څلور برابره څخه ډېر نه شي ، چې (21.2-شکل) کې ښودل شوې ده (638-640:15).



21.2- شکل : د(ACI) کود په واسطه د ګاډرونوتعریف شوې مقطع . (640:15) .

1.2- مثال : د لاندې شکل له مخې ، د پوښښ تخته او ګاډرونه سره په یو ریخت ډول جوړ او د کانکرېټو مقاومت او (E_c) یې سره یو شانته وي . د(α_f) قیمت په لاس راوړي؟



1- په سر کې د (I_b) انرشیا مومنټ په پورتنې شکل کې د ګاډر د ښودل مقطع له مخې پیداکوو. د دې ګاډر د ثقل مرکز د پوښښ تختې له پاسنې برخې څخه په (175 mm) کې واقع دی ،نو د ګاډر د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په :

$I_b = (300 \times \frac{(400)^3}{12}) + (300 \times 400) \times (25)^2 + (200 \times \frac{(200)^3}{12}) + (200 \times 200) \times (75)^2$

$I_b = 2{,}033.3 \times 10^6\ mm^4$.

2- د پورتنۍ شکل له مخې د پوښښ تختې انرشیا مومنټ (I_s) د لیکې لیکې شوې برخې لپاره په لاندې ډول پیداکوو :

$$I_s = (3{,}150 \times \frac{(400)^3}{12}) = 1.68 \times 10^{10}\ mm^4$$

3- د (α_f) قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو :

$$\alpha_f = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2{,}033.3\ x\ (10)^6}{1.68\ x\ (10)^{10}} = 0.121$$

7.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت

(Minimum Thickness of Two-Way Slabs)

د (ACI) کود د (Section 9.5.3) برخې د تعریف له مخې د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت په ټوله کې د پوښښ تختې د کړوپېدنې دقبلېدنې وړ مناسب حد ټاکل شوې دی . د پوښښ تختو اصغري ضخامت تر هغه حالته کارولی شو چې د پوښښ تختې په لاس راغلې کړوپېدنه د هغې له اندازې څخه ډېره نه شي . د (ACI) کود د دوه لوریزه پوښښ تختو لپاره اصغري ضخامت د لاندېنیو ځانګړتیاو سره اړینه ګڼي :

الف - دپوښښ هغه دوه لوریزه تختې چې بې له ګاډره تکیه شوې وي : د دې ډول پوښښ تختو لپاره اضغري ضخامت ، چې د دننیو پایو ترمنځ یې ګاډرونه نه وي او د اوږد او لنډ لورو نسبت یې (2) او یا له دوو څخه کوچنی وي د لاندېني (1.2-جدول) یا د (ACI) کود له (Table 9.5c) جدول څخه اخېستل کېږي،خود (ACI Code) د(13.2.5) برخې د لاربښوونې پربنسټ د پوښښ هغه تختې چې د ډراپ پنیل ونه لري باید چې د (125 mm) ملي مترہ یا (5.0 in) انچ ، څخه او هغه چې ډراپ پنیل ولري باید چې له (100 mm) ملي مترہ یا (4.0in) انچ ، څخه لږ نه شي (447:6) .

د یادولو وړ ده چې دګاډر د سختۍ نسبت (α_f) باید (0.8) اویا له دې څخه ډېر وي نو دا ګاډر د څنډې ګاډر نومول کېږي . دا د دې ښکارندوینه کوي چې د ګاډر ارتفاع (h) لږترلږه د پوښښ تختې دوه برابره او مجموعي مساحت یې لږترلږه ($4h^2$) وي اود سختۍ نسبت (α_f) قیمت یې له (0.8) څخه ډېر وي ، د دې کړنلارې له مخې د پوښښ تختې د ضخامت ټاکنه ساده کېږي .

د پوښښ تختې د کړوپېدنې ډېروالی یو لړ ستونزې رامنځته کوي ، نو له دې امله په (1.2-جدول) کې د ورکړل شویو ضخامتونو په ټاکنه کې که ضخامت تر (150 mm) ملي مټره یا (6.0 in) انچه پورې وي ، نو د واحد تر یوپرځلورمې برخې پورې او که له دې څخه ضخیم وي نو د واحد تر نیمایې پورې باید په تام عدد ګرد شي ، د ضخامت د ټاکنې لپاره د عدد ګردول د پوښښ تختې د محکمېدنې د لوړېدنې او د کړوپېدنې دکوچنۍ کېدنې سره مرسته کوي . د پوښښ تختو دکړوپېدنې مطالعې جوته کړې ، هغه پوښښ تختې چې بې له ګاډرونو په پایو تکیه وي د کړوپېدنې مخنیوي لپاره یې ضخامت د (ACI) کود د اصغري ضخامت څخه (10%) ډېر په پام کې نیول کېږي .

1.2- جدول: بې له د اخلي ګاډرونو پوښښ تختو اصغري ضخامت (500:9) .

د سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) په (MPa)	بې له ډراپ پنیله پوښښ تختې			له ډراپ پنیله سره پوښښ تختې		
	بیرونې پنیلونه		داخلي پنیلونه	بیرونې پنیلونه		داخلي پنیلونه
	بې له څنډې ګاډرونه	څنډې لرونکې ګاډرونه		بې له څنډې ګاډرونه	څنډې لرونکې ګاډرونه	
275	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
517	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

په پورتنې جدول کې (ℓ) داوږد لوري د خالصې وایې اوږدوالی دی چې د اتکاګانو تر منځ د اړخونو څخه حسابېږي . همداراز دپوښښ تختو لپاره چې د پایو ترمنځ ګاډرونو باندې تکیه وي ، نو باید چې د (α_{fm}) قیمت یې له (0.8) څخه لږ نه وي .

ب - دپوښښ هغه تختې چې په ګاډرونو تکیه شوې وي : د دننیو اتکاګانو ترمنځ دګاډرونو سره پوښښ تختو لپاره ضخامت د (ACI Code) د (9.5.3.3) برخې دلاربنوونې له مخې په لاندې ډول اصغري ضخامت ټاکل کېږي :

(a)- د هغه پوښښ تختو لپاره اصغري ضخامت چې په هغې کې ($\alpha_{fm} \leq 0.2$) وي ، له پورتنې (1.2- جدول) څخه ټاکل کېږي .

(b) - د هغه پوښښ تختو لپاره چې په هغې کې ($0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$) وي، نو اصغري ضخامت بايد له لاندې قيمت او په هيڅ وجــه لــه (125 mm) ملي مترو يا (5.0 in) انچو څخه لږ نه شي .

$$h = \frac{\ell_n[0.8+\left(\frac{f_y}{1,500}\right)]}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} \geq 125\text{mm but not less than (125 mm) or (5.0 in).}$$

(c) - د هغه پــوښښ تخــتو لــپاره چــې پــه هغې کې ($\alpha_{fm} > 2.0$) وي، نو اصغري ضخامت بايد له لاندې قيمت او په هيڅ وجه له (90 mm) ملي مترو يا (3.5 in) انچو څخه لږ نه شي.

$$h = \frac{\ell_n[0.8+\left(\frac{f_y}{1,500}\right)]}{36+9\beta} \geq 90 \text{ mm but not less than (90 mm) or (3.5 in).}$$

(d) - په ازادو څنډو کې او يا د څنډو په ګاډرونو کې چې د سختۍ نسبت يې له (0.8) څخه لږ نه وي بايد چې د پوښښ تختې ضخامت يې د څنډې په پنيل کې (10%) سلنه ډېر شي، دا ځکه چې لږترلږه بايد چې (125 mm) يا (90 mm) بايد پوره کړي .

په پورتنيو فورمولونو کې : (h) - بشپړه ارتفاع ده ، (ℓ_n) - د مطالعې لاندې پوښښ تختې د پنيل په اوږد لوري خالصه وايه ده . (α_{fm}) - د پنيل د څلورو واړو څنډود (α_f) منځنې قيمت دی . β - د پنيل د اوږد او لنډ لورو د خالص اوږدوالي نسبت دی(447:6) .

د پوښښ تختې ضخامت د عرضاني قوو له مخې هم پيداکېږي ، دا په هغه ځانګړې حالت کې چې د څنډې پايو ته ډېر مومنټونه انتقالېږي او يا هم د داخلي پايو تر منځ وايې اوږدوالی يو له بله ډېر توپير ولري . د ضخامت ټاکنه هغه مهال د قناعت وړ ده چې د څنډې د پايو سره عرضاني قوه ($V_u \approx 0.5\phi V_c$) څخه تر ($V_u = 0.55\phi V_c$) پورې او د د اخلي پايو سره ($V_u = 1.0\ \phi V_c$) وي .

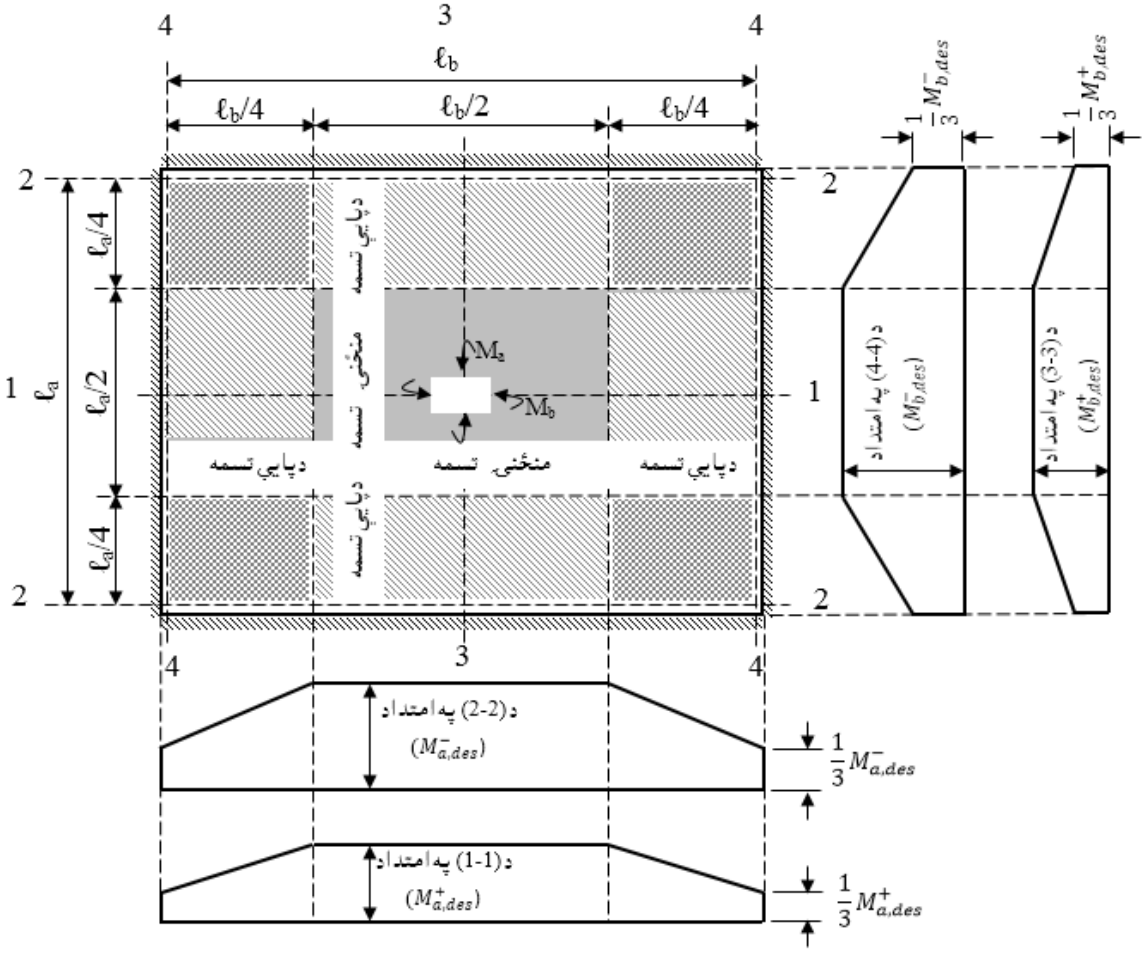
8.2- دضریبونوپه طریقه د دوه لوریزه پوښښ تختو تحلیل اومحاسبه

(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Coefficient Method)

اوسپنیز کانکریټي دوه لوریزه پوښښ تختې چې دیوشانته وېشلې بار لاندې واقع وي او په څلورو لورو څنډوکې بې له کومه بدلونه د دیوالونو یا ګاډرونو له پاسه نسبتاً سخت تکیه شوې وي . دیوې خطي ارتجاعي سطحې د شکل د بدلون لپاره د دیفرنشیالي معادلې د دقیق حل په پایله کې د پوښښ تختې په بېلابېلو برخو کې د انحنایې مومنټونو او عرضاني قوو د پیداکولولپاره ضریبونه حاصلېږي . دا ساده او تقریبي طریقه چې پر یوه ارتجاعي تحلیل متکي ده د (ACI Code) کود په لومړنیو خپرونو او د اوس مهال د کاناډا او ایران او ځینې نورو هېوادونو په کودونو کې تشریح او توضیح شوې ده . د دې طریقې په کاربدنه کې یو تکیه شوې ګاډر د سخت تکیه شوې حالت کې په پام کې نیول کېږي، چې په هغې کې باید($\frac{b_w h_b^3}{\ell_n h_s^3} \geq 2.0$) نسبت شتون ولري ، په دې کې (b_w) د ګاډر تنه ، (h_b) د ګاډر ارتفاع ، (ℓ_n) د وایې اوږدوالی او (h_s) د پوښښ تختې ضخامت دی (22.2- شکل).

د یو دوه لوریزه پوښښ تختې په دواړو لورو په پایو تسمو(Columns strips) او یو منځنۍ تسمې (Middle strip) وېشل کېږي ، منځنۍ تسمه د پوښښ تختې مرکزي محور ته د نږدې کېدنې له مخې هر لوري ته د پوښښ تختې د عرض د نیمایې په اندازه او د منځنۍ تسمې دوه اړخیزې ناحیې چې هره یوه یې د پوښښ تختې د عرض یو پرځلور برخ جوړوي ، د پایو د تسمو پورې اړه لري . که د پوښښ تختې دلنډ او اوږد لورو اندازې په ترتیب سره په (ℓ_a) او (ℓ_b) سره وښایو، نود(ℓ_b) په استقامت د پوښښ تختې په یوه واحد عرض کې محاسبوي منفي او مثبت مومنټونه په ترتیب سره د(1-1) او (2-2) لپاره ($M^{+}_{a,des}$) او ($M^{-}_{a,des}$) ښودل شوې دي . سره له دې چې د پایو د تسمو لپاره دا مومنټونه په خطي توګه دپایو د تسمې او د منځنې تسمې په ګډه په سرحد کې د دې اندازو څخه په اتکاء کې دیوپر درې په اندازه کمېږي . په همدې ډول د (ℓ_a) استقامت

په ترتیب سره د(3-3) او (4-4) لپاره ($M^{+}_{b,des}$) او ($M^{-}_{b,des}$) ښودل شوې دي او دپایو د تسمولپاره په اتکاء کې په خطي ډول یو پر درېمه اندازه اړونده مقدار کمېږي .



22.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې د پایو او منځنۍ تسمې ښودنه او مثبتو او منفي بحراني مقطعو کې دمحاسبوي انحنایې مومنټونوبدلون (.168:2)

د منځنۍ تسمې لپاره محاسبوي کړښدنې مومنټونه د مخکنې تعریف پر بنسټ د لاندښیو رابطو په کارښدنې سره پیداکېږي :

$$M_{a.\,des} = C_a\, W\, \ell_a^2 \quad \ldots\ldots\ldots\

چې له (2.2-جدول) څخه اخېستل کېږي ، په دې حالت کې (w) د ضریبونو سره دمړو او ژوندیــو بارونو مجموعه ده چې د پوښښ تختې په یــوه واحــده سطحه کې په پام کې نیول کېږي.

په منځنۍ تسمه کې د مثبتو مومنټونو د ټاکنې لپاره ضریبونه په (C_a^+) او (C_b^+) ښودل ښوې دي ، چې د مړو بارونو په پام کې نیولو سره د مثبتو مومنټونو د پیداکولو لپاره له (3.2- جدول) څخه اود ژوندیو بارونو په پام کې نیولو سره له (4.2- جدول) څخه اخېستل کېږي. د مړواو اوژوندیو بارونو له مخې د مومنټ د ضریبونو توپیر په (3.2) او (4.2) جدولونو کې ، چې د پوښښ تختې د لنډلوري اواوږدلوري نسبت په ($m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$) ښودل شوی دی او له (1.0) څخه تر (0.5) محدودې پورې بدلون مومي ، که دانسبت له (0.5) څخه کوچنی شي ، نود پوښښ تخته نوره دوه لوریزه عمل نه کوي ښه به داوي چې د یولوریزه تختې په څېر یې محاسبه تر سره شي. همداراز په لاندېنیو جدولونوکې د پوښښ تختو د تکیه کېدنې نهه بېلابېل حالتونه ښودل شوې ، چې د هر حالت لپاره د هغې د ځانګړتیاوو په پام کې نیولو سره ضریبونه له جدول څخه اخېستل کېږي .

د پوښښ تختې په محاسبه کې (اتکاء ته نژدې) مجموعي بار (w) د (ℓ_b) او (ℓ_a) په لورو په (5.2- جدول) کې دښودل شویودباروېشونکو (w_a) او (w_b) ضریبونو دمحاسبې لپاره له هغې څخه اخېستل کېږي . د ګاډرونو او یا دیوالونو له پاسه د بارونو د محاسبې لپاره هم له دې طریقې څخه ګټه اخېستل کېږي ، په دې شرط چې دپوښښ تختې د لنډې اتکاء په لوري د متناظربار څخه چې د (45°) درجو په زاویه تکیه کېدونکې ساحې څخه لږ بارونه وانه خلي .

په ګاډرونو کې انحنایې مومنټونه له پوښښ تختې څخه د انتقال شویو بارونو له امله 1- له پوښښ تختې څخه د لنډ لوري ګاډرته (په مثلثي ډول) د بار انتقال :

$$q_u = \frac{w_u \ell_a}{3} \quad \text{.....(14.2)}$$

2- له پوښښ تختې څخه د اوږد لوري ګاډرته (په ذوذنقه یې ډول) د بار انتقال:

$$q_u = \left(\frac{w_u \ell_a}{3}\right) - \left(\frac{3-m^2}{2}\right) \quad \text{.....(15.2)}$$

2.2- جدول: په ضريبي طريقه د پوښښ تختې د منفي انحنايې مومنټونوضريبونه (دضريبي شويو مړو او ژوندیو بارونو پربنسټ)(283:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2)	حالت (3)	حالت (4)	حالت (5)	حالت (6)	حالت (7)	حالت (8)	حالت (9)
1.0	C_a^-	-	0.045	-	0.050	0.075	0.070	-	0.033	0.061
	C_b^-	-	0.045	0.076	0.050	-	-	0.071	0.061	0.033
0.95	C_a^-	-	0.050	-	0.055	0.079	0.075	-	0.038	0.065
	C_b^-	-	0.041	0.072	0.045	-	-	0.067	0.056	0.029
0.90	C_a^-	-	0.055	-	0.060	0.080	0.079	-	0.043	0.068
	C_b^-	-	0.037	0.070	0.040	-	-	0.062	0.052	0.025
0.85	C_a^-	-	0.060	-	0.066	0.082	0.083	-	0.049	0.072
	C_b^-	-	0.031	0.065	0.034	-	-	0.057	0.046	0.021
0.80	C_a^-	-	0.065	-	0.071	0.083	0.086	-	0.055	0.075
	C_b^-	-	0.027	0.061	0.029	-	-	0.051	0.041	0.017
0.75	C_a^-	-	0.069	-	0.076	0.085	0.088	-	0.061	0.078
	C_b^-	-	0.022	0.056	0.024	-	-	0.044	0.036	0.014
0.70	C_a^-	-	0.074	-	0.081	0.086	0.090	-	0.068	0.081
	C_b^-	-	0.017	0.050	0.019	-	-	0.038	0.029	0.011
0.65	C_a^-	-	0.077	-	0.085	0.087	0.093	-	0.074	0.083
	C_b^-	-	0.014	0.043	0.015	-	-	0.03	0.024	0.008
0.60	C_a^-	-	0.081	-	0.089	0.088	0.095	-	0.080	0.085
	C_b^-	-	0.010	0.035	0.011	-	-	0.024	0.018	0.006
0.55	C_a^-	-	0.084	-	0.092	0.089	0.096	-	0.085	0.086
	C_b^-	-	0.007	0.028	0.008	-	-	0.019	0.014	0.005
0.50	C_a^-	-	0.086	-	0.094	0.090	0.097	-	0.089	0.088
	C_b^-	-	0.006	0.022		-	-	0.014	0.010	0.003

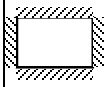
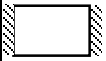
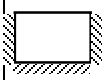
3.2- جدول: په ضريبي طريقه دپوښښ تختې د مثبت انحنايې مومنټونوضريبونه (دضريبي شويو مړو بارونو پربنسټ)(284:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2)	حالت (3)	حالت (4)	حالت (5)	حالت (6)	حالت (7)	حالت (8)	حالت (9)
1.0	C_{aD}^{+}	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	C_{bD}^{+}	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	C_{aD}^{+}	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	C_{bD}^{+}	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	C_{aD}^{+}	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	C_{bD}^{+}	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	C_{aD}^{+}	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	C_{bD}^{+}	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	C_{aD}^{+}	.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	C_{bD}^{+}	0.023	0.11	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	C_{aD}^{+}	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	C_{bD}^{+}	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	C_{aD}^{+}	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	C_{bD}^{+}	0.016	0.007	0.016	0.016	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	C_{aD}^{+}	0.074	0.32	0.54	0.050	0.036	0.54	0.065	0.44	0.34
	C_{bD}^{+}	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	C_{aD}^{+}	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	C_{bD}^{+}	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	C_{aD}^{+}	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	C_{bD}^{+}	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	C_{aD}^{+}	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	C_{bD}^{+}	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

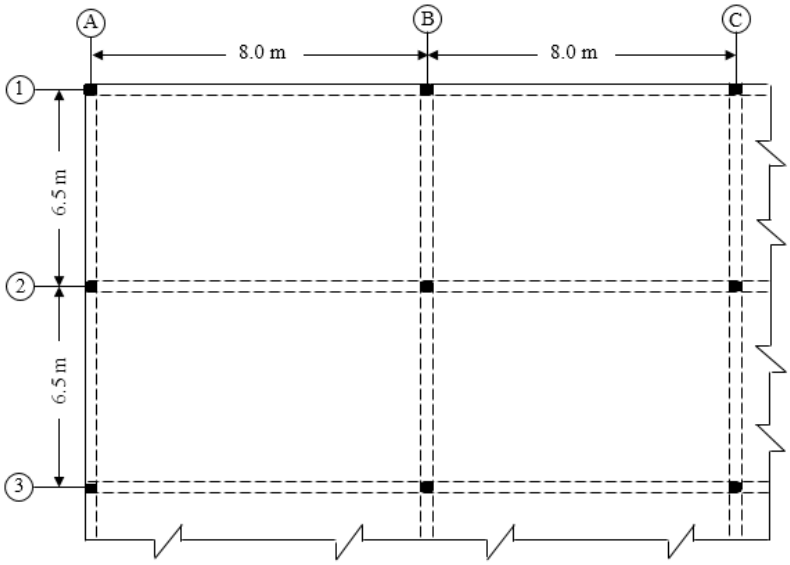
4.2- جدول: په ضريبي طربقه دپوښښ تختې د مثبت انحنايې مومنټونوضريبونه (دضريبي شويو ژوندیو بارونو پربنسټ)(285:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2)	حالت (3)	حالت (4)	حالت (5)	حالت (6)	حالت (7)	حالت (8)	حالت (9)
1.0	C_{aL}^{+}	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	C_{bL}^{+}	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	C_{aL}^{+}	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.034	0.038	0.031	0.032
	C_{bL}^{+}	0.033	.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	C_{aL}^{+}	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	C_{bL}^{+}	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	C_{aL}^{+}	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	C_{bL}^{+}	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	C_{aL}^{+}	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	C_{bL}^{+}	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	C_{aL}^{+}	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	C_{bL}^{+}	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	C_{aL}^{+}	0.068	0.048	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	C_{bL}^{+}	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	C_{aL}^{+}	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.64	0.070	0.059	0.054
	C_{bL}^{+}	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	C_{aL}^{+}	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	C_{bL}^{+}	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.0009	0.007
0.55	C_{aL}^{+}	0.88	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	C_{bL}^{+}	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	C_{aL}^{+}	0.95	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.070	0.067
	C_{bL}^{+}	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

5.2- جدول: د پوښښ په تخته کې او دهغه بار چې په اتکاګانو کې واردېږي د عرضاني قوو په محاسبه کې د(ℓ_a) او(ℓ_b) په لورو د(w) نسبتونه (286:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1) 	حالت (2) 	حالت (3) 	حالت (4) 	حالت (5) 	حالت (6) 	حالت (7) 	حالت (8) 	حالت (9) 
1.0	w_a	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	w_b	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	w_a	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	w_b	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	w_a	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	w_b	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	w_a	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	w_b	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.210.33
0.80	w_a	071	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	w_b	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	w_a	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	w_b	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	w_a	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	w_b	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	w_a	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	w_b	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	w_a	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	w_b	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	w_a	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	w_b	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.17	0.05
0.50	w_a	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	w_b	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

2.2- مثال: په لاندې شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې ، چې د پارکنګ لپاره کارېږي ، که دپايو ابعاد (400 mm x 400 mm) او د ګاډرونو ابعاد (400 mm x 700 mm) وي ، د پوښښ تخته سربيره له خپل وزن څخه د ($5\ KN/m^2$) ژوندې بار لاندې هم واقع کېږي او همداراز ($f'_c = 25MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي، نو د ضريبونو په طريقه يې محاسبه کړئ؟



حل : لکه څنګه چې مالومېږي د پوښښ تخته په څلورو لورو د ګاډرونو له پاسه تکيه ده او همداراز د پوښښ تختې د ډول د څرګندونې لپاره اړينه ده چې د اوږد او لنډ لورو د اوږدوالي نسبت يې پيدا کړو.

د اوږد لوري وايې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په : ($\ell_b = 8.0 - 0.40 = 7.6m$).

د لنډ لوري وايې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په : ($\ell_a = 6.5 - 0.40 = 6.1m$).

نو ($\ell_b / \ell_a = 7.6/6.1 = 1.25 < 2.0$) له دې نسبت څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تخته دوه لوريزه پوښښ تخته ده .

د پوښښ په تختې وارده بارونه يوازې عمودي بارونه چې په منظمه توګه وېشل شوې دي . همدا راز که د پوښښ تختې ضخامت ($h_s = 200\ mm$) قبول کړو نولرو چې :

$$\frac{b_w h_b^3}{\ell_n h_s^3} = \frac{400 \times (700)^3}{7600 \times (200)^3} = 2.26 > 2.0$$

د دې نسبت د پایلې پربنسټ کولی شو د ضریبونو په طریقه پیداشوې مومنټونه دمستطیلي پلان لرونکې پوښښ تختې دتحلیل او محاسبې لپاره وکاروو .

داچې د پوښښ تخته د پلان په څنډه کې موقعیت لري او لږترلږه یوه لوري ته نه دې نښتې نو ضخامت یې په لاندې ډول پیداکوو :

$$h = \frac{\text{د پوښښ تختې محیط}}{140} = \frac{2 \text{ x } (6{,}100+7{,}600)}{140} = 195.7 \text{ mm} > 100 \text{ mm}.$$

په پایله کې ($h = 200$ mm) قبول شوې ضخامت وړ ضخامت دی ، په دې شرط چې دا ضخامت د پوښښ تختې د عرضاني قوو په وړاندې هم اړینه وړتیا ولري . نو د عرضاني قوی په وړاندې د ارزونې لپاره د پوښښ تخته چې یوه اوږد او یوه لنډ لورو ته نښتې د څلورم حالت سره برابره ده ،د ($m = \ell_a / \ell_b = 6.1/7.6 = 0.80$) له مخې له (5.2 - جدول) څخه د ($w_a = 0.71$) او ($w_b = 0.29$) قیمتونه اخلو. د پوښښ تختې لپاره د کارېدونکو کانکرېټو حجمي وزن ($\gamma = 24$ KN/m^3) قبلوو، نو د پوښښ تختې مړ بار مساوي کېږي په:

$W_D = 0.2 \text{ x } 24 = 4.8$ KN/m^2.

$W_u = 1.2W_D+1.6W_L = 1.2\text{x}4.8 + 1.6 \text{ x } 5.0 = 5.76 + 8.0 = 13.76$ KN/m^2.

عرضاني قوه (V_u) مساوي کېږي په :

$V_u = w_a W_u \ell_a /2 = 0.71 \text{ x } 13.76 \text{ x } 6.1 /2 = 29.80$ KN/m.

د پوښښ تختې مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_c = 0.17\phi\sqrt{f'_c}\, b_w d = 0.17 \text{ x } 0.75 \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 1{,}000 \text{ x } (200 - 25)$

$V_c = 111.563\text{x}10^3$ N/m $= 111.563$ KN/m $> V_u = 29.80$ KN/m.

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تختې ضخامت ($h = 200$ mm) درست غوره شوې دی . د یادولو وړ ده چې عرضاني قوه کولی شو له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په فاصله کې هم پیداکړو .

د پوښښ تختې دانحنایې مومنټونو د پیداکولو لپاره چې یوه اوږد او یوه لنډ لورو ته نښتې د څلورم حالت سره سم د ($m = \ell_a / \ell_b = 6.1/7.6 = 0.80$) نسبت له مخې دمنفي مومنټونو لپاره د (C_a^-) او (C_b^-) ضریبونه له (2.2- جدول) په منځنۍ تسمه کې د مثبتو

مومنټونو د ټاکنې لپاره ضریبونه (C_{aD}^{+}) ، (C_{bD}^{+}) ،(C_{aL}^{+}) او (C_{bL}^{+}) له (3.2- جدول) او (4.2- جدول) څخه اخلو :

$$m = \frac{\ell_a}{\ell_b} = \frac{6,100}{7,600} = 0.80.$$

$C_a^- = 0.071, \quad C_b^- = 0.029$

$C_{aD}^{+} = 0.039, \quad C_{bD}^{+} = 0.016$

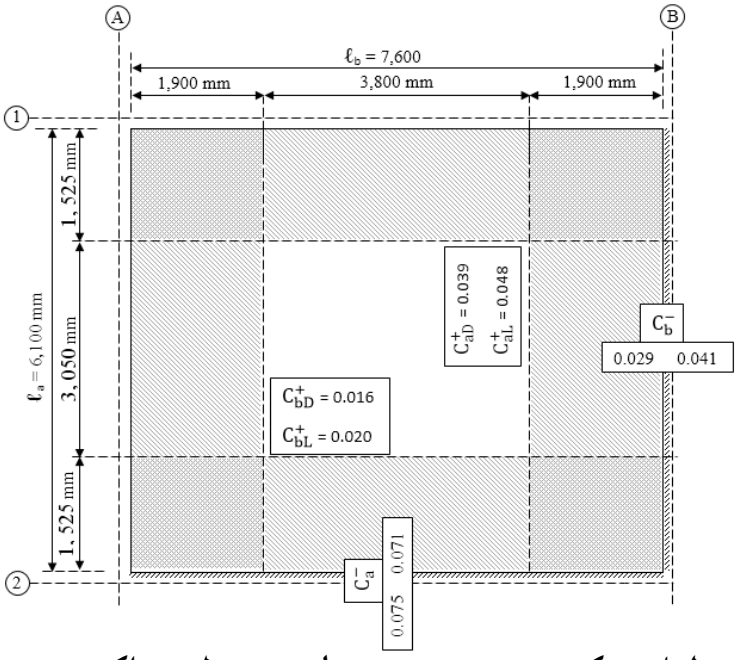
$C_{aL}^{+} = 0.048, \quad C_{bL}^{+} = 0.020$

که د نورو پوښښ تختو لپاره انحنایې مومنټونه پیداکوو نو د هغوې د موقیعیت په پام کې نیولو سره د هغوې د حالت له مخې له جدولونو څخه دا ضریبونه اخیستل کیږي . د (8) حالت پوښښ تختې لپاره چې د (A) ،(B) ، (1) او (2) محورونو ترمنځ واقع دی د ($C_b^- = 0.041$) ضریب دی . د نهم حالت پوښښ تختې لپاره چې د (A) ،(B) ، (2) او (3) محورونو ترمنځ واقع دی د ($C_a^- = 0.073$) ضریب دی .

پورتنې ضریبونه ښیې چې د (B) محور څخه چپ لورته اتکاء د منځنۍ تسمې منفي مومنټ د ښې لوري د متناظر اتکاء له اندازې څخه د (80%) سلنې په اندازه لږ دی، په پورتنې شکل کې د (0.029) او (0.041) ضریبونو د پرتلنې او د پوښښ تختې د (AB) او (CD) ازادو محورونو تر منځ د وایو دمساوي اوږدوالي ته په کتنې سره د دوو مجاورو پوښښ تختو تر منځ مومنټ توپیر د دواړو پوښښ تختو په اتکاګانو کې د انحنایې سختیو نسبتونوپه پام کې نیولو سره وېشل کیږي . چې دا د مومنټونو بیا وېشنه حسابیږي، نو د وایو د بارونود شدت او اوږدوالي مساوي والي ته په کتنې سره د (B) په دواړو لورو د مومنټونو توپیر د مومنټونو د ضریبونو د توپیر سره یو شانته وي ، نو له دې امله د دوو مجاورو یا ګاونډیو پوښښ تختو د انحنایې سختۍ ضریبونه د (B) اتکاء ته ، په دې دلیل چې ازاد اوږدوالی یې سره مساوي دی کولی شو د دوې لپاره د مومنټ د سختۍ منځنی ضریب محاسبه کړو :

$$C_b^- = \frac{1}{2}(0.029 + 0.041) = 0.035$$

په همدې توګه د (2) محور دواړو لورو ته د منځنې تسمې منفي مومنټ (0.071) او (0.075) ضریبونو پرتلنه ښیي چې د دوې تر منځ تر (80%) سلنې پورې توپیر نه شته ، نو له دې امله کولی شو چې ($C_a^- = 0.071$) قبول کړو.



د پوښښ تختې لپاره د کږېدنې مومنټونه په لاندې ډول پیدا کوو:

1- په نښتې اتکاء کې منفي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{a,des}^- = C_a^- \, w_u \, \ell_a^2 = 0.071 \times 13.76 \times (6.1)^2 = 36.35$ KN. m/m.

$M_{b,des}^- = C_b^- \, w_u \, \ell_b^2 = 0.035 \times 13.76 \times (7.6)^2 = 27.82$ KN. m/m.

2- دوایې په منځ کې د مړو او ژوندیو بارونو په پام کې نیولو سره مثبت مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{aD,des}^+ = C_{aD}^+ \, w_{uD} \, \ell_a^2 = 0.039 \times (1.2 \times 4.8) \times (6.1)^2 = 8.36$ KN. m/m.

$M_{aL,des}^+ = C_{aL}^+ \, w_{uL} \, \ell_a^2 = 0.048 \times (1.6 \times 5.0) \times (6.1)^2 = 14.29$ KN. m/m.

په لنډې وایې د مجموعي بارونو لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{a,des}^+ = M_{aD,des}^+ + M_{aL,des}^+ = 8.36 + 14.29 = 22.65$ KN. m/m.

$M_{bD,des}^+ = C_{bD}^+ \, w_{uD} \, \ell_b^2 = 0.016 \times (1.2 \times 4.8) \times (7.6)^2 = 5.32$ KN. m/m.

$M_{bL,des}^+ = C_{bL}^+ \, w_{uL} \, \ell_b^2 = 0.020 \times (1.6 \times 5.0) \times (7.6)^2 = 9.24$ KN. m/m.

په اوږدې وایې د مجموعي بارونو لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{b,des}^+ = M_{bD,des}^+ + M_{bL,des}^+ = 5.32 + 9.24 = 14.56$ KN. m/m.

3- په نه نښلېدونکو اتکاء ګانو کې منفي مومنټونه چې دمنځنۍ وایې د مثبت مومنټ (3/4) برخه یا (75%) سلنې سره مساوي قبلېږي ، چې په لاندې ډول یې پیدا کېږي :

$M^{-}_{a,des}$ = 0.75 x 22.65 = 17.00 KN. m/m.

$M^{-}_{b,des}$ = 0.75 x 14.56 = 10.92 KN. m/m.

4- په پوښښ تختې کې د لاسته راغلو کړښدنې مومنټونو له مخې د کړښدنې په وړاندې مقاوم سیخان په لاندې ډول پیدا کېږي:

دا چې په پوښښ تختو کې فولادي سیخان یو دبل له پاسه ځای په ځای کېږي ، نو فعاله ارتفاع (d) د هغه فولادي سیخانو لپاره چې په بېلابېلو لورو کې اچول کېږي (12 mm قطر او خالصه محافظوي طبقه (20 mm) قبوله کړو , مساوي کېږي په :

په لنډ لوري . d = 200 – (20 + 12/2) = 174 mm.

په اوږد لوري d = 174 -12 = 162 mm .

(الف) - په نښتي لنډ لوري اتکاء کې محاسبوي کړښدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو :

($M^{-}_{a,des}$ = 36.35 KN. m/m)

$$R_{nA} = \frac{M^{-}_{a,des}}{\phi bd^2} = \frac{36.35 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 1.334 \text{ N/mm}^2 = 1.334 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 1.334}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.00329$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.00329 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 572.46 \text{ mm}^2/\text{m}$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$

(A_{smin} = 270 mm^2/m < A_s = 572.46 mm^2/m)، نو دسیخانو مساحت (A_s = 572.46 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{572.46} = 197.4 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په :

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (12)^2}{4} = 113 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \text{ x } 150 = 450$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په لنډ لوري ننښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (190 mm) ملي متره ، چې له ($3h = 450$ mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده قبلوو یانې (ϕ 12 mm @ 190 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

(ب) - په ننښتي اوږد لوري اتکاء کې محاسبوي کړنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو : ($M^-_{b,des} = 27.82$ KN. m/m)

$$R_n = \frac{M^-_{b,des}}{\phi bd^2} = \frac{27.82 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 1.021 \text{ N/mm}^2 = 1.021 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 1.021}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.0025$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.0025 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 435 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

($A_{smin} = 270 \text{ mm}^2/\text{m} < A_s = 435 \text{ mm}^2/\text{m}$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 435 \text{ mm}^2/\text{m}$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري ننښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{435} = 259.8 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په :

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (12)^2}{4} = 113 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (190 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوویانې (ϕ 12 mm @ 250 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

ج) - د لنډ لوري په ازاده اتکاء کې محاسبوي کړښې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو : ($M^-_{a,des}$ = 17.00 KN. m/m)

$$R_n = \frac{M^-_{a,des}}{\phi bd^2} = \frac{17.0 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 0.624 \text{ N/mm}^2 = 0.624 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 0.624}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.00152 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 264.5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(A_{smin} = 270 mm^2/m > A_s = 264.5 mm^2/m)، نو د سیخانو مساحت (A_s = 270 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{270} = 418.5 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \times 150 = 450$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصـله (350 mm) ملي متره ، چې له ($3h = 450$ mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو، یانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

(د) - د اوږد لوري په ازاده اتکاء کې محاسبوي کړنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو :

$(M^{-}_{b,des} = 10.92$ KN. m/m)

$$R_n = \frac{M^{-}_{b,des}}{\phi bd^2} = \frac{10.92 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times (174)^2} = 0.41 \text{ N/mm}^2 = 0.401 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.401}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.001$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.0010 \times 1{,}000 \times 174 = 174 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانواصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

($A_{smin} = 270 \text{ mm}^2/\text{m} > A_s = 174 \text{ mm}^2/\text{m}$)، نـــو دسیخـــانـــو مساحـت ($A_s = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \times 1{,}000}{270} = 418.5 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \times 150 = 450$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي

تـر منځ فاصلـه (350 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو ، يانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

(هـ) - د اوږد پ وايې په منځ کې محاسبوي کږېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سيخان په لاس راوړو :

$$(M^{+}_{a,des} = M^{+}_{aD,des} + M^{+}_{aL,des} = 8.36 + 14.29 = 22.65 \text{ KN. m/m})$$

$$R_n = \frac{M^{+}_{a,des}}{\phi bd^2} = \frac{22.65 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 0.831 \text{ N/mm}^2 = 0.831 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 0.831}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.0020$$

د اړينوفولادي سيخانو مساحت مساوي کږېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.0020 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 352.2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانواصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کږېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(A_{smin} = 270 mm^2/m < A_s = 352.2 mm^2/m)، نـــو دسيخـــانـــو مساحـــت (A_s = 352.2 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري ننښتې اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_S} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{352.2} = 320 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اويا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري ننښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصلـه (300 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو ، يانې (ϕ 12 mm @ 300 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

(و) - د اوږد پ وايې په منځ کې محاسبوي کږېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سيخان په لاس راوړو :

$$(M^{+}_{b,des} = M^{+}_{bD,des} + M^{+}_{bL,des} = 5.32 + 9.24 = 14.56 \text{ KN. m/m})$$

$$R_n = \frac{M^{+}_{b,des}}{\phi bd^2} = \frac{14.56 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (162)^2} = 0.616 \text{ N/mm}^2 = 0.616 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 0.616}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړينوفولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.00152 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 162 = 246.24 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانواصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نيول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

($A_{smin} = 270 \text{ mm}^2/\text{m} > A_s = 246.24 \text{ mm}^2/\text{m}$)، نو دسيخانو مساحت ($A_s = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_S} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{270} = 418.5 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له ($3h = 3 \text{ x } 150 = 450$ mm) اويا هم له (450 mm) ملي مترە څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (350 mm) ملي مترە ، چې له ($3h = 450$ mm) او له (450 mm) ملي مترە څخه لږه ده ، قبلوو ، يانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

د سيخانو د پيداکېدنې لپاره سرته رسيدلې محاسبه په لاندې جدول کې ځای په ځای کوو :

د محاسبه شوې پوښښ تختې د محاسبې څرنګوالی .

وايې	موقيعيت	کوږوالي مومنټ (KN.m)	فعاله ارتفاع (d) (mm)	R_n (MPa)	سيخبندی نسبت (ρ)	سيخانو مساحت (A_s) (mm^2/m)	سيخان
لنډ لوري	نښتې اتکاء	36.35	174	1.334	0.00329	572.46	ϕ 12 mm @ 190 mm C/C
	د وايې منځ	22.65	174	0.831	0.002024	352.2	ϕ 12 mm @ 300 mm C/C
	ازاده اتکاء	17.00	174	0.624	0.00152	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C
اوږد لوري	نښتې اتکاء	27.82	162	1.021	0.0025	435.00	ϕ 12 mm @ 250 mm C/C
	د وايې منځ	14.56	162	0.616	0.00152	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C
	ازاده اتکاء	10.92	162	0.401	0.0010	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C

9.2-په مستقیمه محاسبوي طرېقه د دوه لوریزه پوښښ تختو تحلیل اومحاسبه
(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Direct Design Method)

د مستقیمې محاسبې طرېقه د مستقیمې تحلیلي طرېقې په نامه ځکه یادېږي ، چې په دې طرېقه کې د اړتیا له مخې پرته له ساختماني تحلیل څخه د پوښښ تختې د پنیل په ښلابښلوبرخو کې دمومنټونولپاره قیمتونه توصیه کوي . دا طرېقه د معادل چوکاټ محاسبوي طرېقې په پرتله ډېره اسانه ده ، خو یوازې د منظمو څو پنیلونو لرونکو پوښښ تختو لپاره مناسبه ده . د دې طرېقې په کارېدنې کې د (ACI Code) کود (13.6.1) برخه د لاندېنیو محدودیتونو لارښوونه کوي :

1- په هر لوري باید په اصغري ډول دري پرله پسې وایې شتون ولري ، ځکه نو نهه پنیل لرونکي (3 x 3) ساختمان کولی شو ، د کوچني ساختمان په څېر په پام کې ونیسو. خو که له درېو پنیلونو څخه لږ وي ، نو د مستقیمې محاسبوي طرېقې په واسطه داخلي منفي مومنټونه به ډېر کوچني حاصل شي .

2- د پوښښ تختې باید مستطیلي ډوله وي اود پنیلونو د اوږدې او لنډې وایو اوږدوالي نسبت باید له دوو څخه ډېر نه شي . که د وایو دانسبت دوه او یا له دوو څخه لوی شي ، نو دیو لوریزه پوښښ تختې په څېر عمل کوي .

3- په هر لوري د پرله پسې وایو اوږدوالی باید د اوږدې وایې د یو پر دري څخه ډېر توپیر ونه لري . دا محدودیت تحمیلوي چې دسیخبندي غوڅېدنې تفصیل لپاره کولی شو ټاکلی ستنډرد وکاروو .

4- د پرله پسې پایو دمرکزي محورونو د هر یو محور ته د ستنو د محور بیرونوالی باید په اعظمي توګه د وایې د اوږدوالي (د مرکزیت څخه په بیرون شوې لوري) د (10%) سلنې په اندازه فاصله ولري .

5- د پوښښ تختې پرپنیل باید ټول بارونه یوازې ثقلي او په بشپړه توګه په پنیل باندې یو شانته وېشلې بارونه وي. مستقیمه محاسبوي طرېقه نه شوکولي چې د بې له اتکایې

میلو (حرکي) عناصرو، افقي بارشوې چوکاټونو، فرشي تهدابونو او مخکنې متشنج پوښښ تختو لپاره وکاروو.

6- د ګټې اخېستنې (بې له ضریبه) ژوندي بار باید د ګټې اخېستنې مړ بار د دوه برابره څخه ډېر نه شي. که محاسبوي تسمه ژوندي بار د مړبار په پرتله په لوړ نسبت بار شوې وي ، نبایي د دې طرېقې د تحلیل د فرضیې څخه ډېر مومنټونه رامنځته کړي.

7- په ټولو لورو کې د اتکاګانو تر منځ ګاډرونو سره دپوښښ تختې د پنیل لپاره ، دګاډرونو ا ړونده سختي په دواړو متقاطع لورو ($\alpha_{f1}\ell_2^2 / \alpha_{f2}\ell_1^2$) باید له (0.2) څخه کم او له (5.0) څخه ډېر نه شي . د (α_f) اصطلاح به په راتلونکې کې توضیح شي ، (ℓ_1) او (ℓ_2) په دواړو لورو وایې دي(505:9) .

په مستقیمې محاسبوي طرېقې سره د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل لپاره باید لاندې درې بنسټیزې مرحلې تر سره شي :

1 - ستاتیکي مومنټ پیداکول (Determent of Statical Moment) : د پوښښ تختې د محاسبې لپاره په دواړه لورو د لاندې شکل په څېر یو لړ چوکاتونه په پام کې نیول کېږي. دا چوکاټونه د پایو لیکوپه هر لوري د پنیلونو تر منځ پورې غځېږي . دچوکاټونو د هریو چوکاټ په هره وایه کې دا اړینه ده چې ستاتیکي مجموعي مومنټونه (M_o) د لاندې فورمول په واسطه پیداکړو : که د اتکاګانو منفي مومنټونه په (M_1) او (M_2) او د وایې په منځ کې مثبت مومنټ په (M_m) وښودل شي او دوایې له منځ څخه د هماغه ساده اتکاء لرونکي ګاډر لپاره ستاتیکي مومنټ (M_o) د لاندې رابطې په واسطه ښودل کېږي :

$$M_o = M_m - \frac{1}{2}(M_1 + M_2)$$

که بار(w) د ګاډر په اوږدوالي (ℓ) یو شانته وېشلی وي، نو ($M_o = w\ell^2/8$) کېږي .

$$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16.2)$$

دلته :

q_u - د سطحې د یو واحد لپاره ضریبي شوی باردی .

ℓ_2 - د تسمې باالمقابل عرض دی .

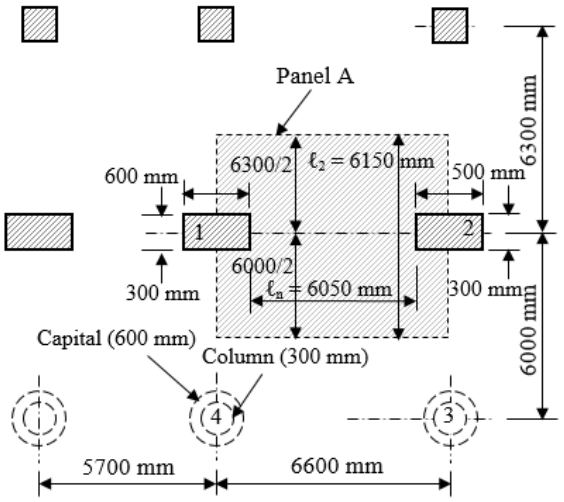
ℓ_n - د پایو یا ستنې تر منځ خالصه وایه ده .

د(ℓ_n) په پیداکېدنې کې د دایروي پایې یا دکپیټل (Capital) قطر (d_c) د مربعوي معادلې پایې ($0.886d_c \approx 0.89d_c$) سره عوض کېږي . د هر لوري د پنیلونو لپاره د(ℓ_2) او (ℓ_n) قیمتونه په (22.2- شکل) کې ښودل شوي دي(578:1) .

د ټیپیک پوښښ تختې پنیل لپاره د (M_o) محاسبه په (3.2- مثال) کې ښودل شوې ده.

د ستاتیکي مومنټ په محاسبه کې د وایې خالص او ږدوالی (ℓ_n) باید له ($0.65\ell_1$) څخه لږ په پام کې ونه نیول شي . د ستایکي مومنټ په محاسبه کې (ℓ_2) د مجاورو وایو(د ℓ_1 سره عمود) د منځني عرض سره مساوي قبلېږي . په دې محاسبه کې که مجاوره وایه یو لوریزه وي، نو (ℓ_2) فاصله د هغه اړخ څخه د پوښښ تختې د پنیل مرکزي لیکې (د ℓ_1 سره عمود) پورې په پام کې نیول کېږي (311:4) .

3.2- مثال : د لاندې شکل له مخې ستاتیکي مومنټ پیداکړئ چې د پوښښ تختې ضخامت (200 mm) او دهغې له پاسه ($5.0\ KN/m^2$) ژوندې بار تکیه وي ؟



1- لومړی یوشانته بارشوی ضریبي بارونه په لاندې ډول پیداکوو:

q_u = 1. 2 x 0.20 x 24 + 1.6 x 5.0 = 5.76 + 8.0 = 13.76 KN/m^2.

2- د(A) پنیل په پام کې نیولو سره د (1) او(2) پایو تر منځ وایه کې ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

$$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$$

دلته:

ℓ_2 - د پوښښ تختې د پنیل عرض دی چې مساوي کېږي په:

ℓ_2 = (6,300/2) + (6,000/2) = 6,150 mm.

ℓ_n - د پوښښ تختې د پنیل خالصه وایه ده چې مساوي کېږي په:

ℓ_n = 6,600 – (500/2) – (600/2) = 6,050 mm.

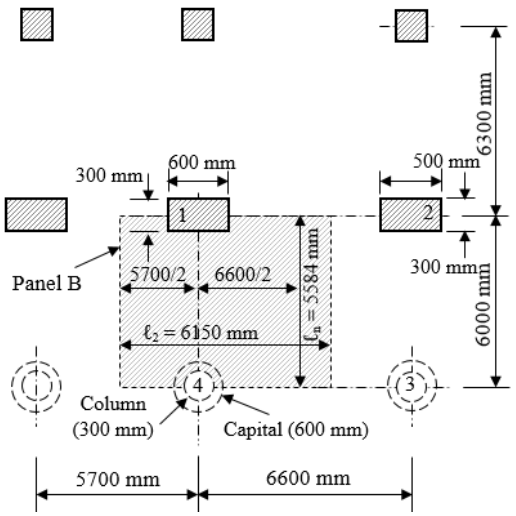
$$M_o = \frac{13.76 \text{ x } 6.15 \text{ x } (6.05)^2}{8} = 3{,}097.45 \text{ KN. m.}$$

3- د(B) پنیل په پام کې نیولو سره د (1) او(4) پایو تر منځ وایه کې ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

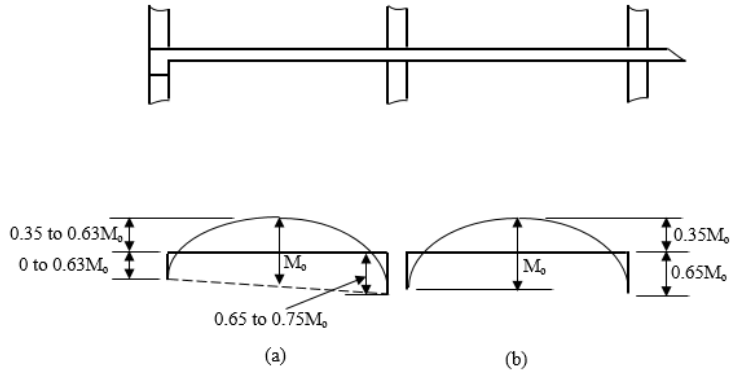
$$\ell_2 = (\frac{5{,}700}{2}) + (\frac{6{,}600}{2}) = 6{,}150 \text{ mm.}$$

$$\ell_n = 6{,}000 - (\frac{300}{2}) - \frac{1}{2} \text{ x } (0.886 \text{ x } 600) = 5{,}584 \text{ mm.}$$

$$M_o = \frac{13.76 \text{ x } 6.15 \text{ x } (5.584)^2}{8} = 2{,}638.67 \text{ KN. m.}$$



4- په پنيل کې مثبت اومنفي مومنټونه : په مستقيمه محاسبوي طريقه کې د (ACI) کود د (13.6.3) برخې د قاعدې سره سم مجموعي ضريبي شوی ستاتيکي مومنټ (M_o) په مثبت او منفي ضريبي شويو مومنټونو وېشل کېږي ، چې په لاندې ډول (23.2- شکل) کې ښودل شوې دي . په داخلي وايو کې منفي ضريبي شوې مومنټ ساحه د مجموعي ضريبي شوې ستاتيکي مومنټ (M_o) د (65%) سلنې تربرېده او مثبت مومنټ ساحه د مجموعي ضريبي شوې ستاتيکي مومنټ (M_o) د (35%) سلنې تربرېده قبلېږي . دا اټکلي اندازه د يوشانته بارشوي سختې اتکالرونکې ګاډر سره ورته دی چې په هغې کې منفي مومنټ د (M_o) د (67%) سلنې تر برېده او مثبت مومنټ د (M_o) د (33%) سلنې تر برېده پورې قبلېږي(282:14) .



23.2- شکل : په دوه لوريزه پوښښ تخته کې دمثبتو او منفي مومنټونه د ساحې ښودنه. (a) بيروني وايه او (b) داخلي وايه (461:3) .

6.2- جدول: په بيروني وايې کې ، د مجموعي ضريبي شوي مومنټ (M_o) وښنه (462:3) .

مومنټونه	نه تکيه شوې بيروني څنډې	دټولو اتکاګانو تر منځ ګاډر لرونکي پوښښ تختې	د داخلي اتکاګانو تر منځ بې له ګاډرونو پوښښ تختې		بشپړه تکيه شوي بيروني څنډې
			بې له څنډې ګاډر	څنډې لرونکې ګاډر	
داخلي منفي ضريبي شوی مومنټ	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65
د منځنۍ وايې مثبت ضريبي شوی مومنټ	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
بيروني منفي ضريبي شوی مومنټ	0	0.16	0.26	0.30	0.65

5- د پايې او منځنۍ تسمو ترمنځ د مومنټ وښنه: د پوښښ تختې د تسمې په عرض کې محاسبه شوي مومنټونه بايد په ډېره مناسبه توګه د پايې او منځنۍ تسمو ترمنځ ووېشل شي. خو د دوې څخه د پايې تسمه د انحنايې بې ځايه کېدنې په وړاندې د ډېرې سختۍ له امله ځانته ډېر مومنټ ځانګړې کوي . که دپوښښ تخته له ګاډر سره يوځای وي نو دپايې د تسمې د مومنټ برخه بايد په ډېره مناسبه توګه دګاډر او پوښښ تختې تر منځ ووېشل شي . په بيروني وايه کې بيروني انجام د داخلي اتکاء د انجام په نسبت لږه استواره په پام کې نيول کېږي . د مثبتو اومنفي منټونو په ساحه کې د (M_o) وښنه په (6.2- جدول) کې ورکړل شوې ده . په دې جدول کې بيروني څنډې تکيه شوې نه وي، پوښښ تختې اړونده په کومه کې چې بيروني څنډې يې تکيه شوي وي ، خو هغه لکه د بېلګې په توګه د معموره ډوله ديوال په څېر دي . بيروني بشپړه تکيه شوې څنډې د هغه پوښښ تختو چې بيروني څنډې يې تکيه شوې وي او پرله پسې د هغه کانکرېټي ديوال انحنايې سختي يې د پوښښ تختې په نسبت ډېره وي .

که په لاس راغلي منفي مومنټونو د اتکاء دواړو لورو ته توپیر ولري ، نو د پوښښ تختې منفي مومنټ مقطع له دوو څخه د لوی لپاره محاسبه کېږي(3:462-460) .

6- د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمې د اجزاو تر منځ د مومنټ وېشنه : هغه مثبت او منفي مومنټونه چې د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمه په عرض کې محاسبه کېږي ، نو د پایې یا ستنې د تسمې او د نیمه منځنیو تسمو په نسبت وېشل کېږي . د ستنو د تسمو سختي د ستنو د محور په ګردچاپیره کې د محدود واقع کېدنې په دلیل او د ګاډر سختي (د پوښښ د تختې یا ګاډر) چې د ($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) یا (د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمې عرض او دوایې اوږدوال نسبت) د بدلونونو اود (α_{f1}) یا (د پوښښ تختې - ګاډر په مقطع کې د ګاډر او پوښښ تختې د سختۍ نسبت) دپایې او منځنۍ تسمو د نسبت د محاسبې لپاره مناسب او وړ کمیتونه ښیې .

په هغه پوښښ تخته کې چې په ګاډر تکیه نه وي ($\alpha_{f1} = 0$) وي ، نو د پایې تسمې ته (75%) ضریبي شوې منفي مومنټ او (60%) ضریبي شوې مثبت مومنټ رسېږي. په همدې ترتیب سره منځنې نیمایې تسمو ته د پوښښ تختې د تسمې د مجموعي متناظر مومنټ څخه (12.5%) ضریبي شوې منفي مومنټ او (20%) ضریبي شوې مثبت مومنټ رسېږي . همداراز د پوښښ هغه تخته چې په ګاډر تکیه وي او د ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 0$) وي ، په داسې حالت کې چې د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) د (0.5) ، (1.0) او یا (2.0) سره مساوي وي ، نو ستنې تسمې ته د مجموعي منفي او مثبت ضریبي شوې مومنټونه په ترتیب سره (90%) ، (75%) او (45%) رسېږي .

د پایې او منځني تسمو تر منځ دخارجې ضریب سره د منفي مومنټونو د وېشنې لپاره باید چې د اړخ ګاډر نسبي څرخېدنې نسبت (β_1) ته پاملرنه وشي . که د اړخ ګاډر نسبي څرخېدنې نسبت ($\beta_1 = 0$) وي ، نو بیروني ضریبي مجموعي منفي مومنټ د پایې تسمې ته ځانګړې کېږي او منځنۍ تسمې ته هیڅ برخه نه رسېږي . خو که د اړخ ګاډر

نسبي څرخېدنې نسبت ($\beta_1 \geq 2.5$) وي ، نو بيروني ضريبي مجموعي منفي مومنټ د داخلي ضريبي منفي مومنټ په څېر د پايې او منځنۍ تسمو ترمنځ وېشل کېږي .

د اړخ ګاډر نسبي څرخېدنې نسبت(β_1) د عرضاني قوی مودول (G) او د اړخ ګاډر څرخېدنې ثابت (C) د ضرب حاصل اوپه څرخېدونکې ګاډر او د پوښښ تختې د تسمې عرض سره نښتې پوښښ تختې اړونده (EI) پر وېشلو څخه په لاس راځي ، چې د پواسون ضريب د صفر سره وي ($v = 0$) او ($G = E/2$) قيمتونو د قبلېدنې سره مساوي کېږي په :

$$\beta_1 = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.2)$$

دلته : (E_{cb}) او (E_{cs}) په ترتيب سره د څرخېدونکې ګاډر او پوښښ تختې د کانکرېټو د ارتجاعيت مودول دی او ($I_s = \frac{\ell_2 h^3}{12}$) د پوښښ تختې د انرشيا مومنټ دی (443:13) .

د څرخېدونکي ګاډر مقطع د (ACI) کود پر بنسټ د هغې په اوږدو کې ثابته او د لاندېنيو درېيو قيمتونو سره مساوي اويا ورڅخه لوي په پام کې نيول کېږي :

الف - د پام وړ وايې په اوږدو کې د مومنټ د محاسبې لپاره د پوښښ تختې يوه برخې عرض د ستنې د عرض، د پايې يا ستنې د سر او يا د براکټ د عرض سره مساوي په پام کې نيول کېږي .

ب - په يو ريخت او يا بشپړه مرکب پوښښونو کې په (الف) برخه کې د ټاکل شوې برخې سربيره د ګاډرد عرض له هغه برخې چې د پوښښ تختې له پاسه يا لاندې واقع وي .

ج - عرضي ګاډر چې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي .

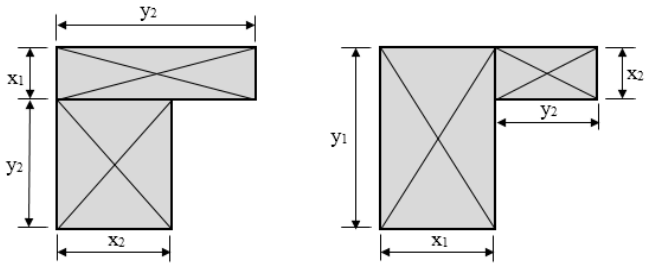
په (24.2- شکل) کې د څرخېدونکې ګاډر مقطع د پورتنيو رابطو پر بنسټ په بېلوبېلو حالتونو کې په نښه شوې دي . په دې شکل کې (c_1) د (ℓ_1) په لوري د پايې يو بعد يا د پايې سر دي ، (h_f) ، (h_b) او (b_w) په ترتيب سره د پوښښ تختې ضخامت، د ګا ډر وتلې برخه او د ګاډر عرض دي. د اړخ څرخېدونکي ګاډر په نښه برخه يوازې يوه لورې ته لري ، خو هغه چې څرخېدونکې اړخ ته يو کوچنی کانټيليور ولري .

په څرخېدونکې ګاډر کې د څرخېدنې ثابت (C) په بشپړه دقت سره په ډېره ساده ډول نه ټاکل کېږي . دا کمیت د مقطع د قطبي انرشیا مومنټ سره یو څه مساوي دی ، د (24.2- شکل) د مقطع په مستطیلونو چې کوچنۍ اندازه یې (x) او لویه اندازه یې (y) ولري په وېشلو سره د لاندې رابطې په واسطه ټاکل کېږي :

$$C = \sum \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3} \quad \ldots\ldots\ldots\

د څرخېدنې ثابت (C) په محاسبه کې باید د ګاډرد مقطع متحملې برخې په بېلابېلو مستطیلې برخو ووېشل شي ، تر څو د (C) لوړ قیمت تر لاسه شي ،چې ېر اوږدوالي په ځانګړې کېدنې سره ښایي پلنو مستطیلونو ته د څرخېدنې ثابت (C) لوړ قیمت حاصل شي.

د (ACI) کود د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې د ستنې د تسمې د داخلي منفي مومنټ، د بیروني منفي او مثبت مومنټونو د برخې د ټاکلو لپاره په لاندې ډول (7.2- جدول) کې قیمتونه ښودل شوې دي ، په جدول کې د عددونو تر منځ اندازې د انترپولیشن له مخې ټاکل کېږي .



25.2- شکل: دیوه اړخیزګاډر مقطع د مقطع د څرخېدنې دثابت (C) حاصلولو لپاره په بېلابېلو طرېقوپه مستطیلو وېشنه (316:4) .

د محاسبوي تسمې په ټول عرض کې د رامنځته کېدونکې مومنټونو څخه په سلنې سره د پایې د تسمې برخه د (21.2) او (22.2) رابطو پر بنسټ د(7.2- جدول) دقیمتونو تر منځ د خطي اړیکو په پام کې نیولو سره پیداکېږي . د دې رابطو څخه په ګټې اخېستنې کې بشپړه دقت وشي ، که ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} > 1.0$) وي ، نو ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$) او که د اړخ ګاډر نسبي څرخېدونکې سختي ($\beta_1 > 2.5$) وي ، نو($\beta_1 = 2.5$) قلېږي او په رابطو کې ځای په ځای کېږي .

7.2- جدول: د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې د پایې تسمې د داخلي منفي ، د بیروني منفي او مثبت مومنټونو په سلنې سره برخې(317:4) .

د پام وړ ضریبونو سره مومنټونه	$(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$	(β_1)	$(\frac{\ell_2}{\ell_1})$		
			0.5	1.0	2.0
داخلي منفي مومنټ	0	-	75	75	75
	≥ 1.0	-	90	75	45
بیروني منفي مومنټ	0	0	100	100	100
		≥ 2.5	75	75	75
	≥ 1.0	0	100	100	100
		≥ 2.5	90	75	45
مثبت مومنټ	0	-	60	60	60
	≥ 1.0	-	90	75	45

په داخلي منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$\%^{-}_{in,col} = 75 + 30\,(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\,(1-\frac{\ell_2}{\ell_1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21.2)$$

په بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$\%^{-}_{ext,col} = 100 - 10\,\beta_1 + 12\,\beta_1\,(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\,(1-\frac{\ell_2}{\ell_1}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22.2)$$

په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$\%^{+} = 60 + 30\,(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\,(1.5-\frac{\ell_2}{\ell_1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23.2)$$

د(ACI) کود د لارښوونې پربنسټ که تکیه په پایو یا دیوالونو شوې وي او په هغې کې یې فاصله لږترلږه د پوښ تختې د هغه تسمې چې (M_o) دهغې لپاره پیداشوی دی ، د عرض د درې پر څلور ($0.75\ell_2$) تر اندازه پورې غځېدلې وي او داسې فرضېږي چې منفي

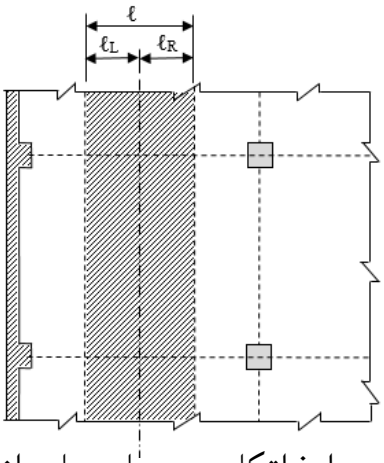
مومنټ په (ℓ_2) یو شانته وېشل کېږي . له بلې خوا د اړخ نیمې منځنۍ مجاوره تسمه ، چې د یوه دیوال پر مخ واقع ده ، د منفي مومنټ د محاسبې لپاره (ℓ_n) د مجاورې پایې د عرض او د دیوال سره موازي په پام کې نیول کېږي او دیوال د یو سخت ګاډر په څېر فرضېږي (9 :503-501) .

5- په منځنیو تسموکې د ضریبي مومنټونو پیداکول: د (ACI) کود د لارښوونې پر بنسټ د ضریبونو سره د مومنټونو هغه برخه چې د ستنو د تسمې په واسطه نه تحمل کېږي ، د محاسبوي ځانګړې شوې تسمې دواړو لورو ته دنیمه منځنیو تسمو ترمنځ باید په متناسبه توګه ووېشل شي اوهره منځنۍ تسمه همداسې محاسبه کېږي اود هغه مجموعي مومنټونو په وړاندې چې ددواړو نیمومنځنیوتسمو ته ځانګړې شوي دي مقاومت وکړي.

هغه منځنۍ تسمه چې دهغه اړخ سره مجاوره یا موازي پر دیوال تکیه شوې باید داسې محاسبه شي چې د نیمې منځنۍ تسمې لپاره دوه ځلې (دوه چنده) ټاکل شوی مومنټ چې د داخلي اتکاګانود لومړي ردیف سره متناظروي وزغمي . په لاندې (24.2-شکل) کې د دیوال له پاسه اړخ سره مجاوره یا موازي په نښه شوې تسمه منځنۍ تسمه ده چې عرض یې د (ℓ) سره مساوي دی او د دې وړتیا باید ولري چې د(ℓ_n) په عرض د نبې لورې د نیمې منځنۍ تسمې د مثبت او منفي مومنټونو دوه ځلې (دوه چنده) مومنټ وزغمي ، نو له دې امله د (ℓ) په عرض منځنۍ تسمه چې په (24.2-شکل) کې په نښه شوې ده باید د وایې پر منځ او هم د په اتکاګانو کې د لاندې نیو نبودل شویو مومنټونو د دوه برابره څخه ډېر مومنټ ورته محاسبه شي :

الف - د(ℓ_n) په عرض د نبې لورې د نیمې منځنۍ تسمې او د(ℓ_L) په عرض د چپ لورې د نیمې منځنۍ تسمې د مومنټونو مجموعه .

ب - د (ℓ_n) په عرض د نبې لورې نیمې منځنۍ تسمې ته د ځانګړې شوې مومنټ دوه ځلې.



26.2- شکل : په دیوال د تکیه شوې اړخ اتکاء سره مجاوره یا موازي منځنۍ تسمه (.319:4) .

6- د پایې تسمې د مومنټونو وېشنه : د (ACI) کود د غوښتنې له مخې که د ستنې تسمه کې ګاډر هم ګډون ولري ، نو د ستنې د تسمې په مومنټونو کې د ګاډر برخه په لاندې ډول ټاکل کېږي :

1- که ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0$) وي ، نو د ګاډر برخه (85%) سلنه قبلېږي .

2- که ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 0$) وي ، نو د ګاډر برخه (0%) سلنه قبلېږي .

3- که ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} < 1.0$) وي ، نو د ګاډر برخه د داخلي خطي موقعیت له مخې له (0 % سلنې څخه تر (85%) سلنې پورې قبلېږي .

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې ګاډرونه سربېره له هغه مومنټ چې د پوښښ تختې د مړه بار له امله د پوښښ تختې - ګاډر د ستاتیکي مومنټ او د پایې یا ستنې د تسمې په اړونده مومنټ کې د ګاډر برخه ټاکنې کې ټاکل کېږي ،د ټولو هغه اضافي مومنټونو چې د متمرکز او خطي بارونو له امله په ګاډر اغېزه کوي، په وړاندې باید هم مقاوم وي . په دې بارونو کې د پوښښ تختې له پاسه یا لاندې د ګاډر وتلې تنې ، د ځانګړو دیوالونو وزن چې د ګاډر په طولاني محور او مرکز محور په مخ واقع وي او د فرعي ګاډرونو او پایو یاستنو بارونه چې په ګاډرونواو یا په ځوړند ډول له ګاډر څخه لاندې واقع شوې وي ، بارونه ګډون لري . دې بای پاملرنه وشي چې خطي یا متمرکز

بارونه هغه بارونه دي چې د ګاډر د تنې د عرض په محدودو کې عمل کوي او په ګاډر مستقیماً اغیزه کوي ، قبلېږي .

4.2- مثال : په لاندې شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې د مستقیمې محاسبوي طریقې په واسطه د (2) محور په اوږدو د محاسبوي تسمواجـزاو مومنټونه محاسبه او همداراز د منځۍ وایې د محاسبوي تسمې په اجزاو کې فولادي سیخان ځای په ځای کړئ . که د پوښښ تختې ضخامت (h_s = 180 mm) ، د ګاډر بشپړه ارتفاع (h = 500 mm) ، عـرض یې (b_w = 400 mm) او د ستنې ابعاد (400 mm x 400 mm) وي . همداراز د پوښښ تختې له پاسه پرته له خپل وزن څخه (W_D = 2.0 kN/m^2) مـړ بار او (W_L = 4.0 kN/m^2) ژوندی بار عمل کړی وي او د کانکرېټو حجـمي وزن (γ = 24 KN/m^3) ، (f'_c = 30MPa) او (f_y = 420 MPa) وي .

حل : په سر کې د مستقیمې محاسبوي طریقې شرایط په لاندې ډول ارزوو:

1- په پلان کې درې پرله پسې پوښښ تختې په هر لوري شتون لري .

2- د پوښښ تختې پنیلونه مستطیلي شکل لري چې لوی وایې اوږدوالي او کوچنۍ وایې اوږدوالي نسبت (2.0 > 1.25 = 7.5/6) دی .

3- د پرله پسې وایو مرکز تر مرکزه فاصلې د لوي وایې د یوپردې اندازې څخه نه د ډېرېږي یانې (7.0 – 6.0 = 1.0 m < 7.0/3 = 2.33m) .

4- د پایو له مرکزیت څخه دبیرونوالي د پرله پسې پایو یا ستنو د مرکزي محورونو د هر یو محورڅخه په حقیقت کې صفر او یا له (10%) سلنې څخه لږ دی.

5- ټول بارونه ثقلي بارونه دپوښښ تختې د پنیلونوله پاسه یوشانته وېشلې شوې دي، دبلې خوا بې له ضریبه ژوندي بار او مړ بار نسبت له دوو څخه نه ډېرېږي .

$W_D = 2.0 + 0.18 \times 24 = 6.32$ KN/m^2; $W_L/W_D = 4.0/6.32 = 0.63 < 2.0$.

6- د پوښښ تختې ټول پنیلونه پر څلورو لورو د ګاډرونو له پاسه واقع شوې دي ، په دواړو پرله پسې لورو د ګاډرونو سختیو نسبت د لاندې رابطې په واسطه تصدیق کېږي:

$$0.2 \leq \frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} \leq 5.0$$

سره له دې چې پورتنۍ رابطه کولی شو په دقیقه توګه د ټولو پنیلونو لپاره و ارزوو، خو په دې مثال کې د پوښښ تختې په پنیلونو کې د پرله پسې وایو اوږدوالي توپیر ډېر نه دی لکه ($\ell_1 = 6.0$ m) او ($\ell_2 = 7.5$ m) او په دواړو پرله پسې لورو کې د شته ګاډرونو ابعاد سره مساوي دي . د (α_f) قیمتونه په دواړو لورو یو دبل سره نژدې دي او له بلې خوا $(\frac{\ell_2}{\ell_1})^2$ له $(7.5/6)^2 = 1.56$ سره کېږي ، نو له دې امله په دواړو لورو د ګاډرونو نسبي سختي کافي ده. په دې مثال کې د مستقیمې محاسبوي طریقې ټول شرایط بشپړ دي ، نو کولی شو دا طریقه د مثال د شرایطو سره سم د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل او محاسبې لپاره وکاروو او کولی شو د ټولو محورونو په اوږدو محاسبوي مومنټونه د محاسبوي تسمو په ټولو اجزاو ووېشو .

د (2) محور په اوږدو کې د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل او محاسبې مرحلې په لاندې ډول توضیح او تشریح کېږي :

1- د ضریبي شوي مجموعي ستاتیکي مومنټ پیداکول : $M_o = \frac{w_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$

$W_u = 1.2 \times 6.32 + 1.6 \times 4 = 14.0$ KN/m^2

$W_u = 14.0$ KN/m^2 > $1.4w_D = 1.4 \times 6.32 = 8.848$ KN/m^2

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 6.0$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$\ell_n = \ell_1 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60$ m.

$M_o = \frac{14.0 \; x \; 7.5 \; x \; (5.6)^2}{8} = 411.6$ KN. m

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 7.0$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$\ell_n = \ell_1 - b_w = 7.0 - 0.4 = 6.60$ m.

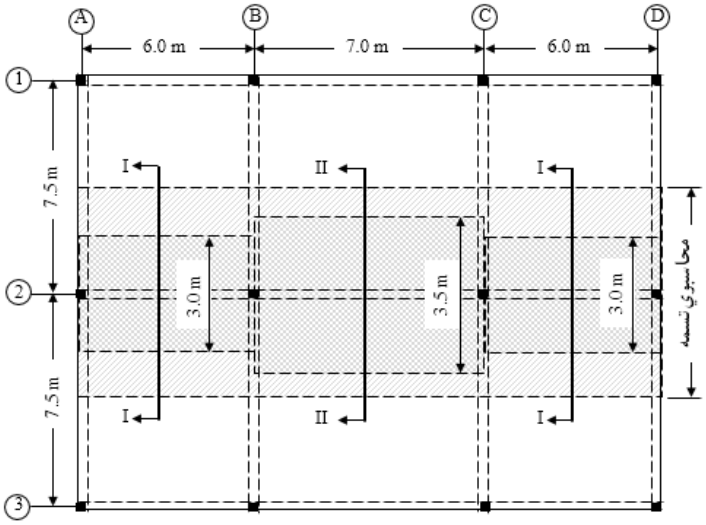
$M_o = \frac{14.0 \; x \; 7.5 \; x \; (6.6)^2}{8} = 571.725$ KN. m

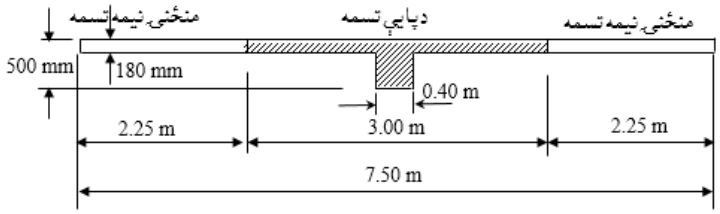
2- په لاس راغلی مجموعي ستاتیکي مومنټ په مثبت او منفي مومنټونو وېشو : څرنګه چې (7.0 m) وایه یوه داخلي وایه ده ، نو په هغې کې ستاتیکي مومنټ (65%) سلنه په منفي مومنټ او (35%) سلنه په مثبت مومنټ وېشل کېږي :

$M_u^- = 0.65M_o = 0.65 \times 571.725 = 371.621$ KN. m

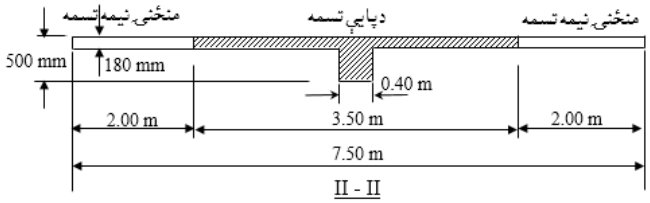
$M_u^+ = 0.35M_o = 0.35 \times 571.725 = 200.104$ KN. m

څرنګه چې (6.0 m) وايه يوه اړخيزه او وروستنې وايه ده ، نو په هغې کې ستاتيکي مومنټ د (6.2- جدول) له مخې د (22.2- شکل) سره سم په لاندې ډول وېشل کېږي :

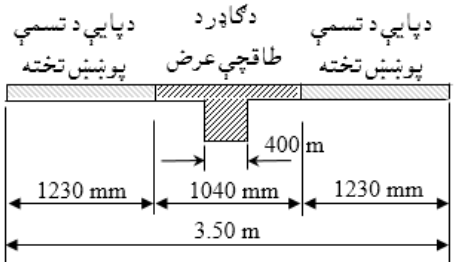


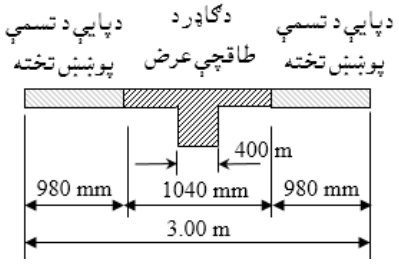


I-I



II - II





د اړخيزې يا وروستنې وايې په بيروني اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.16M_o = 0.16 \times 411.6 = 65.856$ KN. m

د اړخيزې يا وروستنې وايې په داخلي اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.70M_o = 0.70 \times 411.6 = 288.12$ KN. m

د اړخيزې يا وروستنې وايې په منځ کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^+ = 0.57M_o = 0.57 \times 411.6 = 234.612$ KN. m

د (ACI) کــود د غوښتنې لــه مخې د مجــاورو پوښښ تخــتو په شريکه اتکاء کې د لاس ته راغلــو مومنټ قيمتونو څخه لوي قيمت د زغم لــپاره ټاکل کــېږي . دا چې پــه يــوه اتکاء کې دوه اتکايي مومنټــونه لــه ($M_u^- = 288.12$ KN. m) څخــه ($M_u^- = 371.621$ KN. m) ته لوړېږي ، نو بالمقابل د (6.0 m) وايې په منځ کې مثبت مومنټ کمېږي ، خو د لا ډاډمنتيا لپاره د دې کمښدنې څخه انصراف کوو . که نښتو اجزاو تر منځ د مومنټونو وښنه په هغه حالت کې چې په تکيه کې يې نا معادله مومنټ وښل کېږي د سختۍ دضريب له مخې هم تر سره کېدای شي .

3- د پوښښ تختې د ستنې او منځنۍ تسمو د بريدونو ټاکل او تر منځ يې د مومنټ وښل: د پاپې محاسبوي تسمې عرض بايد چې{ $\frac{\ell_2}{2}$, $\frac{\ell_1}{2}$ }min د ستنې له محور څخه په هر لوري په لاندې ډول ټاکل کېږي :

په (6.0 m) وايه کې د ستنې د محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$\min\{\frac{\ell_1}{2} = \frac{6}{2} = 3.\text{ m}, \frac{\ell_2}{2} = \frac{7.5}{2} = 3.75\text{ m}\} = 3.0$ m

په (7.0 m) وايه کې د ستنې د محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$\min\{\frac{\ell_1}{2} = \frac{7}{2} = 3.5\text{ m}, \frac{\ell_2}{2} = \frac{7.5}{2} = 3.75\text{ m}\} = 3.5$ m

په (6.0 m) وایه کې د منځنۍ نیمې محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$\frac{7.5-3.0}{2}$ = 2.25 m

په (7.0 m) وایه کې د منځنۍ نیمې محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$\frac{7.5-3.5}{2}$ = 2.0 m

په پورتنۍ شکل کې د(2) محور باندې د ستنې او منځنۍ نیمه محاسبوي تسمو بریدونه او محدودې ښودل شوي دي .

دا چې ګاډر او پوښښ تختې په یوریخت ډول سره جوړ شوې دي ، نو د پوښښ تختې برخه د ګاډر د طاقچې په ډول واقع کېږي چې د طاقچه لرونکې ګاډر شکل اختیاروي . د دې له امله د ګاډر هر لوري ته د طاقچې وتلې برخې عرض باید چې $\min\{h_b, 4h_f\}$ قبلېږي ، چې (h_f) د پوښښ تختې ضخامت او (h_b) د ګاډر عرض دی .

د (T- ډوله) ګاډر د طاقچې عرض مساوي کېږي په :

$b = \min\{b_w + 2h_b, b_w + 8h_f\}$, $h_b = 500 - 180 = 320$ mm

$b = \min\{400 + 2 \times 320 = 1{,}040 \text{ mm}, b_w + 8h_f = 500 + 8 \times 180 = 1{,}940 \text{ mm}\}$

$b = 1{,}040$ mm

په (6.0 m) وایه کې د ګاډر په هر لوري د پوښښ تختې د پایې د تسمې عرض له ($\frac{3{,}000-1{,}040}{2}$ = 980 mm) سره مساوي کېږي .

په (7.0 m) وایه کې د ګاډر په هر لوري د پوښښ تختې د پایې د تسمې عرض له ($\frac{3{,}500-1{,}040}{2}$ =1,230 mm) سره مساوي کېږي .

د (2) محور د محاسبوي تسمو په هر وایه کې د هغوې د اجزاوو تر منځ د مثبت او منفي مومنټونو وېشنه په لاندې ډول تر سره کېږي :

الف - د(7.0 m) وایې په منځ کې د ګاډر د تنې د انرشیا مجموعي مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي (325:4) :

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} = \frac{I_b}{I_s} \; ; \; I_s = \frac{\ell_2 h_f^3}{12} = \frac{7{,}500 \times (180)^3}{12} = 3.645 \times 10^9 \text{ mm}^4.$$

$$I_b = k \frac{b_w \times h^3}{12}, \; k = \frac{1 + AB(4 - 6A + 4A^2 + BA^2)}{1 + AB}$$

$A = \frac{h_f}{h} = \frac{180}{500} = 0.36$, $B = (\frac{b_e}{b_w} - 1) = (\frac{1,040}{500} - 1) = 1.6$

$k = \frac{1+0.36 \text{ x } 1.4 \text{ x } (4-6\text{x}0.36+4 \text{ x } 0.36^2+1,6 \text{ x } 0.36^2)}{1+(0.36 \text{ x } 1.6)} = 1.524$

$I_b = 1.524 \frac{400 \text{ x}(500)^3}{12} = 6.35 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$

$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s} = 1.742 \Rightarrow \alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.742 \text{ x } \frac{7.5}{7.0} = 1.87 > 1.0 \Rightarrow \alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$

$\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{7.5}{7.0} = 1.071$

اوس د (21.2) او (23.2) رابطو له مخې لرو چې :

په داخلي منفي مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندې رابطې په واسطه پيدا کېږي :

$M^-_{in,col} = 75 + 30 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \text{ x } 1 \text{ x } (1.0 - 1.071) = 72.86\%$

په مثبت مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندې رابطې په واسطه پيدا کېږي:

$M^+ = 60 + 30 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \text{ x } 1 \text{ x } (1.5 - 1.071) = 72.86\%$

داچې د پوښښ تخته او ګاډر سره يوځای دي او ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0$) دي ، نو د پايې په محاسبوي تسمه کې ګاډر ته د پايې د محاسبوي تسمې له مومنټ څخه (85%) سلنه برخه رسېږي ، نو له دې امله په منځنۍ وايه کې مثبت او منفي مومنټونه په لاندې ډول سره وېشو:

د ګاډر برخه (0.85 x 72.86 = 61.93%) .

د پايې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 72.86 = 10.93%) .

د منځنۍ تسمې برخه (100% - 72.86% = 27.14%) .

ب - په اړخيزه يا کناري (6.0 m) وايه کې :

$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s} = 1.742, \frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{7.5}{6.0} = 1.25 \Rightarrow \alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.742 \text{ x } 1.25 = 2.18 > 1.0$

$\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$

د (17.2- رابطې) څخه لیکو چې ($\beta_1 = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s}$) ، په دې رابطه کې باید د(A) محور د اړخ ګاډر د څرخېدنې ثابت (C) بای ـد پیداشي ، دا ګاډر (L- ډوله) مقطع لري چې د (22.2- شکل) له مخې د ګاډر لـه تنـې څخـه دطاقچـې یا پوښښ تختې بیرون وتنه قبلېږي ، نو د دې مقطع لپاره د ګاډر دطاقچې عرض مساوي کېږي په : $\min\{h_b, 4h_f\}$

$b_e = \min\{b_w+h_b=400+320=720 \ , b_w+4h_f = 400 +4 \times 180 =1,120 \} = 720$ mm

د (18.2- رابطې) څخه لیکو چې $C = \sum \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}$ د(A) محور د اړخ ګاډر چې (L) ډوله مقطع لري د څرخېدنې ثابت (C) د پیداکولو لپاره د (23.2- شکل) په څېر په ببلابېل ډوله مستطیلونو په شکل وېشل کېږي او له هغې څخه د (C) اعظمي قیمت په لاندې ډول پیداکوو :

1- که اصلي مستطیل د مقطع په تنه کې په پام کې ونیول شي نو :

$x_1 = 400$ mm, $y_1 = 500$ mm, $x_2 = 180$ mm, $y_2 = 320$ mm.

$$C = \left(1 - 0.63\ x\ \frac{400}{500}\right)\frac{(400)^3 x\ 500}{3} + \left(1 - 0.63\ x\ \frac{180}{320}\right)\frac{(180)^3 x\ 320}{3}$$

$C = 5.29 \times 10^9 + 0.40 \times 10^9 = 5.69 \times 10^9$.

2- که اصلي مستطیل د مقطع په طاقچه کې په پام کې ونیول شي نو :

$x_1 = 180$ mm, $y_1 = 720$ mm, $x_2 = 500 - 180 = 320$ mm, $y_2 = 400$ mm.

$$C = \left(1 - 0.63\ x\ \frac{180}{720}\right)\frac{(180)^3 x\ 720}{3} + \left(1 - 0.63\ x\ \frac{320}{320}\right)\frac{(320)^3 x\ 400}{3}$$

$C = 1.18 \times 10^9 + 2.17 \times 10^9 = 3.35 \times 10^9$.

د پورتنیو دوو قیمتونو څخه ($C = 5.69 \times 10^9$) اعظمي یا ډېر دی ، نو همدا قیمت قبلېږي ، نو :

$$\beta_1 = \frac{C}{2I_s} = \frac{5.69\ x\ (10)^9}{2 \times 3.645\ x\ (10)^9} = 0.78 < 2.5$$

د (21.4) ،(22.2) او (23.2) رابطو له مخې لرو چې :

په داخلي منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$M^-_{int.col} = 75 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \times 1 \times (1.0 - 1.25) = 67.5\%$$

په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$M^{+}= 60 + 30 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \times 1 \times (1.5 - 1.25) = 67.5\%$$

په بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$M^{-}_{ex,col}= 100 - 10\beta_1 + 12\beta_1 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.0- \frac{\ell_2}{\ell_1})$$

$$M^{-}_{ex,col}=100 - 10 \times 0.78 + 12 \times 0.78 \times 1 \times (1.0 - 1.25) = 89.86\%$$

په دې وایه کې ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0$) دي ، نو دپایې په محاسبوي تسمه کې ګاډر ته د پایې د محاسبوي تسمې له مومنټ څخه (85%) سلنه برخه رسېږي ، نو له دې امله د (2) محور په کناري یا اړخیزه وایه کې داخلي مثبت او منفي مومنټونه په لاندې ډول سره وېشو:

- دګاډر برخه (0.85 x 67.5 = 57.38%) .
- د پایې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 67.5 = 10.12%) .
- د منځنۍ تسمې برخه (100% - 67.5% = 32.5%) .

په همدې توګه د (2) محور په کناري یا اړخیزه وایه کې بیروني منفي مومنټ په لاندې ډول سره وېشو:

- دګاډر برخه (0.85 x 89.86 = 76.38%) .
- د پایې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 89.86 = 13.48%) .
- د منځنۍ تسمې برخه (100% - 89.86% = 10.14%) .

د (2) محور د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو تر منځ د مومنټونو وېشنه په لاندې جدول کې ځای په ځای کوو :

دپام وړ مومنټونه	دمجموعي ضريب سره مومنټونه (KN. m)	دګاډر مومنټ		د پايې په دوو نيمايې تسموکې مومنټ		د منځنۍ په دوو نيمايې تسموکې مومنټ	
		په سلنې	مقدار (KN. m)	په سلنې	مقدار (KN. m)	په سلنې	مقدار (KN. m)
وروستنۍ يا اړخيزه وايه							
M_{ext}^{-}	65.9	76.38	50.3	13.48	8.9	10.14	6.7
M^{+}	234.6	57.38	134.6	10.12	23.7	32.5	76.3
M_{int}^{-}	371.6	57.38	213.2	10.12	37.6	32.5	120.8
داخلي وايه							
M^{-}	371.6	61.93	230.1	10.93	40.6	27.14	100.9
M^{+}	200.1	61.93	123.9	10.93	21.9	27.14	54.3

په پورتنې جدول کې ښودل شوې مومنټونه ديو شانته وېشل شويو عمودي مړو او ژوندیو بارونو له اغېزې پيداشوې دي ، خو په دې بارونو کې له پوښښ تختې څخه د ګاډر دوتلې برخې وزن شامل نه دی . له پوښښ تختې څخه د ګاډر دوتلې برخې وزن يو اضافي خطي بار دی چې د ګاډر يې زغمي ، دا بار او دهغې له امله کوږوالي مومنټونه په لاندې ډول پيداکېږي :

$$W'_D = 1.2 \times (0.50 - 0.18) \times 0.4 \times 24 = 3.69 \text{ KN/m}$$

په منځنۍ وايه کې ستاتيکي مومنټ مساوي کېږي په : $M_o = \frac{W'_D \ell_n^2}{8}$

د پوښښ تختې د لنډ لوري ($\ell_1 = 6.0$ m) محاسبوي وايه په لاندې ډول پيداکوو :

$$\ell_n = \ell_1 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{3.69 \times (5.6)^2}{8} = 14.5 \text{ KN. m}$$

په بيروني اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_u^{-} = 0.16 M_o = 0.16 \times 14.5 = 2.32 \text{ KN. m}$$

په داخلي اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.70M_o = 0.70 \times 14.5 = 10.15$ KN. m

دوایې په منځ کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^+ = 0.57M_o = 0.57 \times 14.5 = 8.27$ KN. m

د لومړۍ داخلي اتکاء دواړو لورو ته د ($M_u^- = 13.1$ KN. m) په اندازه یو نا متعادله مومنټ د ښي وایې په لوري او د چپې وایې په لوري ($M_u^- = 10.15$ KN. m) هم شتون لري، نو د کود د غوښتنې له مخې لوی مقدار مومنټ غوره کېږي او د ګاډر نهایې مومنټونه په لاندې جدول کې ښودل کېږي .

دپام وړ بارونه	په وروستنۍ یا اړخیزه وایه کې د ګاډر مومنټ (KN. m)			په داخلي وایه کې د ګاډر مومنټ (KN. m)	
	M_{ext}^-	M^+	M_{int}^-	M^-	M^+
وېشلی مړ او ژوندی بارونه	50.3	134.6	213.2	230.1	123.9
د ګاډر مړ بار	2.3	8.3	13.1	13.1	7.0
دبارونو مجموعه	52.6	142.9	226.9	243.2	130.9

د منځنۍ وایې د محاسبوي تسمې د اجزاو سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کېږي:

1- د پایې په محاسبوي تسمه کې ګاډر د ($M_u^+ = 130.9$ KN. m) مومنټ لاندې واقع دی او د یو (T- ډوله) ګاډر په څېر محاسبه په لاندې ډول کېږي :

د دې ګاډر ابعاد د شکل له مخې :

$b = 1.040$ mm, $b_w = 400$ mm, $h_f = 180$ mm, $h = 500$ mm

د (T- ډوله) ګاډر د محاسبې لپاره ($a = h_f = 180$ mm) قبلوواو (M_n) په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$M_n = 0.85f'_c\ ab\ (d - \frac{a}{2}) = 0.85 \times 30 \times 180 \times 1{,}000\ (435 - \frac{180}{2})$$

$M_n = 1{,}647 \times 10^6$ N. mm = 1,647 KN. m, $\phi = 0.9$

$\phi M_n = 0.9 \times 1{,}647 = 1{,}482.3$ KN. m > $M_u^+ = 130.9$ KN. m

د پورتنۍ محاسبې څخه حاصله شوه چې د فشاري بلاک دګاډر په طاقچه کې واقع دی ، نو ګاډر دیوې مستطیلي مقطع لرونکي ګاډر په څېر محاسبه کوو :

$(M_u^+ = 130.9\ \text{KN. m});\ R_n = \frac{M_u^+}{\phi bd^2} = \frac{130.9 \times 10^6}{0.9 \times 1{,}040 \times (435)^2} = 0.74\ \text{MPa}.$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.74}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0018$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0018 \times 1{,}040 \times 435 = 814\ mm^2.$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانواصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو:

$(\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} = 0.0033)$ او همداراز $(\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033)$ په پام کې نیول کېږي، نو د اصغري سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_{smin} = \rho_{min}\, b_w d = 0.0033 \times 400 \times 435 = 574\ mm^2$

د پورتنۍ محاسبې په پایله کې لرو چې : $(A_{smin} = 574\ mm^2 < A_s = 814\ mm^2)$، نو دسیخانو مساحت $(A_s = 814\ mm^2)$ قبلوو او د هغې له مخې د ګاډر په وایه کې (3N20) فولادي سیخان چې مساحت یې $(A_s = 942\ mm^2)$ ځای په ځای کوو.

له بلې خوا ګاډر د پایې تسمې سره د په اتکاء کې د $(M_u^- = 243.2\ \text{KN. m})$ منفي مومنټ لاندې واقع دی ، دا چې د ګاډر طاقچه د کشش لاندې راځي ، نو مقطع په مستطیلي شکل محاسبه کېږي چې د مقطع عرض $(b = b_w = 400mm)$ په پام کې نیول کېږي.

$(M_u^- = 243.2\text{KN. m});\ R_n = \frac{M_u^+}{\phi bd^2} = \frac{243.2 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times (435)^2} = 0.74\ \text{MPa}.$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 3.57}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0092$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho b_w d = 0.0092 \times 400 \times 435 = 1{,}600.8\ mm^2.$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

($\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} = 0.0033$) او همداراز ($\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$) په پام کې نيول کېږي، نو د اصغري سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_{smin} = \rho_{min}\, b_w d = 0.0033 \times 400 \times 435 = 574 \text{ mm}^2$$

د پورتنۍ محاسبې په پايله کې لرو چې: ($A_{smin} = 574 \text{ mm}^2 < A_s = 1{,}600.8 \text{ mm}^2$)، نو د سيخانو مساحت ($A_s = 1{,}600.8 \text{ mm}^2$) قبلــوو او د هغې لــه مخې د ګاډر په وايه کې (6 N 20) فــولادي سيخــان چې مساحت يې ($A_s = 1{,}884 \text{ mm}^2$) کېږي، د پوښښ تختې له پاسه د ګاډر په طاقچه کې د ($b = 1{,}040 \text{ mm}$) عرض کې ځای په ځای کېږي.

2- د پايې په محاسبوي تسمه کې د پوښښ تختې د سيخانو مساحت په لاندې ډول محاسبه کېږي:

د پايې د محاسبوي تسمې پوښښ تخته د وايې په منځ کې له ($M_u^+ = 21.9 \text{ KN. m}$) مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې له ($M_u^- = 40.6 \text{ KN. m}$) منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده. داچې هره نيمه محاسبوې تسمه د ګاډر هر لوري ته په ($b = 1{,}230 \text{ mm}$) عرض د وايې په منځ او په اتکاء ګانو کې په ترتيب سره د ($M_u^+ = 10.95 \text{ KN. m}$) مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې د ($M_u^- = 20.3 \text{ KN. m}$) منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده. په پوښښ تخې کې د (20 mm) محافظوي طبقې او (10 mm) قطر سيخانو په فرضېدنې سره فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d = h_s - Cc - d_b/2 = 180 - 20 - (10/2) = 155 \text{ mm}$$

د پوښښ تختې په اتکاء کې سيخان په لاندې ډول پيدا کوو:

($M_u^- = 20.3 \text{ KN. m/m}$); $R_n = \frac{M_u^-}{\phi bd^2} = \frac{20.3 \times 10^6}{0.9 \times 1{,}230 \times (155)^2} = 0.763 \text{ MPa.}$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.763}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.00184$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00184 \times 1{,}230 \times 155 = 351 \text{ mm}^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو (ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}230 \times 180 = 399$ mm·

(A_{smin} = 399 mm^2 > A_s = 351 mm^2)، نو د سيخانو مساحت (A_s = 399 mm^2) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_s} = \frac{78.5 \times 1{,}230}{399} = 242 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 180 = 540 mm) اويا هم له (450 mm) ملي مترە څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (240 mm) ملي مترە ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي مترە څخه لږه ده ، قبلوو، يانې (5ϕ 10 mm @ 240 mm C/C) پنځه فولادي سيخان په پاسنۍ برخه کې د (240 mm) مرکزترمرکز فاصلې کاروو .

لکه څنګه چې د پايې د محاسبوي تسمې دپوښښ تختې د وايې منځ کې مثبت مومنټ څو ځلې د اتکاء له منفي مومنټ څخه لږ دی، نو لږتر لږه د تودوخې او انقباض په وړاندې د مقاومت لپاره (5N10mm@240 mm C/C) سيخان دپايې د تسمې په هر نيمه برخه کې د وايې په منځ دپوښښ تختې په لاندې برخه کې ځای په ځای کوو.

3- د منځنۍ تسمه کې د پوښښ تختې د سيخانو مساحت په لاندې ډول محاسبه کېږي:

دپوښښ تختې هره نيمه منځنۍ تسمه د (M_u^+ = 27.2 KN. m) مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې د (M_u^- = 50.5 KN. m) منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده . سره له دې چې د منځنۍ نيمې تسمې عرض (2.0 m) دی ، خو منځنۍ تسمه دهغه مومنټونه چې د دوونيمو مجاورو تسمو څخه ور ته رسېږي ، د زغم په وړاندې بايد مقاومت ولري ، په دې شرط چې د (2) محور او (3) محور د محاسبوي تسمو شرايط سره ورته وي . نو کولی شو چې نيمه منځنۍ تسمه د (2.0 m) په عرض په لاندې ډول محاسبه کړو:

د پوښښ تختې په اتکاء کې سیخان په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(M_u^- = 50.5 \text{ KN. m/m});\ R_n = \frac{M_u^-}{\phi bd^2} = \frac{50.5 \times 10^6}{0.9 \times 2{,}000 \times (155)^2} = 1.17 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.17}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0029$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.0029 \times 2{,}000 \times 155 = 899 \text{ mm}^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو ($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}230 \times 180 = 399 \text{ mm}^2/\text{m}$$

($A_{smin} = 399 \text{ mm}^2 < A_s = 899 \text{ mm}^2$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 899 \text{ mm}^2$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې فولادي سیخان اچوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_s} = \frac{78.5 \times 2{,}000}{899} = 175 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \times 180 = 540$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي مترہ څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې په اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (170 mm) ملي مترہ ، چې له ($3h = 450$ mm) او له (450 mm) ملي مترہ څخه لږه ده ، قبلوو، یانې (12ϕ 10 mm @ 170 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

همدارازد د پوښښ تختې د وایې په منځ کې سیخان په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(M_u^+ = 27.2 \text{ KN. m/m}),\ R_n = \frac{M_u^+}{\phi bd^2} = \frac{27.2 \times 10^6}{0.9 \times 2{,}000 \times (155)^2} = 0.63 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.63}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00152 \times 2{,}000 \times 155 = 471.2 \text{ mm}^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2{,}000 \times 180 = 648 \text{ mm}^2$$

(A_{smin} = 648 mm^2 > A_s = 471.2 mm^2)، نو دسيخانو مساحت (A_s = 648 mm^2) قبلوو او د هغې لـه مخې د پـوښښ تخـتې د ستنې تسمې په اتـکاء کـې فولادي سيخان اچوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_s} = \frac{78.5 \times 2{,}000}{648} = 242 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 180 = 540 mm) اويا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې د وايې په منځ کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصلـه (240 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لـږه ده ، قـبلوو ، يانې (8ϕ 10 mm @ 240 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

پورتنې محاسبه شوې فولادي سيخان د محاسبوي تسمې د اجزاوو په مقطعوکې چې د مثبتو او منفي اعظمي مومنټونو لاندې واقع دي ،ځای په ځای کېږي .

5.2- مثال : دا چې په (3.4- مثال) کې د (2) د محاسبوې تسمې د تحليل لپاره له مستقيمې محاسبوي طريقې څخه ګټه اخېستل شوې ده . نو د پورتنې مثال د حل له پايلو څخه د منځنۍ اتکاء دواړو لورو ته محاسبه شوې نامعادل مومنټونه په يوه مناسب تحليل سره د اتکاء دواړو لورو وايو کې که د پايو اوږدوالی په پاسنيو او لاندېنيو پوړونو کې له مرکز څخه تر مرکزه پورې (3.0 m) فرض شوې وي ، ووښئ ؟

حل : په (4.2- مثال) کې د (2) محور په محاسبوي تسمې کې د ضريبي وېشلې بارونو له اغېزې کوږوالي مومنټونه (KN. m) په لاندې ډول په لاس راغلي دي :

A	ارخيزه (6.0 m) وايه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0m) وايه	C_L	C_R
- 65.9	+234.6	- 288.1	- 371.6	+200.1	- 371.6	

د (B) اتکاء دواړو لورو ته نا معادل منفي مومنټ مساوي کېږي په :

$371.6 - 288.1 = 83.5$ KN. m

دا مومنټ د (B) په غوټه کې د نښتو اجزاو د سختۍ له مخې په متناسبه توګه وېشل کېږي . د پوښښ تختې په دواړو لورو کې د کړنې له امله دوایې په اوږدو کې د مومنټ د لېږدېدنې ضریب د ګاډرونو په څېر نه ، بلکې د مومنټ د لېږدېدنې ضریب د ستاتیکي تعادل په ساتنې سره تر سره کېږي . د دې نا معادل مومنټ په وړاندې مقاوم اجزاو د (B) اتکاء ښې او چپ لورو ته د پوښښ تختې او ګاډر ونه دي ،چې د هغې د کرښدنې دسختۍ مجموعه یې په ترتیب سره په $(K_s + K_b)_R$ او $(K_s + K_b)_L$ ښودل کېږي . د دې سختۍ سره باید د پاسنیو او لاندېنیو پایو سختي هم سره یوځای شي ، چې په (ΣK) سره ښودل کېږي . نو له دې امله د چپ لوري وایې کې د نامعادل مومنټ د وېشنې ضریب $(DF)_L$ مساوي کېږي په :

$$(DF)_L = \frac{(K_s+K_b)_L}{(K_s+K_b)_L+(K_s+K_b)_R+\Sigma K_c}$$

د (4.2 - مثال) د پایلو پر بنسټ لروچې :

$$I_s = \frac{\ell_2 h_f^3}{12} = \frac{7500 \text{ x}(180)^3}{12} = 3.645 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$$

$$I_b = k\,\frac{b_w \text{ x } h^3}{12} = 1.524\,\frac{400 \text{ x}(500)^3}{12} = 6.35 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$$

په چپه وایه کې :

$$K_s = \frac{4E_cI_s}{\ell} = \frac{4x3.645x(10)^3}{6.0x(10)^3} E_c = 2.43 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$K_b = \frac{4E_cI_b}{\ell} = \frac{4x6.35x(10)^3}{6.0x(10)^3} E_c = 4.23 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(K_s + K_b)_L = (2.43 \text{ x } 10^3 E_c + 4.23 \text{ x } 10^3 E_c = 6.66 \text{ x } 10^3 E_c$$

په ښې وایه کې :

$$K_s = \frac{4E_cI_s}{\ell} = \frac{4x3.645x(10)^3}{7.0x(10)^3} E_c = 2.08 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$K_b = \frac{4E_cI_b}{\ell} = \frac{4x6.35x(10)^3}{7.0x(10)^3} E_c = 3.63 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(K_s + K_b)_L = (2.08 \text{ x } 10^3 E_c + 3.63 \text{ x } 10^3 E_c = 5.71 \text{ x } 10^3 E_c$$

د پایو لپاره :

$$\Sigma K_c = \sum \frac{4E_cI_c}{\ell} = \frac{4x3.645x(10)^3}{6.0x(10)^3} E_c = 5.69 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(DF)_L = \frac{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c}{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c+5.71 \text{ x } (10)^3 E_c+5.69 \text{ x } (10)^3 E_c} = 0.369$$

$$(DF)_L = \frac{5.71 \times (10)^3 E_c}{6.66 \times (10)^3 E_c + 5.71 \times (10)^3 E_c + 5.69 \times (10)^3 E_c} = 0.316$$

$$(DF)_{col} = \frac{5.69 \times (10)^3 E_c}{6.66 \times (10)^3 E_c + 5.71 \times (10)^3 E_c + 5.69 \times (10)^3 E_c} = 0.315$$

د اتکاء چپ لوري ته دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.369 x (- 83.5) = - 30.8 KN. m

د اتکاء چپ لوري ته د وايې په مثبت مومنټ کې بدلون مساوي کېږي په :

- 30.8 /2 = - 15.4 KN. m

د اتکاء ښې لوري ته دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.316 x (+ 83.5) = + 26.4 KN. m

د اتکاء ښې لوري ته د وايې په مثبت مومنټ کې بدلون مساوي کېږي په :

+ 26.4 /2 = + 13.2 KN. m

د هرې پايې دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.5 x 0.315 x (+ 83.5) = 13.2 KN. m

په منځنيو اتکاګانو کې د نا معادله منفي مومنټ وېشنه او د (2) محور د محاسبوي تسمې له مخې د اصلاح شوي مومنټ محاسبه په لاندې جدول کې تر سره شوې ده :

	A	ارخيزه (6.0 m) وايه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0 m) وايه	C_L
په مستقيمې محاسبوي طريقې محاسبه شوې قيمت	- 65.9	+234.6	- 288.1	- 371.6	+200.1	- 371.6
د نا معادله مومنټ وېشنه	0	-15.4	-30.8	+26.4	+13.2	0
د کورېوالي نهايې مومنټ	- 65.9	+ 219.2	-318.9	-345.2	+213.3	-371.6

په همدې ډول د ګاډر د اضافي وزن له امله منفي نامعادله مومنټ وښنه چې خپله ګاډر يې زغمي ، په وايو وښل کېږي ، چې په لاندې ټکي جدول کې په (KN. m) سره ښودل کېږي:

	A	اړخيزه (6.0 m) وايه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0 m) وايه	C_L
په مستقيمې محاسبوي طريقې محاسبه شوې قيمت	- 2.3	+ 8.3	- 10.2	- 13.1	+ 7.0	- 13.1
د نامعادله مومنټ وښنه	0	-0.6	-1.1	+ 1.0	+ 0.5	0
د ګاډر د خپل وزن له امله د کوږوالي نهايې مومنټ	- 2.3	+ 7.7	-11.3	-12.1	+ 7.5	-13.1

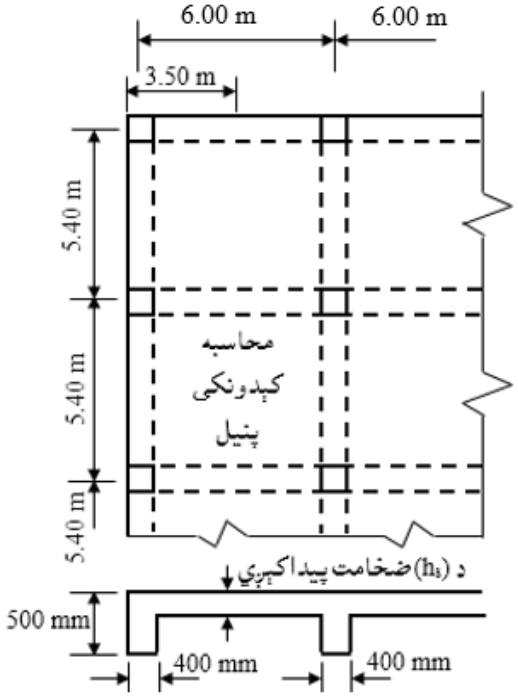
د ګاډر د وزن له اغېزې دپايې برخه نامعادل مومنټ او دپايې مجموعي مومنټ په لاندې ډول محاسبه کېږي : د ګاډر د وزن له اغېزې په منفي نامعادل مومنټ کې دهرې پايې برخه مساوي کېږي په:

$$0.5 \times 0.315 \times (13.1 - 10.2) = 0.5 \text{ KN. m}$$

منځنۍ اتکاء سره نښتې هرې پايې لپاره منفي نامعادل مومنټ مساوي کېږي په:

$$13.2 + 0.5 = 13.7 \text{ KN. m}$$

6.2- مثال : په لاندې شکل کې د ښودل شوې اړخیزه پوښښ تخته چې د ($6.0\ KN/m^2$) ژوندي او د خپل بار پــــه ګـــډون ($5.0\ KN/m^2$) مــړ بار لاندې واقــع وي ، کــه د پایې ابعـــاد(375 mm x 375 mm) او اوږدوالـــی یې (3.60 m) وي ، ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي ، محاسبه کړئ .



1- په دې مثال کې د مستقیمې محاسبوي طرېقې د سرته سولو لپاره د (ACI) کود محدودیتونه په پام کې نیسو ، چې له هغې څخه پنځه لومړنې غوښتنې تر سره شوې دي او د شپږمې غوښتنې لپاره اړینه محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي .

2- د (ACI) کود د غوښتنې سره سم اضغري ضخامت په لاندې ډول پیداکېږي :

(a) - د پوښښ تختې لپاره (150 mm) ضخامت فرضوو .

(b) - د کود له مخې د پایې سره د ګاډر د طاقچې د برخې اندازې دارنګه ځانګړې کېږي :

$4h_f = 4 \times 150 = 600\ mm,\ h - h_f = 500 - 150 = 350\ mm.$

(c) - د (T- ډوله) ګاډرونو د انرشیا مجموعي مومنټونه پیداکېږي . د اړخیز او منځني ګاډورونو د انرشیا مجموعي مومنټو د هغوې ثقل مرکز ته پیداکېږي . ډېرې محاسبه کوونکې انجنیران د دې نرشیامومنټونو لپاره قیمتونه په تخميني توګه په پام کې نیسي

او (I_s) تل د پوښښ تختې د ضخامت له مخې پیداکوي . یوه ډېره مشهوره تجربه هغه دا چې د دې مومنټونو قیمتونه د ګاډر د تنې د انرشیا مجموعي مومنټ دوه ځلې (چې په هغې کې د تنې ارتفاع د پوښښ تختې له پاسه څخه تر د تنې د لاندېنې برخې پورې کارېږي) د داخلي ګاډرونو او یو نیم ځلې د بیروني یا اړخیزو ګاډرونو لپاره کارېږي (518:10) .

د اړخیزګاډر لپاره :

$b = b_w + h_b = 400 + 350 = 750$ mm

$A_1 = 500 \times 400 = 0.20 \times 10^6$ mm^2, $A_2 = 350 \times 150 = 0.0525 \times 10^6$ mm^2,
$y_1 = (500/2) = 250$ mm, $y_2 = 500 - (150/2) = 425$ mm

$$\bar{y} = \frac{A_1y_1+A_2y_2}{A_1+A_2} = \frac{0.2\,x(10)^6x\,250+0.0525\,x(10)^6x\,425}{0.2\,x(10)^6+0.0525\,x(10)^6} = \frac{72.313}{0.253} = 286 \text{ mm}$$

$$I_b = \frac{400x(500)^3}{12} + 0.20 \times 10^6(250)^2 + \frac{350x(150)^3}{12} + 0.0525 \times 10^6(425)^2$$

$I_b = 8.3 \times 10^6 + 12{,}500 \times 10^6 + 98.44 \times 10^6 + 9.5 \times 10^6 = 1.3 \times 10^{10}$ mm^4

$$I_s = \frac{1}{12}(3{,}500) \times (150)^3 = 0.98 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{1.3}{0.98} = 1.33$$

د داخلي ګاډرونو لپاره :

$b = \min\{b_w + 2h_b = 1{,}100 \text{ mm}, b_w + 8h_f = 1{,}600 \text{ mm}\} = 1{,}100$ mm
$A_1 = 350 \times 400 = 0.14 \times 10^6$ mm^2, $A_2 = 1{,}100 \times 150 = 0.165 \times 10^6$ mm^2,
$y_1 = (350/2) = 175$ mm, $y_2 = 500 - (150/2) = 425$ mm

$$\bar{y} = \frac{A_1y_1+A_2y_2}{A_1+A_2} = \frac{0.14\,x(10)^6x\,175+0.165\,x(10)^6x\,425}{0.14\,x(10)^6+0.165\,x(10)^6} = \frac{94.625}{0.305} = 310 \text{ mm}$$

$$I_b = \frac{400x(350)^3}{12} + 0.14 \times 10^6(135)^2 + \frac{1{,}100x(150)^3}{12} + 0.165 \times 10^6(115)^2$$

$I_b = 1.72 \times 10^{10} + 0.26 \times 10^{10} + 0.0037 \times 10^{10} + 0.22 \times 10^{10} = 2.204 \times 10^{10}$ mm

$$I_s = \frac{1}{12}(6{,}000) \times (150)^3 = 2.03 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2.204}{2.03} = 1.09$$

$$I_s = \frac{1}{12}(5.400) \times (150)^3 = 1.82 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2.204}{1.82} = 1.21$$

نو د (α_{f1}) منځنی قیمت مساوي کېږي په :

$$\alpha_{f1} = \frac{1.33+1.21+2\,(1.09)}{4} = 1.18$$

اوږد او لنډ لوري وایو د محاسبوي اوږدوالي نسبت (β) مساوي کېږي په :

$$\beta = \frac{6.0-0.40}{5.4-0.40} = 1.120$$

(d) - د (α_f) د منځني قیمت له پیداکېدنې څخه وروسته د دواړو عمودي او متقابلو لورو لپاره وروستنې شرط چې د (ACI) د مستقیمې محاسبوي طریقې لپاره په پام کې نیول کېږي محاسبه کوو :

$$\frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} = \frac{1.18\,x\,(5.4)^2}{1.09\,x\,(6.0)^2} = \frac{34.409}{39.240} = 0.877$$

پورتنی په لاس راغلی قیمت (0.877) دا ($0.2 \le \frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} \le 5.0$) شرط بشپړوي . د نو د قناعت وړ دی .

(e)- د (ACI) کود له مخې د پوښښ تختې د ضخامت په اړه محدودیتونه :

$$\ell_n = 6{,}000 - 400 = 5{,}600 \text{ mm}$$

داچې ($\alpha_f < 2.0$) ده ، د هغه پوښښ تختو لپاره چې په هغې کې ($0.2 < \alpha_{fm} \le 2.0$) وي، نــو اضغري ضخامت باید له لاندې قیمت او په هیڅ وجه له (125 mm) ملي مترو یا (5.0 in) انچو څخه لږ نه شي ، نو ضخامت مساوي کېږي په :

$$h = \frac{\ell_n[0.8+(f_y/1{,}500)}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} = \frac{5{,}600[0.8+\left(\frac{420}{1{,}500}\right)]}{36+5x\ 1.12(1.21-0.2)} = \frac{6{,}048}{41.656} = 145.2 \text{ mm}$$

په لاس راغلي ضخامت قیمت ($h = 145.2$ mm) د (125 mm) څخه ډېر او همداراز د پوښښ تختې غوره شوې ضخامت (150 mm) هم له دې قیمت څخه ډېر دی ، نو درست انتخاب شوې دی .

3- د داخلي پایې په لیکه د لنډ لوري وایې لپاره مومنټونه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$W_u = 1.2 \text{ x } 5 + 1.6 \text{ x } 6 = 15.6 \text{ KN/m}^2$$

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 5.4$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$$\ell_n = \ell_1 - b_w = 5.4 - 0.4 = 5.00 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \text{ x } 6 \text{ x } (5.0)^2}{8} = 292.5 \text{ KN. m}$$

(a)- ستاتيکي مومنټ په منفي او مثبت محاسبوي مومنټونو وښو:

$M_u^- = 0.65M_o = 0.65 \text{ x } 292.5 = -190.125 \text{ KN. m}$

$M_u^+ = 0.35Mo = 0.35 \text{ x } 292.5 = +110.375 \text{ KN. m}$

(b)- دا داخلي مومنټونه په ګاډر او د پايې په تسمه وښو:

$$\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{6.0}{5.4} = 1.111$$

په لنډ لوري (α_{f1}= 1.21) نو ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.21 x 1.111 = 1.344) کېږي .

د داخلي منفي مومنټ يوه برخه د پايې د تسمې په واسطه زغمل کېږي ، د (7.2- جدول) ځخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.344) له مخې چې له يوه څخه ډېر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قيمت په پام کې نيولو سره د (75) او (45) قيمتونو د انټرپولېشن څخه [0.7167 x (-190.125) = -136.263 KN. m]په لاس راځي ، همدا راز دا قيمت د لاندې فورمول په واسطه هم پيدا کولی شو :

$\%^{-}_{in,col} = 75 + 30(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})(1.0-\frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \text{ x } 1.0 \text{ x } (1.0 - 1.111) = 71.67\%$

$M^-_{int,col} = 0.7167 \text{ x } (-190.125) = -136.263 \text{ KN. m}$

يادونه :که چې د($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$) قيمت له يوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي .

په لاس راغلی (- 136.263 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) سلنه يې (-115.823 KN. m)ګاډر او (15%) سلنه (- 20.439 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (190.125 – 136.263 = 53.862 KN. m) يانې (-53.862 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

د مثبت مومنټ برخه چې د پايې د تسمې په واسطه زغمل کېږي د (7.2 - جدول) ځخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.344) له مخې چې له يوه څخه ډېر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قيمت په پام کې نيولو سره د (75) او (45) قيمتونو د انټرپولېشن څخه [0.7167 x (+110.375) = +79.106 KN. m]په لاس راځي ، همدارازپه مثبت

مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندنې رابطې په واسطه هم پیداکولی شو:

$$\% \ ^{+}= 60 + 30\ (\alpha_{f1}\ \frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \text{ x } 1.0 \text{ x } (1.5 - 1.111) = 71.67\%$$

$$M^{+}_{int,col} = 0.7167 \text{ x } (+ 110.375) = + 79.106 \text{ KN. m}$$

یادونه :کله چې د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$ قیمت له یوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي .

په لاس راغلی (+ 79.106 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) لـه مخـې (85%) یې (+ 67.24 KN. m)ګاډر او (15%) (+11.866 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې مثبت مومنټ (110.375 – 79.106 = 31.269 KN. m) یانې (+31.269 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

4- د لنډ لوري وایې د څنډې یا اړخ ګاډر د مرکز لپاره مومنټونه په لاندې ډول پیداکېږي:

د پوښښ تختې د لنډ لوري ($\ell_1 = 5.4$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$$\ell_n = \ell_1 - b_w = 5.4 - 0.4 = 5.00 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \text{ x } 3.5 \text{ x } (5.0)^2}{8} = 170.625 \text{ KN. m}$$

(a)- ستاتیکي مومنټ په منفي او مثبت محاسبوي مومنټونو وېشو:

$$M_u^{-} = 0.65 M_o = 0.65 \text{ x } 170.625 = - 110.906 \text{ KN. m}$$

$$M_u^{+} = 0.35 Mo = 0.35 \text{ x } 170.625 = + 59.719 \text{ KN. m}$$

(b)- دا داخلي مومنټونه په ګاډر او د پایې په تسمه وېشو: $\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{6.0}{5.4} = 1.111$

د څنډې ګاډر لپاره (α_{f1}= 1.33) نو $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.33 \text{ x } 1.111 = 1.478)$ کېږي .

5- د بیروني منفي مومنټ یو برخه چې د پایې تسمه یې زغمي ، د (7.2- جدول) څخه د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.478)$ لـه مخـې چې لـه یوه څخـه ډېر دی د $(\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.111)$ قیمت پـه پام کې نیولـو سـره د (75) او (45) قیمتـونـو له انتـرپـولـیشن څخـه [0.7167 x (-110.906) = -79.486 KN. m]په لاس راځي .

یادونه :کله چې د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$ قیمت له یوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي.

په لاس راغلی (79.486 KN. m -) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) سلنه يې (67.563 KN. m-)ګاډر او (15%) سلنه (11.923 KN. m -) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (110.906 – 79.486 = 31.420 KN. m) يانې (31.4 20 KN. m-) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

د بيروني مثبت مومنټ برخه چې د پايې تسمه يې زغمي د (7.2 - جدول) څخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.478) له مخې چې له يوه څخه ډېر دی، نو د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قيمت په پام کې نيولو سره د (75) او (45) قيمتونو د انټرپولېشن څخه [0.7167 x (+59.719) = + 42.801 KN. m]په لاس راځي . کله چې د($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$) قيمت له يوه ډېر شي (1.0) قبلېږي او (+42.801 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) يې (+ 36.381 KN. m)ګاډر او (15%) يې (+6.420KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې مثبت مومنټ يې (59.719 – 42.801 = 16.918 KN. m) يانې (+16.918 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي . د لنډې وايې لپاره په لاس راغلي مومنټونه په لاندې جدول کې ځای په ځای کوو:

په لنډې وايې محاسبه شوي مومنټونه.

حالتونه	د پايې د تسمې مومنټونه (KN. m)		د پوښښ تختې د منځنۍ تسمې مومنټونه (KN. m)
	ګاډرونه	پوښښ تخته	
منځنۍ پوښښ تختې - ګاډر تسمه			
منفي مومنټونه	-115.823	-20.439	-53.862
مثبت مومنټونه	+67.24	+11.866	+31.269
بيروني پوښښ تختې - ګاډر تسمه			
منفي مومنټونه	-67.563	-11.923	-31.420
مثبت مومنټونه	+36.381	+6.420	+16.918

6- د اوږدې وايې په لوري مومنټونه په لاندې ډول پیداکېږي:

د پوښښ تختې د لنډ لورې (ℓ_2 = 6.0 m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$\ell_n = \ell_2 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60$ m.

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \text{ x } 5.4 \text{ x } (5.60)^2}{8} = 330.221 \text{ KN. m}$$

(a)- د (ACI 13.6.3.3) او (6.2- جدول) له مخې دګادر لرونکي اړخ یا وروستنۍ وایې د ټولو داخلي اتکاګانو تر منځ مومنټونه په لاندې ډول وېشل کېږي:

داخلي منفي فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$-0.70M_o = -0.70 \text{ x } 330.221 = -231.155$ KN. m

مثبت فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$+0.57M_o = +0.57 \text{ x } 330.221 = +188.226$ KN. m

بیروني منفي فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$-0.16M_o = -0.16 \text{ x } 330.221 = -52.835$ KN. m

په لاس راغلي مومنټونه ښایي (10%) بدلون ومومي او د (ACI 13.6.7) له مخې کمښت ومومي خو دلته اوس د مومنټ له کمښدنې څخه انصراف کوو.

(b)- دا مومنټونه د ګاډر او پایې په تسمې وېشل کېږي : $\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{5.4}{6.0} = 0.90$

د (6.0 m) ګاډر لپاره (α_{f1}= 1.09) نو ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.09 \text{ x } 0.90 = 0.98 \approx 1.0$) کېږي.

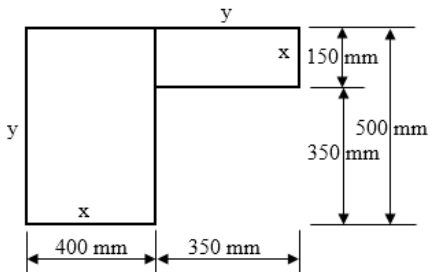
راتلونکې څرګندونې د (β_1) لپاره تر سره کېږي ، دا د پوښښ تختې په عرض کې دااړخ ګاډر د څرخېدنې دسختۍ او د ګاډر د مقطع په کړېدنې کې د سختۍ نسبت دی چې د ټولې وایې په اوږدو کې د ګاډر د اتکاګانو د مرکزترمرکز لپاره مساوي په پام کې نیول کېږي.

$$\beta_1 = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s} = \frac{C}{2I_s}, \quad E_{cb} = E_{cs} = E_c$$

په دې فورمول کې (C) د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$C = \sum \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3}$$

د محور د اړخ ګاډر چې (L) ډوله مقطع لري د څرخېدنې ثابت (C) اعظمي قیمت د لاندې شکل څخه په لاندې ډول پیداکوو :



x_1 = 400 mm, y_1 = 500 mm, x_2 = 150 mm, y_2 = 350 mm.

$$C = \left(1 - 0.63 \text{ x } \frac{400}{500}\right)\frac{(400)^3 \text{x } 500}{3} + \left(1 - 0.63 \text{ x } \frac{150}{350}\right)\frac{(150)^3 \text{x } 350}{3}$$

$C = 5.3 \text{ x } 10^9 + 0.30 \text{ x } 10^9 = 5.8 \text{ x } 10^9$

$$\beta_1 = \frac{C}{2I_s} = \frac{5.8 \text{ x } (10)^9}{2 \text{ x } 9.8 \text{ x } (10)^9} = 0.30 > 2.5$$

په داخلي منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د (7.2- جدول) څخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.0) له مخې چې له یوه څخه ډېر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) قیمت په پام کې نیولو سره د (75) او (90) قمتونو د انترپولیشن څخه [0.78 x (-231.155) = -189.547 KN.m] په لاس راځي ، همدا راز دا قیمت د لاندې فورمول په واسطه هم پیداکولی شو :

$$\%^{-}_{in,col} = 75 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \text{ x } 1 \text{ x } (1.0 - 0.90) = 78$$

$$M^{-}_{int,col} = 0.78 \text{ x } (-231.155) = -189.547 \text{ KN.m}$$

په لاس راغلی (- 189.547 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) یې (-161.115 KN. m) ګاډر او (15%) (- 28.432 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (41.608 KN. m = 189.547 – 231.155) یانې (-41.608KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي . په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د (7.2- جدول) څخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0) له مخې چې له یوه څخه ډېر دی ، نو د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) قیمت په پام کې نیولو سره د (75) او (90) قیمتونو د انترپولیشن څخه

[0.78 x (+188.226) = +146.816 KN.m]په لاس راځي ، همدا راز دا قیمت د لاندنۍ فورمول په واسطه هم پیداکولی شو :

$$\% ^{+} = 60 + 30\ (\alpha_{f1}\ \frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \text{ x } 1 \text{ x } (1.5 - 0.9) = 78\%$$

$$M^{+} = 0.78 \text{ x } (+188.226) = +146.816 \text{ KN.m}$$

په لاس راغلی (+146.816 KN.m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) یې (+124.794 KN. m)ګاډر او (15%) (+ 22.022 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (188.226 – 146.816 = 41.410 KN. m) یانې (+41.410KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

په بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلــنې سره برخه د7.2- جدول، څخه د ($\alpha_{f1}\ \frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0) لـه مخې د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) اود(β_1 = 3.0 > 2.5) وي ، نو (β_1 = 2.5) قبلېږي ، په پام کې نیولو سره د (75) او (90) قمتونو د انترپولیشن څخه د بیروني منفي مومنټ اندازه [0.78 x (-52.835) = -41.211 KN.m]په لاس راځي، همدا راز دا قیمت د لاندنۍ فورمول په واسطه هم پیداکولی شو :

$$\% ^{-}_{ex,col} = 100 - 10\beta_1 + 12\beta_1\ (\alpha_{f1}\ \frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1})$$

$$\% ^{-}_{ex,col} = 100 - 10 \text{ x } 2.5 + 12 \text{ x } 2.5 \text{ x } 1 \text{ x } (1.0 - 0.90) = 78\%$$

$$M^{-}_{Ext,col} = 0.78 \text{ x } (-52.835) = -41.211 \text{ KN.m}$$

په لاس راغلی (-41.211KN.m) مومنټ د (ACI 13.6.5) لـه مخې (85%) سلنه یې (-35.029 KN. m)- ګاډر او (15%) سلنه (-6.182 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (52.835 – 41.211 = 11.624 KN. m) یانې (-11.624KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

د اوږدې وایې لپاره په لاس راغلي مومنټونه په لاندنې جدول کې ځای په ځای کوو:

په اوږدې وايې کې محاسبه شوي مومنټونه .

حالتونه	دپايې د تسمې مومنټونه (KN. m)		د پوښښ تختې د منځنۍ تسمې مومنټونه (KN. m)
	ګاډرونه	پوښښ تخته	
داخلي منفي مومنټونه	-161.115	-28.432	-41.608
مثبت مومنټونه	+124.794	+22.022	+41.410
بيروني منفي مومنټونه	-35.029	-6.182	-11.624

7- له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په فاصله کې د پوښښ تختې د عرضاني قوي په وړاندې چې په لاندنې شکل کې په ښودل شوې باري ساحې د عامل بار له امله رامنځته کېږي په لاندې ډول ارزول کېږي :

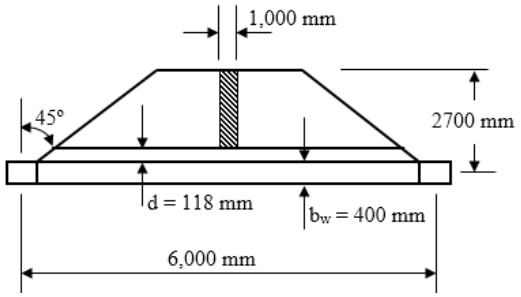
$d = h_s - cover - d_b = 150 - 20 - 12 = 118$ mm.

$V_u = W_u \left(\frac{\ell}{2} - \frac{b_w}{2} - d \right) = 15.6 \left(\frac{5.40}{2} - \frac{0.50}{2} - 0.118 \right) = 36{,}379$ KN.

$\phi V_c = 0.17 \phi \sqrt{f'_c}\, b\, d = 0.17 \times 0.75 \sqrt{25} \times 1{,}000 \times 118 = 75.23 \times 10^3$ N

$\phi V_c = 75.23$ KN $> V_u = 36.379$ KN.

په پايله کې د پوښښ تخته له اتکاء څخه د (d) په فاصله کې د وارده عرضاني قوي په وړاندې کافي مقاومه ده .



8- د پوښښ تختې په دواړو لور ډلنډ او اوږد) وايو کې په لاس راغليو مومنټونو له مخې فو لادي سيخان پيداکېږي او د (ACI) د غوښتنې سره د پوښښ تختې په اړينو برخو کې ځای په ځای کېږي .

10.2- د هواري پوښښ تختې محاسبه (Design of Flat Slab)

په دې برخه کې د هواري پوښښ تختې محاسبه د مستقیمې محاسبوي طرېقې په واسطه تر سره کېږي ، چې د دې ډول پوښښ تختې په ګډون د ټولو دوه لوریزه پوښښ تختو په مستقیمې محاسبوي طرېقې د محاسبې کړنلاره د (ACI) کود په (13- فصل) کې په ځانګړې توګه جوته شوې ده . چې د محاسبې د سرته رسولو سره کړنلاره یې په لنډه توګه په لاندې ډول توضیح کېږي . په دې کړنلاره کې د نورو ډولونو پوښښ تختو د محاسبې د کړنلارې سره یوځه توپیر شته دی ، خو په ټوله کې د مستقیمې محاسبوي طرېقې او د معادل جوکاټ محاسبوي طرېقې د محاسبوي مومنټونو د بیداکولو لپاره کارېږي . د هواري پوښښ تختې محاسبه په ترتیب سره په لاندې ډول تر سره کېږي :

1- د (ACI) د غوښتنې سره سم د پوښښ تختې ضخامت اټکلېږي .

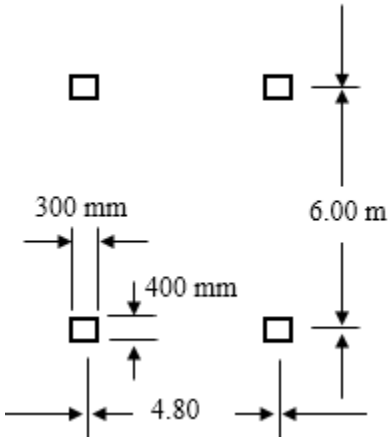
2- د عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت لپاره اړینه ارتفاع پیداکېږي .

3- د مجموعي ستاتیکي مومنټ پیداکول چې په دواړو لورو باندې باید وزغمل شي.

4- په سلنې سره د مجموعي ستاتیکي مومنټ په منفي اومثبتو مومنټونو وېشنه او په پایله کې د پایې او منځنۍ تسمو د برخود منفي او مثبتو مومنټونو قیمتونواټکلول .

5- د فولادي سیخانو پیداکول او ځای په ځای کول (228-231:11) .

7.2- مثال : په لاندې شکل کې د ښـــودل شـوې هـــواره پوښښ تخته (Flat slab) چې د ($5.0\ KN/m^2$) ژوندي او د خپل بار په ګډون ($3.0\ KN/m^2$) مړ بار لاندې واقـع وي ، کـه ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي ، محاسبه کړئ ؟



حل : د پوښښ تختې ټول شرایط د مستقیمې محاسبوي طریقې سره سم دي ، نو کولی شو چې د پوښښ تخته په مستقیمې محاسبوي طریقې په واسطه محاسبه کړو.

1- د پوښښ تختې ضخامت محاسبه د (1.2- جدول) پربنسټ د($f_y = 420\ MPa$)په پام کې نیولو سره ($\frac{\ell_n}{33} = \frac{5,600}{30} = 187\ mm$) د بیرونۍ او ($\frac{\ell_n}{36} = \frac{5.600}{33} = 170\ mm$) د داخلي پوښښ تختې لپاره ، چې د دواړو ضخامتونو د منځني ضخامت د پیداکولو په پایله کې په پایله کې ضخامت (180 mm) فرضوو.

2- او س نو د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت لپاره اړینه ارتفاع په لاس راوړو:

$d = h_s - cover = 180 - 30 = 150\ mm.$

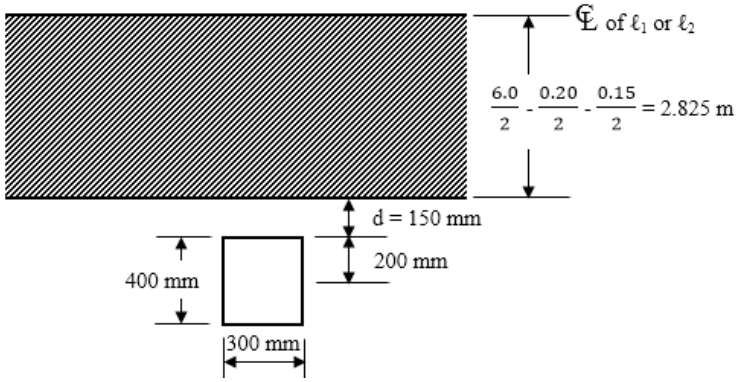
$W_u = 1.2 \times 3.0 + 1.6 \times 5.0 = 11.6\ KN/m^2.$

عرضاني قوه (V_u) مساوي کېږي په : $V_u = 11.6 \times (4.80 + 0.20) = 58\ KN.$

د پوښښ تختې مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_c = 0.17\phi\sqrt{f'_c}\ b_w d = 0.17 \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 1,000 \times (180 - 25)$

$V_c = 98.81 \times 10^3\ N = 98.81\ KN > V_u = 58\ KN.$



د پایې په ګردچاپیره د دوه لوریزه عرضي قوي (Two-way or pnching shear) په وړاندې ارزونه په لاندې ډول تر سره کېږي :

$b_o = 2\ (h_c + d) + 2\ (b_c + d) = 2\ (400 + 150) + 2\ (300 + 150)$

$b_o = 1{,}100 + 900 = 2{,}000$ mm = 2.0 m.

$V_u = [6.0 \times 4.8 - (0.40 + 0.15) \times (0.30 + 0.15)] \times 11.6$

$V_u = [28.80 - 0.248] \times 11.6 = 331.209$ KN.

$V_c = 0.34\phi\sqrt{f'_c}\ b_o d = 0.34 \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 2{,}000 \times 150$

$V_c = 382.5 \times 10^3$ N/m = 382.5 KN > V_u = 58 KN/m.

3- مجموعي ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول بیدا کېږي :

(a) - د اوږد لوري وایې ستاتیکي مومنټ مساوي کېږي په :

$\ell_n = 6.0 - 0.40 = 5.60$ m

$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{11.6 \times 4.8 \times (5.6)^2}{8} = 218.266$ KN. m

(b) - د لنډ لوري وایې ستاتیکي مومنټ مساوي کېږي په :

$\ell_n = 4.8 - 0.30 = 4.10$ m

$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{11.6 \times 6.0 \times (4.1)^2}{8} = 146.247$ KN. m

4- مجموعي ستاتیکي مومنټ د پایې او په منځنۍ تسمو په لاندې ډول وېشل کېږي :

د(ACI) کود د (13.6.2) برخې له مخې ستاتیکي مومنټ په منفي او مثبت مومنټونو چې په داخلي وایه (65%) سلنه په منفي او (35%) سلنه په مثبت مومنټونو او د اخرنۍ یا اړخ وایې مجموعي ستاتیکي مومنټ د (7.2- جدول) له مخې وېشل کېږي . په راتلونکي قدم کې مخکنې پیدا شوې مومنټونه د پایې او په منځنۍ تسمو وېشل کېږي . په (7.2-

جدول کې څرګنده شوې ده که ($\alpha_{f1} = 0$) وي (داخلي ګاډرونه نه وی) ، نو (75%) سلنه مومنټ د پایې تسمې ته وقف کېږي . که داخلي ګاډرونه نه وي ، نودا قیمت له (ℓ_2/ℓ_1) قیمت څخه مستقل په پام کې نیول کېږي او پاتې (25%) سلنه مومنټ منځنۍ تسمې ته وقفېږي او د پایې تسمې هر لوري ته نیمایې مومنټ په پام کې نیول کېږي . همداراز د پایې په تسمه کې د مثبت مومنټ د وېشنې لپاره (7.2- جدول) کارېږي . په دې حالت کې کله چې ($\alpha_{f1} = 0$) وي ، نو (60%) سلنه مومنټ د پایې تسمې ته او پاتې (40%) سلنه منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي، چې د پایې تسمې هر لوري ته نیمایې مومنټ په پام کې نیول کېږي . کولی شو دا محاسبې په ډېره اسانۍ سره په یوه جدول کې ترتیب او لومړی (M_u) پیداکړو ،چې د هغې لپاره د (ACI) کود د لارښوونې له مخې په محاسبه کې د (0.65) ضریب او د (7.2- جدول) څخه د (0.75) کارېږي ، چې دا دواړه په مجموعي ستاتیکي مومنټ (218.266 KN. m) عملي کېږي اود ($M_u = - 0.65 \times 0.75\ M_o$) یانې ($M_u = - 0.65 \times 0.75 \times 218.266 = -106.405$ KN. m) پـــه (ϕbd^2) چې ($\phi = 0.9$) ، ($b = 400$ mm) ، ($d = 150$ mm) وېشنې په پایله کې حاصلېږي .

دپورتني مثال د مومنټونو د پېډاکولو لنډیز او د فولادي سیخانو غوره کېدنه .

محاسبه کېدونکې	په اوږد لوري اټکل شوې فعاله ارتفاع (d = 150 mm)				په لنډ لوري اټکل شوې فعاله ارتفاع (d = 138 mm)			
	دپایې تسمه (2.4 m)		منځنې تسمه (2.4 m)		دپایې تسمه (2.4 m)		منځنې تسمه (3.6 m)	
	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ
نهایې کوږوالي مومنټ (M_u)	(0.65) x (0.75) x 218.266 = 106.405KN.m	(0.35)x(0.60) x 218.266 = 45.836KN.m	(0.65x 218.266) -106.405 = 35.468KN.m	(0.35 x 218.266) – 45.836 = 30.557KN.m	(0.65) x (0.75) x 146.247 = 71.295 KN.m	(0.35)x(0.60) x 146.247 = 30.712KN.m	(0.65 x 146.247) - 71.295 = 23.766 KN.m	(0.35 x 146.247) – 30.712 = 20.474 KN.m
$\frac{M_u}{\phi bd^2}$	2.189 MPa	0.963 MPa	0.747 MPa	0.642 MPa	1,497 MPa	0.645 MPa	0.333 MPa	0.287 MPa
ρ	0.006	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001
A_s	2,160 mm^2	720 mm^2	720 mm^2	720 mm^2	1,325 mm^2	662 mm^2	497 mm^2	497 mm^2
غوره شوې فولادي سیخان	20 # 12	7 # 12	7 # 12	7 # 12	12 # 12	6 # 12	5 # 12	5 # 12

1.10.2-د هواره پوښښ تختو اجزاوي او په هغې کې د سیخانو ځای په ځای کول

الف - ډراپ پنیلونو (Drop Panels) کې : د نژدې پایو ترمنځ د پوښښ تختې ضخیمه برخه ده چې د درېیو اړنو دلیلونو له مخې په پام کې نیول کېږي .

1- د پوښښ تختې د اصغري ضخامت لپاره د کړوپېدنې (deflection) حد اړین دی ، چې د ډراپ پنیل په واسطه تر (10%) سانې پورې د پوښښ تختې ضخامت کمېږي . د ډراپ پنیل د پوښښ تختې دلوړو مومنټو په ساحه کې سختي لوړوي ، نو ځکه یې د کړوپېدنې اندازه کمېږي .

2- د ډراپ پنیل لپاره چې کوم ابعاد(ACI) کود په واسطه مشخصې شوې دي ، په کاربدنې سره یې په هواره پوښښ تختې کې دپایې له پاسه دمنفي مومنټ سیخانو اندازه راکموي. همدارازد پوښښ تختې د مکملې ارتفاع یا ضخامت په ډېربدنې سره د مومنټ د بازو اندازه لوړېږي چې په پایله کې په دغه ساحه کې د سیخانو مقدار راکمېږي .

3- د ډراپ پنیل پایې د پاسه سره ارتفاع ډېروي چې له امله یې د عرضاني بحراني مقطع د محیط مساحت ډېرېږي .

د ډراپ پنیل ضخامت باید چې د ډراپ پنیل له څنډې څخه تر پایې د اړخ یا د پایې تر کپیټل (capital) پورې فاصلې د څلورمې برخې څخه ډېر نه شي .

ب - د پایې کپیټلونه (Columns Capitals) : په ځینو وختونو کې د پایې په پاسنۍ برخه کې لکه د لاندېنې شکل په څېر د لاندې څخه پورته خواته د خولۍ په ډول په پام کې نیول کېږي، چې کپیټل (Capital) نومېږي . کپیټل د پایې په پاسنۍ برخه کې د پایې سره د عرضاني قوې د بحراني محیط د ډېربدنې او د خالصې وایې (Clear Span) د کمبدنې لپاره په پام کې نیول کېږي ، چې د پوښښ تختې سره په یوه مهال یې کانکرېټ اچول کېږي . د (ACI) کود د لارښوونې له مخې کپیټل په هرمي شکل جوړېږي چې څوکه یې د پایې سره نښلي او فعل قطر یې د پایې له محور سره (90º) زاویه جوړوي . دا اغېزمن قطر د مومنټ د انتقال لپاره د($c_2 + 3h$) فعال یا اغېزمن عرض او خالصه وایه (ℓ_n) پېژندل کېږي .

د عرضاني قوې خولې (Shear Caps) : د عرضاني قوې خولې د ډراپ پنیل په شکل د پوښښ تختې یوه برخه ده ، خو دابعادو له مخې اړینه نه ده چې د (ACI) د غوښتنې پوره کړي. د عرضاني قوې خولې په ځایې توګه د پوښښ تختې د فعالې ارتفاع په ډبرېدنې سره د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنې سره د عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت د ډبرېدنې لپاره کارېږي ، چې د اړتیا په مهال د پایې د کپیټل په څېر کار کوي، خومستقیم شکله وي. د عرضاني قوې خولې د ابعادو له پلوه داسې په پام کې نیول کېږي چې د پایې له اړخه د افقي برخې اندازه یې د پوښښ تختې لاندې عمودي برخې څخه ډېره وي او همداراز ضخامت یې د پوښښ تختې له ضخامت څخه د (50%) سلنې څخه تر (100%) سلنې پورې ډېر په پام کې نیول کېږي .

په هواره پوښښ تختو کې سیخان په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

الف - پرله پسې ځای په ځای کول (Placement Sequence): په هواره پوښښ تختو کې مومنټونه د پوښښ تختې د تسمو وایو د پنیل په اوږد لوري کې ډېر وي . نود لنډ لوري په پرتله په اوږد لوري کې پاسني اولاندېني سیخان یوله بل سره نژدې ځای په ځای کېږي.

ب - محافظوي طبقه او فعاله ارتفاع: په هواره پوښښ تختې کې تر (36 mm) او یا له دې څخه کم قطر لرونکي سیخان ځای په ځای کېږ ي ، نوخالصه محافظوي طبقه (20 mm) ملي متره او که له (36 mm) قطر څخه لوړ قطر لري ، نو (30 mm) په پام کې نیول کېږي .

په هواره پوښښ تختې کې فعاله ارتفاع په پام کې نیول کېږي :

د هواره پوښښ تختې وایه تر (7.5 m) پورې وي ، نو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په :

لنډه وایه $d = h - 45$ mm; اوږده وایه $d = h - 30$ mm

د هـواره پـوښښ تختې وایه له (7.5 m) څخه ډېره وي ، نو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په :

لنډه وایه $d = h - 50$ mm; اوږده وایه $d = h - 30$ mm

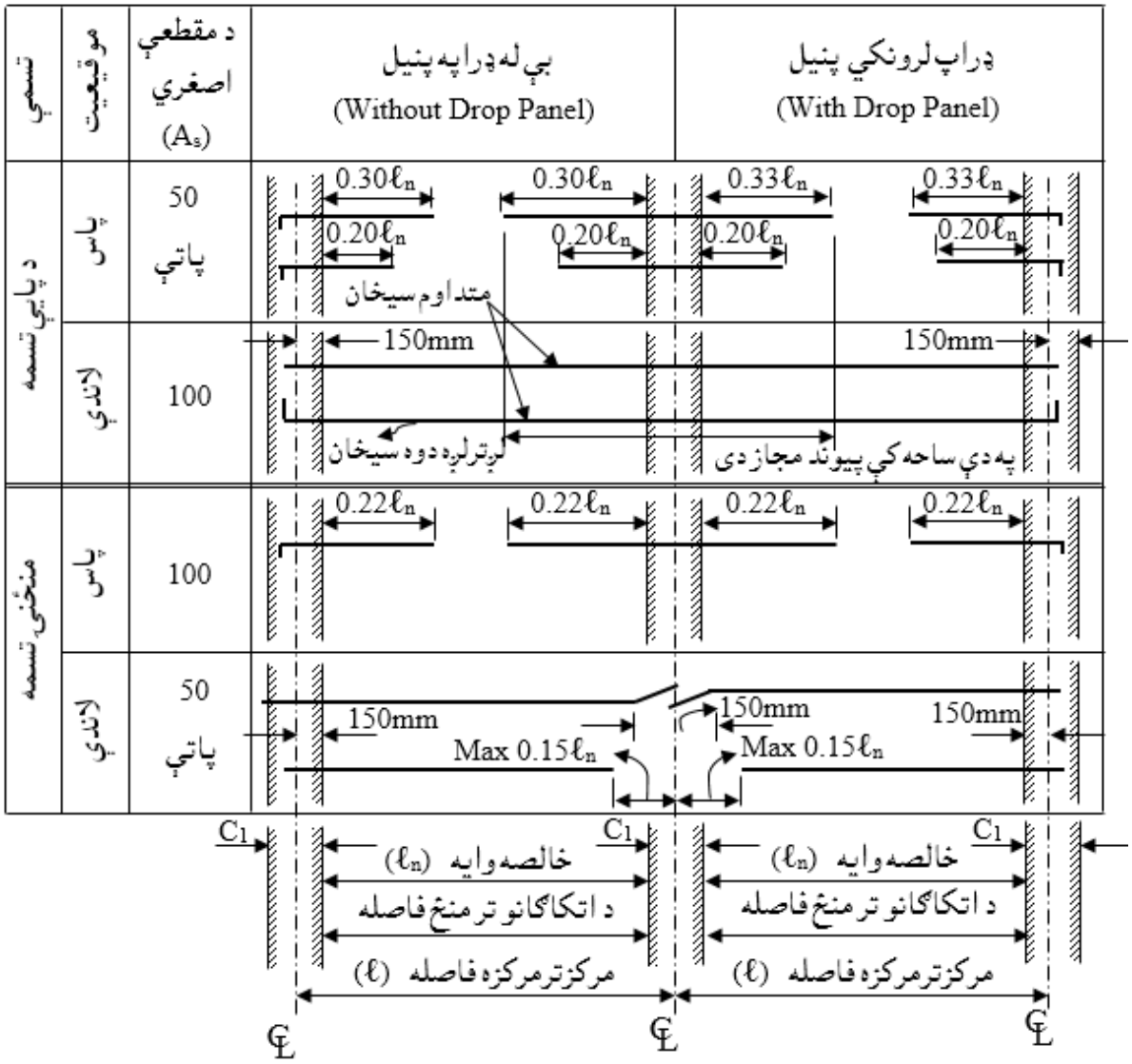
ج - د سیخانو ترمنځ فاصله، اصغري سیخبندي او د سیخانو اصغري قطر : که د سیخانو (f_y = 275 MPa or 345 MPa) وي ، نــو(A_{smin} = 0.002bh) او کـه (f_y = 420 MPa) وي ، نو(A_{smin} = 0.0018bh) په پام کې نیول کېږي .

د سیخانو تر منځ اعظمي فاصله د محاسبې په بحراني مقطع په منځنۍ او پایې په محاسبوي تسمو کې د مثبت او منفي مومنټونو لپاره د پوښښ تختې د ضخامت د دوه ځلې (2h) اندازې او له (450 mm) څخه ډېره نه شي . سره له دې چې د سیخانو سایز یا کچې په هکله د (ACI) کومه ځانګړې لارښوونه نه ده شوې ، خو د پاسنیو سیخانو لپاره (12 mm@ 300 mm C/C) څخه باید لږ نه شي .

د سیخانو مساحت د انحنایې اجزاو د محاسبوي مساحت دپیداکولو په څېر د (R_n) ، د (ρ) او د ($A_s = \rho bd$) په واسطه پیداکېږي .

د- دسیخانو غوڅېدنه او کږېدنه : د (ACI) کود د غوښتنې له مخې بې له ګاډره پوښښ تختو لپاره د سیخانو غوڅېدنه د لاندې شکل په څېر تر سره کېږي . چېرته چې نژدې وایې سره مساوي نه وي ، نو په هغه حالت کې د منفي مومنټ سیخان داوږدې وایې د اوږدوالي پر بنسټ د اتکایې پایې له ارخه تېرېږي . د (ACI) کود د غوښتنې سره سم د سیخانو کږول او قات کول په لاندې شکل کې ښودل شوې دي (109,110:5).

په هوارو تختو کې سیخان د (ACI) د توصیې له مخې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي:



27.2- شکل: په هوارو تختو کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه (109:5).

11.2- دمعادل چوکاټ په محاسبوي طریقې د دوه لوریزه پوښښ تختو تحلیل اومحاسبه

(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Equivalent Frame Design Method)

مخکې د عمودي بارونو لاندې د ضریبونو او مستقیمې محاسبوي طرېقو په واسطه د دوه لوریزه پوښښ تختو د محاسبې په هکله په تفصیلي ډول بحث تر سره شو. په هغې کې و لیدل شو چې د اوسپنیزوکانکرېټي ساختمانونو هره طبقه د پوښښ تختې څخه جـوړېږي، چې په دواړو لورو په محاسبوي تسمو وېشل کېدله او د هرې وایې لپاره ستاتیکي مومنټ (M_o) او بیا د کود د غوښتنې سره سم د هرې وایې لپاره د محاسبوي تسمو مثبت اومنفي مومنټونه ټاکل کېده.

په مستقیمې محاسبوي طرېقه کې د هرې وایې د محاسبوي تسمو مثبت اومنفي مومنټونه پرته له کوم ساختماني تحلیله چې د اجزاو په سختۍ ولاړ وي، یوازې د هغه ضریبونو په واسطه چې په کود کې یې لارښوونه شوې وه، ټاکل کېدل. نو له دې امله د ځینو دوه لـوریـزه پوښښ تخـتو لـپاره تحلـیل ښایي د مستقیمې محاسبوي طرېقې د محاسبې لـه پلـوه کافي نـه وي، سربېـره پـر دې د مستقـیمې محـاسبوي طرېقې کړنلاره یو لړ محدودیتونه لري، ښایي چې په ځینو دوه لوریزه پوښښ تختو کې صدق نه شي (454:13).

د معادل چوکاټ محاسبوي طرېقه یوه تحلیلي طرېقه ده ،چې د کود په واسطه د ځانګړو مشخصاتو سره پېژندل شوې ده او د مستقیمې محاسبوي طرېقې په څېر محدودیتونه نه لري ،چې د مروجه دوه لوریزه پوښښ تختې د محاسبې لپاره کارېږي، سربېره پر دې په تحلیل کې د اجزاوو د سختۍ د ځانګړتیاوو په پام کې نیولو سره د مستقیمې محاسبوي طرېقې په پرتله لوړ دقت لري.

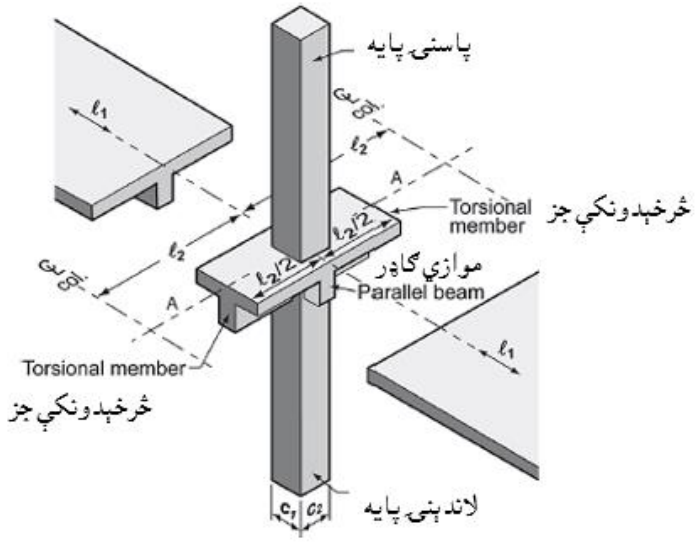
هـر معادل چـوکاټ لـه درېيو برخو (پوښښ تختې - ګاډر،ستنې او د څرخېدنې اجزاو) څخه تشکيل مومي ، چې د اټولې اجزاوي د معادل چوکاټ په غوټه کې لکه د (26.2- شکل) په څېر ښودل شوې دي . لکه څنګه چې په شکل کې ليدل کېږي د غوټې په دواړو لورو د چوکاټ په امتدادکې ګاډر - پوښښ تخته ، د غوټې له پاسه او لاندې يې ستنې او د چوکاټ په عمودي امتداد د څرخېدنې اجزاوي واقع دي . د معادل چوکاټ په طرېقه کې ګاډر - پوښښ تخته (Slab-Beam) د پوښښ تختې د انحنايې اجزاء په نامه اطلاق کېږي ، چې محاسبوي اوږدوالی يې د پايو د مرکزونو ترمنځ فاصله او محاسبوي عرض يې د پوښښ تختې د مجاورو پنيلـونـو د مـرکـزونو تـر منځ فـاصلـه ده ، که دوه لوريزه پوښښ تخته د اتکاګانو تر منځ ګاډرونه ولري ، نو پوښښ تخته - ګاډر هم په ګاډر کې شاملېږي ، خو که هواره پوښښ تخته (بې له ګاډره) وي ، له بلې خوا که په هواره تخته (بې له ګاډره پوښښ تخته) يا (Flate Plate) ، ډراپ (Drop) اويا کپيټل (Capital) هم شتون ولري ، نو د پوښښ تختې - ګاډر برخه په ډراپ اوکپيټل کې شاملېږي (526,527:10).

د معادل چوکاټ په طرېقه کې د ستنې فاصله د پاسنۍ پوښښ تختې له مرکزه د لاندېنۍ پوښښ تختې تر مرکزه پورې تعرفېږي ، نو له دې امله پايې هم د اوږدوالي په ډېره کوچنۍ برخه کې له دوو لورو د پوښښ تختو سره تداخل لري . که دوه لوريزه پوښښ تخته د اتکاګانو سره ګاډرونه ولري ، نو ستنې په دواړو ټرلو برخو کې د ګاډرونوسره تداخل کوي . او که په دوه لوريزه پوښښ تختې کې ډراپ کاربدلی وي ، نو پايه د ډراپ سره تداخل کوي، له بلې خوا که د پوښښ تختې لاندې کپيټل وي ، نو ستنه په کپيټل کې شاملېږي .

هغه څرخېدونکې اجزاء چې په عمودي ډول د معادل چوکاټ په هره غوټه کې ټنبلي د (ACI) کودله مخې په خپل اوږدوالي کې ثابته مقطع لري ، چې ابعاد يې د لاندېنيو اندازو څخه اعظمي قبلېږي :

الف - د معادل چوکاټ په امتداد د پوښښ تختې د برخې له عرض ، د ستنې له عرض او یا د کپیټل له عرض سره مساوي قبلېږي ، که د همدې معادل چوکاټ په اوږدوکې عرضي ګاډر هم شتون ولري ، نو د ګاډر د تنې وتلې برخه د پوښښ تختې له پاسه یا لاندې هم د څرخېدنې جز په مقطع کې اضافه کېږي .

ب -د (T- ډول) یا (L-ډوله) مقطعو کې د ستنې دواړو لورو ته د ګاډر له عرض (b_w) څخه سربېره د پوښښ تختې په هر لوري اصغري فاصله $\min\{h_b, 4h_f\}$ قبلېږي ، په دې شرط چې د پوښښ تختې د ضخامت (h_f) د څلور برابره څخه ډېر نه شي . د څرخېدونکي ګاډر په بېلابېلو حالتونو کې په (22.2- شکل) کې ښودل شوي دي (4 :433-431).



28.2- شکل: د معادل چوکاټ اجزاء (126:5) .

داچې په یوه ودانۍ کې د دواړو لورو په اوږدود پوښښ تخته په یولړ معادل چوکاټونو وېشل کېږي ، نو دپوښښ تختې دا چوکاټونه له ځانه سره یوځه ګاډرونه هم لري . د ثقلي (gravity) بارونو د تحلیل لپاره ، کود بشپړه معادل چوکاټ د ودانۍ د لورواليي تر سره پورې تجویزوي ، اویاهم هر پورې او طبقه په ځانګړې توګه د ستنې د سختې نښتې رابطې په څېر په پام کې نیسي . دستندرد یا ټیپیک معادل چوکاټ طریقې بنسټیزه موخه په پرله پسې پوښښ تختو سیستم کې د مومنټ د وېشنې د تحلیل

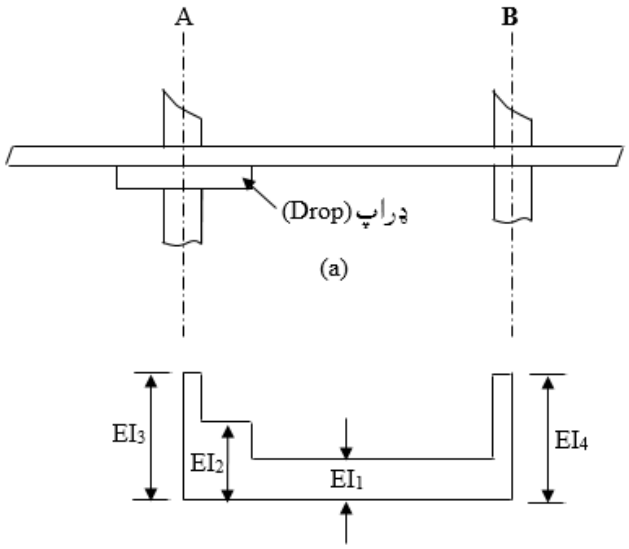
لپاره د محاسبې کړنلاره ده ، نو له دې امله په دې طریقې سره په تحلیل کې به ځینې نظریې له نورو طریقوڅخه هم په پام کې نیول کېږي .

1.11.2- د سختۍ ، بارورلو او د وروستنۍ سختې شوې رابطې مومنټونو محاسبه (Calculation of Stiffness, Carryover and Fixed – End Moments)

د مومنټ وېشنې په طریقه (Moment distribution method) کې دا اړینه ده چې په کړېدنه کې د عناصروسختي (k) ، دبارورلو(د مومنټ انتقالي) ضریب (COF) ، د وېشنې ضریب (DF) او د وروستنۍ سختې نښلېدنې مومنټونه (FEM) په لاس راوړو. دلیږې وروستنۍ اتکاء سره د منشوري جز چې محوري بار په کې نه وي نیول شوي د کړېدنې سختي یې مساوي کېږي په:

$$K = \frac{KEI}{L} \quad \ldots\ldots\ldots\

محـــوري فشاري بارونو او مومنټونو د تشنجـــاتو د پيداکـــېدنې او دګاډر د وروستنۍ سختې اتکاء د مومنټونو لپاره کارېدلې(658,659:15) .



29.2- شکل: د وايې په اوږدو کې په سختۍ کې بدلون . (a) د (A-B)پوښښ تخته . (b) د پوښښ تختې په اوږدو کې د (EI) وېشنه (659:15) .

د (K) ، (COF) او (FEM) د پيداکولو لپاره لاندې جدولونو څخه ګټه اخلو:

8.2- جدول: بې له ډراپه پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ - وېشنې ضریبونه (1064:15) .

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ K (stiffness سختي) = $kE\ell_2t^3/12\ell_1$

(Carry Over Factor) = COF بارورلو یا زغمونکی(د مومنټ انتقالي) ضریب

c_1/ℓ_1	ضریبونه	c_2/ℓ_2					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
0.00	M	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
	K	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
	COF	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
0.05	M	0.083	0.084	0.084	0.084	0.085	0.085
	K	4.000	4.047	4.093	4.138	4.181	4.222
	COF	0.500	0.503	0.507	0.510	0.513	0.516
0.10	M	0.083	0.084	0.085	0.085	0.086	0.087
	K	4.000	4.091	4.182	4.272	4.362	4.449
	COF	0.500	0.506	0.513	0.519	0.524	0.530
0.15	M	0.083	0.084	0.085	0.086	0.087	0.088
	K	4.000	4.132	4.267	4.403	4.541	4.680
	COF	0.500	0.509	0.517	0.526	0.534	0.543
0.20	M	0.083	0.085	0.086	0.087	0.088	0.089
	K	4.000	4.170	4.346	4.529	4.717	4.910
	COF	0.500	0.511	0.522	0.532	0.543	0.554
0.25	M	0.083	0.085	0.086	0.087	0.089	0.090
	K	4.000	4.204	4.420	4.648	4.887	5.138
	COF	0.500	0.512	0.525	0.538	0.550	0.563
$X = (1 - c_2/\ell_2^2)$		1.000	0.856	0.729	0.613	0.512	0.421

9.2- جدول: پـــه ډراپ پنیل لـــرونکي پوښښ تخـــتوکي د مـــومـنټ – وېشنـــي ضـــریبـونـــه کـه ($h = 1.25h^3$) وي (1065:15) .

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ K (stiffness سختي) = $kE\ell_2t^3/12\ell_1$

(Carry Over Factor) = COF بارولو یا زغمونکی(د مومنټ انتقالي) ضریب

c_1/ℓ_1	ضریبونه	c_2/ℓ_2						
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
0.00	M	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
	K	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795
	COF	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542
0.05	M	0.088	0.088	0.089	0.089	0.089	0.089	0.090
	K	4.795	4.846	4.896	4.944	4.990	5.035	5.077
	COF	0.542	0.545	0.548	0.551	0.553	0.556	0.558
0.10	M	0.088	0.088	0.089	0.090	0.090	0.091	0.091
	K	4.795	4.894	4.992	5.039	5.184	5.278	5.368
	COF	0.542	0.548	0.553	0.559	0.564	0.569	0.573
0.15	M	0.088	0.089	0.090	0.090	0.091	0.092	0.092
	K	4.795	4.938	5.082	5.228	5.374	5.520	5.665
	COF	0.542	0.550	0.558	0.565	0.573	0.580	0.587
0.20	M	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.093	0.094
	K	4.795	4.978	5.167	5.361	5.558	5.760	5.962
	COF	0.542	0.552	0.562	0.571	0.581	0.590	0.600
0.25	M	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.094	0.095
	K	4.795	5.015	5.245	5.485	5.735	5.994	6.261
	COF	0.542	0.553	0.565	0.576	0.587	0.598	0.609
0.30	M	0.088	0.089	0.090	0.092	0.093	0.094	0.095
	K	4.795	5.048	5.317	5.601	5.902	6.219	6.550
	COF	0.542	0.554	0.567	0.580	0.593	0.605	0.618

10.2- جدول: په ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختوکې د مومنټ – وښنې ضریبونه کې ($h = 1\ 5h^3$) وي (1065:15).

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ K (stiffness سختي) = $kE\ell_2t^3/12\ell_1$

(Carry Over Factor) = COF بارولو یا زغمونکی(د مومنټ انتقالي) ضریب

c_1/ℓ_1	ضریبونه	c_2/ℓ_2					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
0.00	M	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
	K	5.837	5.837	5.837	5.837	5.837	5.837
	COF	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589
0.05	M	0.093	0.093	0.093	0.093	0.094	0.094
	K	5.837	5.890	5.942	5.993	6.041	6.087
	COF	0.589	0.591	0.594	0.596	0.598	0.600
0.10	M	0.093	0.093	0.094	0.094	0.094	0.095
	K	5.837	5.940	6.024	6.142	6.240	6.335
	COF	0.589	0.593	0.598	0.602	0.607	0.611
0.15	M	0.093	0.093	0.094	0.095	0.095	0.096
	K	5.837	5.986	6.135	6.284	6.432	6.579
	COF	0.589	0.595	0.602	0.608	0.614	0.620
0.20	M	0.093	0.093	0.094	0.095	0.096	0.096
	K	5.837	6.027	6.221	6.418	6.616	6.816
	COF	0.589	0.597	0.605	0.613	0.621	0.628
0.25	M	0.093	0.094	0.094	0.095	0.096	0.097
	K	5.837	6.065	6.300	6.543	6.790	7.043
	COF	0.589	0.598	0.608	0.617	0.626	0.635

په معادل چوکاټ پورې ترلې افقي اجزاء پوښښ تختې -ګاډر دی ، چې یوازې د پوښښ تختې یا د پوښښ تختې او ډراپ پنیل ، یا د پوښښ تختې سره له ګاډره د معادل چوکاټ په اوږدو کې سره موازي شتون لري(15:659-657) .

په معادل چوکاټ طریقه کې د پوښښ تختې - ګاډر او پایې کړښدونکي اجزاء د غوټو دمرکزونو تر منځ په پام کې نیول کېږي . نو د (ACI) کود د معادل چوکاټ د تحلیل لپاره د عنصر یا جز په اوږدو او د اتکاګانو په محل کې د کړښدونکو اجزاو سختي د لاندښیو اجزاو د انرشیا مومنټ له مخې محاسبه کېږي :

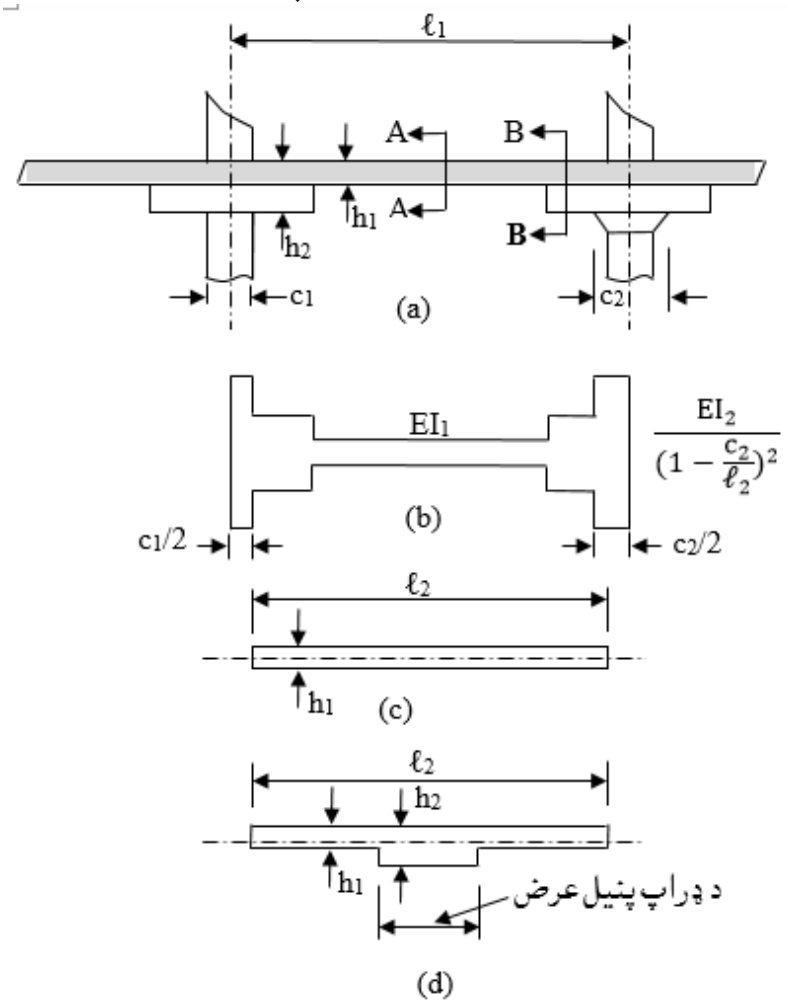
الف - دپوښښ تخته - ګاډرخواص (Properties of Slab – Beam) : د دې جز انرشیا مومنټ په لاندینیو برخو کې په پام کې نیول کېږي :

1- د دوو اتکاګانو تر منځ (دښښلېدنې له محل څخه بیرون یا د کپیټل سره) د کانکرېټو د مقطع د مجموعي (بې له سیخانو) سطحی (مساحت) پربنسټ د پوښښ تختې - ګاډرونو انرشیا مومنټ ټاکل کېږي . د وایو په اوږدو د دوو اتکاګانو تر منځ فاصله کې د انرشیامومنټ بدلون باید په محاسبه کې په پام کې ونیول شي . د پوښښ هغه تختې چې لکه د (28a.2- شکل) په څېر ډراپ پنیل ولري ، نو د (A-A) مقطع سره یې د انرشیا مومنټ د پوښښ تختې د (ℓ_2) عرض لپاره محاسبه کېږي . د (B-B) مقطع سره د ډراپ پنیل په پام کې نیولو سره د انرشیا مومنټ د پوښښ تختې د (28d.2- شکل) له مخې محاسبه کېږي . په همدې ډول د ګاډر لرونکي پوښښ تختو لپاره د(ℓ_1) سره موازي لکه د (29a.2- شکل) په څېر ،د پوښښ تختې او ګاډر د انرشیا مومنټ په (29c.2- شکل) کې دښودل شوی، چې د (C-C) مقطع له مخې محاسبه کېږي . د (D-D) مقطع د ګادر قطعه په بالمقابل لوري ښیي.

2- د پوښښ تختې -ګاډرونو لپاره د انرشیا مومنت دپایې ، کپیټل، براکټ (Brakit) او دیوال له ارخه په پام کې نیول کېږي ، په معادل چوکاټ کې د پوښښ تختې -ګاډر لپاره پرله پسې ګاډر هیڅکله په اتکاء کې نه شمېرل کېږي .

3- داتکاء له اړخ څخه د اتکاء (د پایې له اړخ څخه د پایې ، کپیټل ، براکیټ یا دیوال) تر مرکزه پورې د (ACI Code 13.1.2) د تعریف له مخې د پوښښ تختې -ګاډر انرشیا مومنټ په $(1 - c_2/\ell_2)^2$ ضریب دوبشلو په پایله کې حاصلېږي . دلته(ℓ_2) د معادل چوکاټ سره متقابل یا عمودي عرض دی او (c_2) د(ℓ_2) سره موازي اتکاء عرض دی .

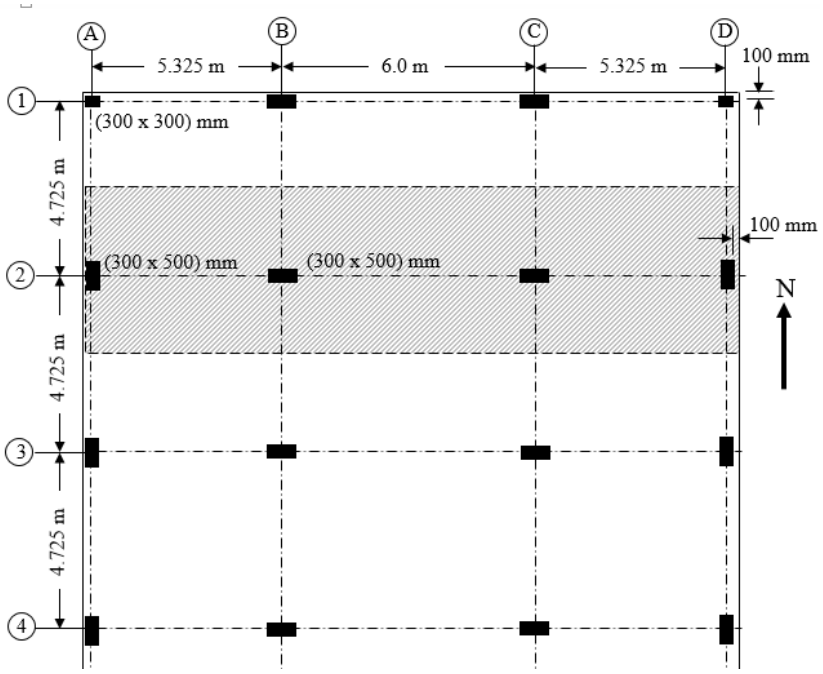
د دې محاسبې د لاسته راوړنې لپاره (28.2) او (29.2) شکلونه ترسیم شوې دي اود هواره پوښښ تختو او ډراپ لرونکي پوښښ تختو لپاره دمومنټونود وېشنې ضریبونو قیمتونه یې د (8.2) جدول څخه (10.2) پورې له مخې حاصلېږي .



30.2- شکل : د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې لپاره د (EI) قیمتونه (a) د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تخته . (b) د پوښښ تختې -ګاډرپه اوږدو کې د (EI) بدلون . (c) د (A-A) قطعه. (d) د (B-B) قطعه (660:15) .

د پوښښ تختې - ګاډر د اتکاګانو د مرکزونو (د پایو د محورونو) تر منځ فاصله کې د عنصر مقطع بدلون مومي ، نو له همدې امله د معادل قاب په تحلیل کې د عنصر سختي د متغیرې مقطع لپاره په پام کې نیول کېږي . نو د پوښښ تختې - ګاډر په اوږدوکې که ګاډر ولري او یا ګاډر ونه لري د انرشیا مومنټ اوسختي (EI) همداراز د انرشیا مومنټ او سختی بدلون د هغه پوښښ تختې - ګاډر لپاره چې په اوږدو کې ګاډر نه لري او ډراپ ، کیپټل او یا هم ډراپ او کیپټل لري په ترتیب سره په لاندښیو (26.2) او (27.2) شکلونو کې ښودل شوې دي . په دغه شکلونو کې (E_{cs}) د دپوښښ تختې د کانکرېټو ارتجاعیت مودول او (I_1) د پوښښ تختې - ګاډر (د پوښښ تختې اوی د پوښښ تخته د ګاډر سره) د ناخالصې مقطع انرشیا مومنټ دی .

8.2- مثال : د لاندښي شکل په ښودل شوي پلان کې د هواره پوښښ تختې ،چې په اړخونو یا څنډو کې ګاډرونه نه لري د فرش ضخامت (175 mm) دي ، د (2) لیکې په اوږدوکې د معادل چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر لپاره د مومنټونو د وېشنې ضریبونه پیدا کړئ ؟



د ($A_2 - B_2$) داو (A) وروستنۍ اتکاء کې : ($C_1 = 300$ mm)، ($\ell_1 = 5{,}325$ mm) ، ($c_2 = 500$ mm) او ($\ell_2 = 4{,}725$ mm) ، د 8.2- جدول څخه د انټر پولیشن په پایله کې ($c_1/\ell_1 = 0.056$) او ($c_2/\ell_2 = 0.106$) کېږي .

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په : $M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$

دیادولو ده چې دلته خالصه وایه (ℓ_n) نه بلکې (ℓ_1) کارېږي . نو سختي مساوي کېږي په :

$$K = \frac{4.11 EI_1}{\ell_1}$$

دباروړلو یا زغمونکې(د مومنټ انتقالي) ضریب (COF = 0.508) دی .

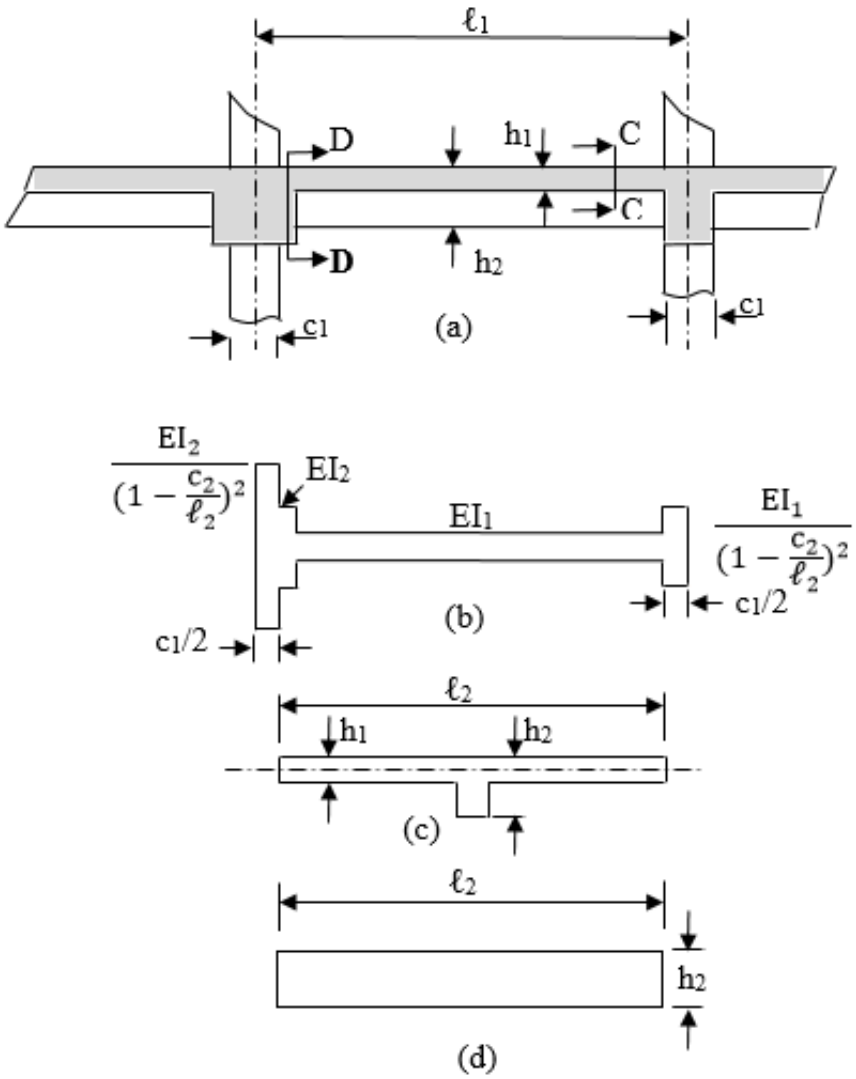
د ($B_2 - C_2$) ا وایې لپاره : ($C_1 = 500$ mm)، ($\ell_1 = 6{,}000$ mm) ، ($c_2 = 300$ mm) او ($\ell_2 = 4{,}725$ mm) ، د 8.2- جدول څخه د انټر پولیشن په پایله کې ($c_1/\ell_1 = 0.083$) او ($c_2/\ell_2 = 0.064$) کېږي .

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په : $M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$

دیادولو ده چې دلته خالصه وایه (ℓ_n) نه بلکې (ℓ_1) کارېږي . نو سختي مساوي کېږي په :

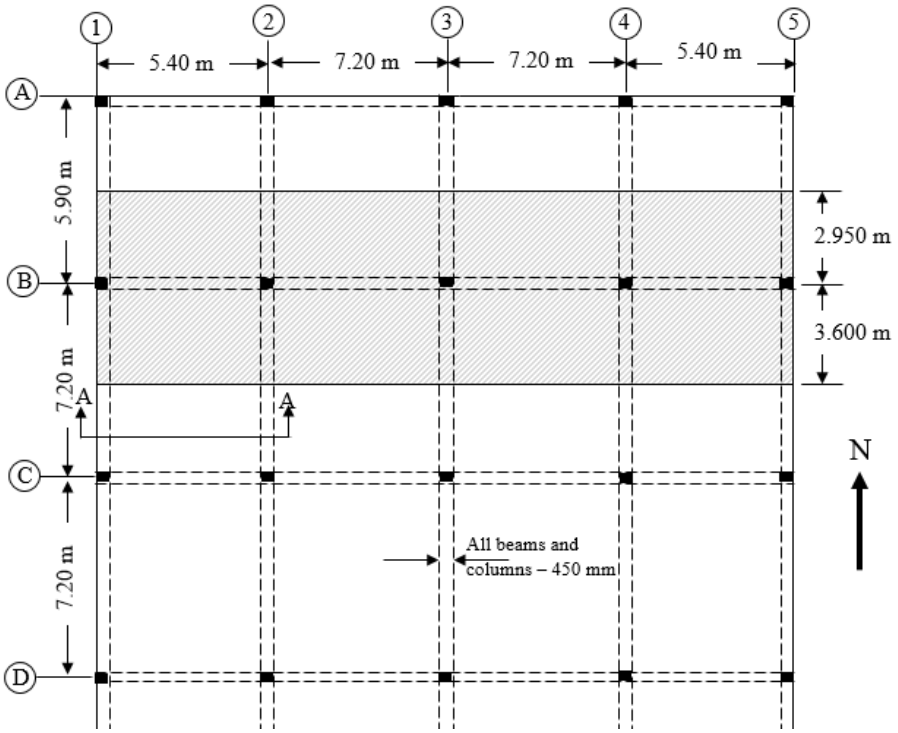
$$K = \frac{4.10 EI_1}{\ell_1}$$

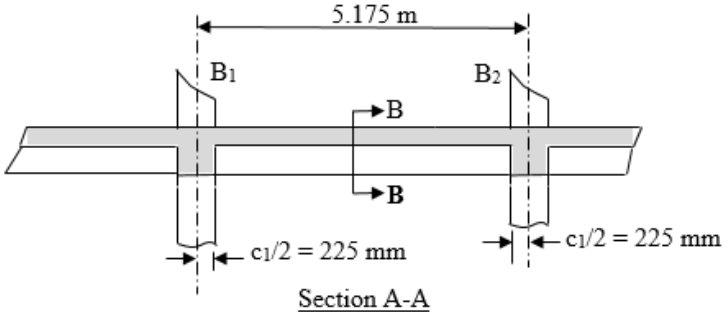
دباروړلو یا زغمونکې ضریب (COF = 0.507) دی .



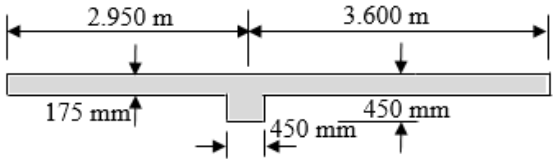
31.2- **شکل** : **د پوښښ تختې او ګاډر لپاره د** (EI) **قیمتونه** . (a) **په دواړو لورو پوښښ تخته اوګاډرونه**. (b) **د پوښښ تختې اوګاډرپه اوږدو کې د** (EI) **بدلون** . (c) **د** (C-C) **قطعه**. (d) **د** (D-D) **قطعه** (661:15) .

9.2- مثال : په لاندې شکل کې د ګاډرونو لرونکې دوه لوریزه پوښښ تختې د ټولو پایو تر منځ که دپوښښ تختې ضخامت (175 mm) او د ټولو ګاډرونو ارتفاع (450 mm) وي ، نوپه شکل کې د ښودل شوې د (B) لیکې په اوږدوکې د معادل چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر لپاره د مومنټونو د وېشنې ضریبونه پیدا کړئ ؟





Section A-A



Section B-B

د ($B_1 - B_2$) وایه کې په شکل کې د ښودل شوې د منځنۍ وایې د مقطع له مخې د دې مقطع د ثقل مرکز (109.75 mm) دی . د پوښښ تختې د پاسنۍ برخې څخه لاندې د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په ($I_1 = 9.297 \times 10^9$ mm^4) او په دواړو ورستیو کې د پایې مقطع مربعي (450 mm) ده نو په پایله کې ($c_1/\ell_1 = 450/5,175 = 0.087$) او ($c_2/\ell_2 = 0.070$) کېږي ، دا ځکه چې د ننبلېدنې په ساحه کې دا اجزاوي یو شانته سختي لري . نو د (8.2- جدول) له کارېدنې څخه د مومنټ د وېشنې ضریبونه مساوي کېږي په :

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په: ($M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$)

سختي مساوي کېږي په : $K = \frac{4.10 EI_1}{\ell_1}$

دبارولو یا زغمونکې (د مومنټ انتقالي) ضریب (COF = 0.507) دی .

د ($B_2 - B_3$) ا وایې لپاره : ($c_1/\ell_1 = 450/7,200 = 0.0625$) او ($c_2/\ell_2 = 0.070$) کېږي . د (8.2- جدول) څخه د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$

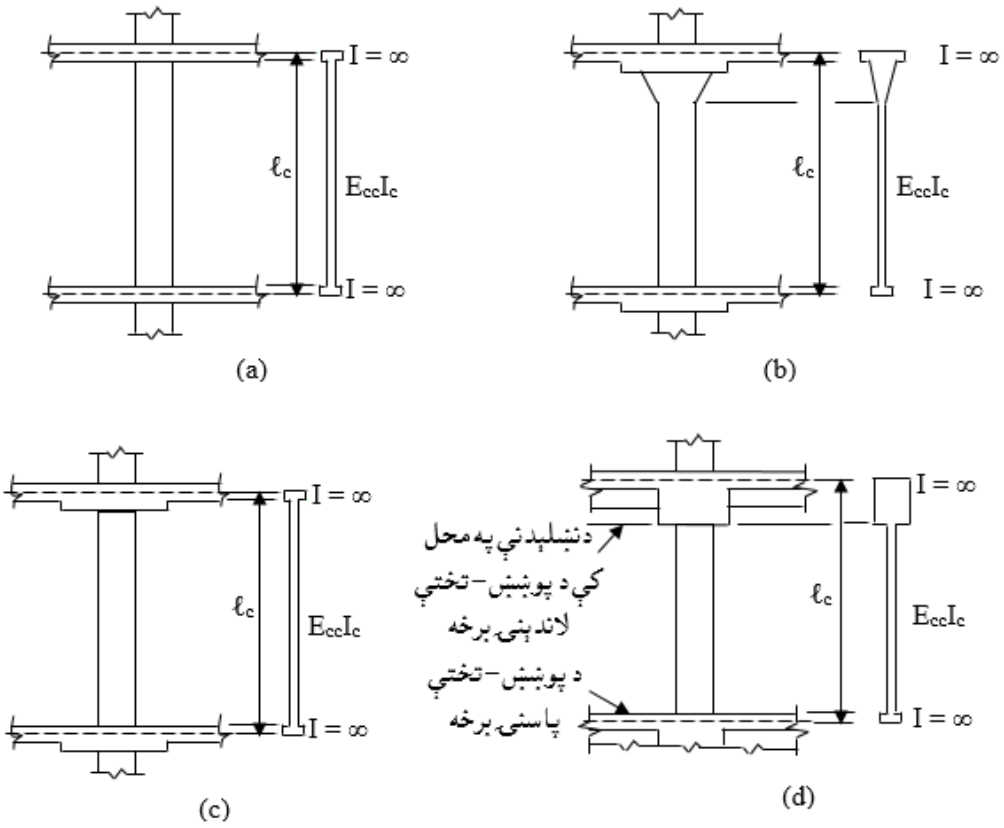
سختي مساوي کېږي په : $K = \frac{4.070 EI_1}{\ell_1}$

دبارولو یا زغمونکې (د مومنټ انتقالي) ضریب (COF = 0.505) دی .

ب - دپایې یا ستنې خواص (Properties of Columns) : د پایو یا ستنو د سختۍ او بارولو یا زغمونکي ضریبونو د پیداکولو لپاره د(ACI) (13.7.4) برخه لاندنۍ حرګندونې لري :

1- ننبلېدنو (joints) یا د پایې د کپیټل څخه بیرون ښایي د کانکرېټو د بشپړې مقطع د مساحت پر بنسټ ، دستنې د اوږدوالي په اوږدو کې د پایې دعرضاني مقطع دبدلون له امله واقعي انرشیا مومنټ بدلون تجویز کېږي .

2- د پایې د انرشیا مومنټ باید د ننبلېدنې (Joint) سره د پوښښ تختې - ګاډر په ساحه یا حدودو کې فرض شي . په (30.2- شکل) کې د مومنټ د وېشنې ضریبونو لپاره د پایې یا ستنې څلور عمومي حالتونه ښودل شوې دي او همدارنګه کولی شوچې لاندنې (9.2- جدول) څخه هم ګټه واخلو .



32.2- شکل : د پایو د سختۍ (K_c) د محاسبې لپاره مقطع . (a) بې له ګاډر ونو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام ، (b) دکیپټل لرونکوپایو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام، (c) د ډراپ پنیل لرونکو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام او (d) ګاډر لرونکو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام (664:15).

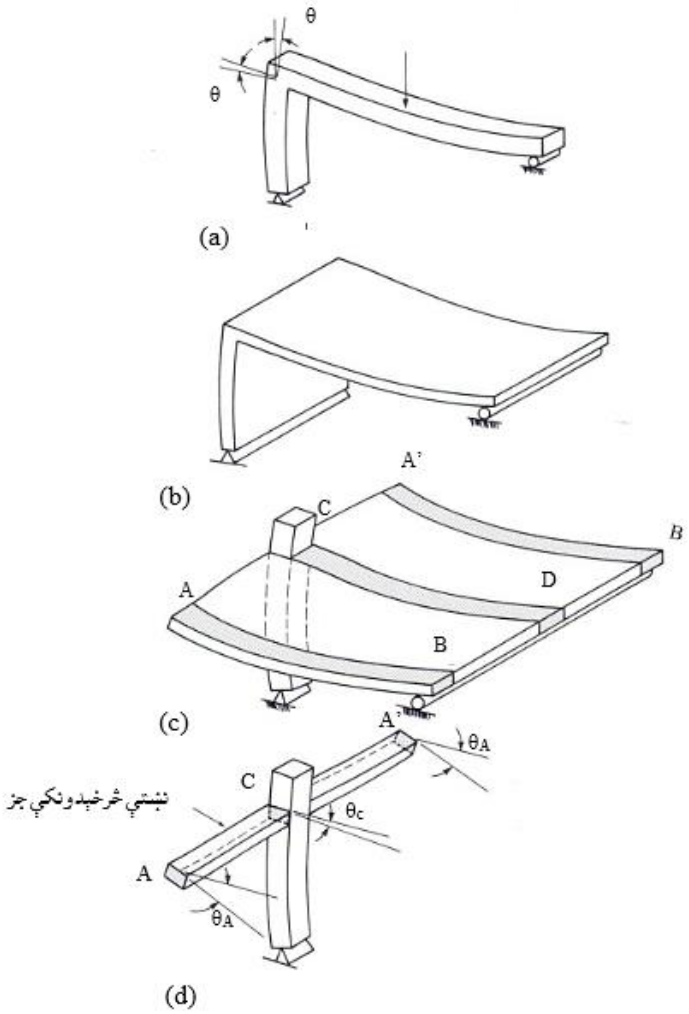
11.2- جدول: د پایې لپاره د سختۍ او بارولو یا زغمونکي بار ضریبونه (1066:15).

$K_c = k\frac{EL_c}{\ell_c}$										
t_a/t_b		ℓ_c/ℓ_u								
		1.05	**1.10**	**1.15**	**1.20**	**1.25**	**1.30**	**1.35**	**1.40**	**1.45**
0.00	K_{AB}	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	5.80
	C_{AB}	0.57	0.65	0.73	0.80	0.87	0.95	1.03	1.10	1.17
0.20	K_{AB}	4.31	4.62	4.95	5.30	5.65	6.02	6.40	6.79	7.20
	C_{AB}	0.56	0.62	0.68	0.74	0.80	0.85	0.91	0.96	1.01
0.40	K_{AB}	4.38	4.79	5.22	5.67	6.15	6.65	7.18	7.74	8.32
	C_{AB}	0.55	0.60	0..65	0.70	0.74	0.79	0.83	0.87	0.91
0.60	K_{AB}	4.44	4.91	5.42	5.96	6.54	7.15	7.81	8.50	9.23
	C_{AB}	0.55	0.59	0.63	0.67	0.70	0.74	0.77	0.80	0.83
0.80	K_{AB}	4.49	5.01	5.58	6.19	6.85	7.56	8.31	9.12	9.98
	C_{AB}	0.54	0.58	0.61	0.64	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77
1.00	K_{AB}	4.52	5.09	5.71	6.38	7.11	7.89	8.73	9.63	10.60
	C_{AB}	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73
1.20	K_{AB}	4.55	5.16	5.82	6.54	7.32	8.17	9.08	10.07	11.12
	C_{AB}	0.53	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.66	0.68	0.69
1.40	K_{AB}	4.58	5.21	5.91	6.68	7.51	8.41	9.38	10.43	11.57
	C_{AB}	0.53	0.55	0.58	0.60	0.61	0.63	0.64	0.65	0.66
1.60	K_{AB}	4.60	5.26	5.99	6.79	7.66	8.61	9.64	10.75	11.95
	C_{AB}	0.53	0.55	0.57	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64
1.80	K_{AB}	4.62	5.30	6.06	6.89	7.80	8.79	9.87	11.03	12.29
	C_{AB}	0.52	0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	0.61	0.61	0.62
2.00	K_{AB}	4.63	5.34	6.12	6.98	7.92	8.94	10.06	11.27	12.59
	C_{AB}	0.52	0.54	0.56	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60
2.20	K_{AB}	4.65	5.37	6.17	7.05	8.02	9.08	10.24	11.49	12.85
	C_{AB}	0.52	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.59
2.40	K_{AB}	4.66	5.40	6.22	7.12	8.11	9.20	10.39	11.68	13.08
	C_{AB}	0.52	0.53	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58
2.60	K_{AB}	4.67	5.42	6.26	7.18	8.20	9.31	10.53	11.86	13.29
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.56	0.56	0.57	0.57
2.80	K_{AB}	4.68	5.44	6.29	7.23	8.27	9.41	10.66	12.01	13.48
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56
3.00	K_{AB}	4.69	5.46	6.33	7.28	8.34	9.50	10.77	12.15	13.65
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
3.50	K_{AB}	4.71	5.50	6.40	7.39	8.48	9.69	11.01	12.46	12.02
	C_{AB}	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53
4.00	K_{AB}	4.72	5.54	6.45	7.47	8.60	9.84	11.21	12.70	14.32
	C_{AB}	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52
4.50	K_{AB}	4.73	5.56	6.50	7.54	8.69	9.97	11.37	12.89	14.57
	C_{AB}	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51
5.00	K_{AB}	475	5.59	6.54	7.60	8.78	10.07	11.50	13.07	14.77
	C_{AB}	0.51	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49
6.00	K_{AB}	4.76	5.63	6.60	7.69	8.90	10.24	11.72	13.33	15.10
	C_{AB}	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48
7.00	K_{AB}	4.78	5.66	6.65	7.76	9.00	10.37	11.88	13.54	15.34
	C_{AB}	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47
8.00	K_{AB}	4.78	5.68	6.69	7.82	9.07	10.47	12.01	13.70	15.54
	C_{AB}	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.47	0.46
9.00	K_{AB}	4.80	5.71	6.74	7.89	9.18	10.61	12.19	13.93	15.83
	C_{AB}	0.50	0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.46	0.45

ج - د څرخېدنې اجزاء او معادلې پايې (Torsonal Members and Equivalent Columns)

: د (31a.2- شکل) په څېر کله چې د ګاډر او پايې چوکاټ بار شي ، نو دپايې او ګاډر وروستنۍ برخه له اتکاء سره په نښلېدنې کې مساوي څرخېدنه زغمي . که د دواړو اجزاو لپاره د کږېدنې يا انحناء سختي (K = M/θ) مالومه وي ، نو دا ښايي ه ده چې دې دواړو اجزاو لپاره له نښلېدنې محل (joint) سره څرخېدنه او د وروستنۍ برخې مومنټونه محاسبه شي . په همدې ډول د (31b.2- شکل) له مخې کله چې پوښښ تخته بار شي ، نو د پوښښ تختې او پايې وروستنۍ برخه مساوي څرخېدنه زغمي . د (31c.2- شکل) په څېر کله چې هواره پوښښ تخته له پايې سره ونښلې نو دپايې د وروستنۍ برخې څرخېدنه دپايې سره د نښتې (C-D) تسمې د وروستنۍ برخې څرخېدنې سره مساوي رامنځته کېږي . د (A-B) تسمې د (A) سره څرخېدنه د(C) د نقطې د څرخېدنې په پرتله ډېره وي ، دا ځکه چې په دې نقطه کې د څرخېدنې په وړاندې د پوښښ تختې مقاومت او ساتنه لږه ده او د (31d.2- شکل) په څېر د پوښښ تختې څنډې د تاوېدنې له امله اغېزمنې کېږي . چې په پايله کې د پوښښ تختې د څنډې منځنۍ څرخېدنه د پايې د وروستنې برخې له څرخېدنې څخه ډېرېږي .

د پوښښ تختې په تحليل کې د دې اغېزې د محاسبې لپاره پايه د پوښښ - تختې سره د د عمودي يا باالمقابل د (A-C) او (C-A') اجزاوسره نښلېدلې فرضېږي . په تحليل کې د دې اجزاوو په ګډون يوه لاره د معادلې پايې د نظريې کارونه ده، چې د پاسنې او لاندېنې فرشونو يوګونې عنصر له پايو او د نښلېدلې اجزاوو څخه ترکيب مومي لکه په (31d.2- شکل) کې چې ښودل شوي دي .



33.2- شکل : د چوکاټ کړنه او دځندې جز یا عنصر تاوېدنه . (a) د ګاډر او پایې چوکاټ ، (b) دپوښښ تختې او دیوال چوکاټ ، (c) د پوښښ تختې او پایې چوکاټ او (d) د پایې او ځندې پوښښ تخته (665:15) .

دمعادلې ستنې سختي (K_{ec}) د پایو او نښلېدلې څرخېدونکي عنصر د سختیو د ترکیب څخه د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$K_{ec} = \frac{M}{\text{Average torsion of the edge beam}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (25.2)$$

دسختی معکوس (1/k) د نرمی یا کږېدنې وړتیا (flexibility) په نامه یادېږي ، نودمعادلې ستنې نرمي یا کږېدنې وړتیا ($1/K_{ec}$) د نښلېدنې یا پیوند(joint) د ځنډې د ګاډر او د پوښښ تختې د پاتې برخې تر منځ د څرخېدنې د منځنی اندازې سره مساوي کېږي ، کله چې یوواحد مومنټ د پوښښ تختې څخه معادلې پایې ته انتقال

شي(456:13). د څرخېدنې دا منځنۍ اندازه د پايو په وروستنۍ برخه کې (θ_c) او د ګاډر د تاوېدنې منځنۍ اندازې ($\theta_{t.avg}$) مجموعه دواړه دواحد مومنټ لپاره پيداکېږي:

$$\theta_{ec} = \theta_c + \theta_{t.avg} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26.2)$$

د مومنټ د واحد لپاره د(θ_c) قيمت ($1/\Sigma k_c$) دي ، دلته (Σk_c) د پوښښ تختې څخه پاسنۍ او لاندېنۍ پايې د کرښدنې سختۍ نسبت دي ، په همدې توګه د($\theta_{t.avg}$) قيمت د واحد مومنټ لپاره ($1/k_t$) دی ، (k_t) د پيوسته اجزاو دځرخېدنې مومنټ د څرخېدنې سختې ده، د پورتنيو قيمتونو له عوض کېدنې څخه لاندېنۍ رابطه په لاس راځي:

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27.2)$$

که د پيوسته اجزاو دځرخېدنې مومنټ د څرخېدنې سختې له (K_{ec}) څخه کوچنۍ شي ، نو له (Σk_c) به ډېره کوچنۍ شي(596:1).

د څرخېدونکو اجزاو(د څنډې يا اړخ ګاډر) د څرخېدنې د سختۍ را منځته کېدنه په (32.2- شکل) کې ښودل شوې ده.

د (32a.2- شکل) کې معادله پايه له پيوسته يا نښتې څرخېدونکو اجزاو سره چې په هر لوري د نژدې پايې پورې تر نيمايې پورې غځېږي ښودل شوې ده . د څرخونکې قوي واحد ($T = 1$) په معادلې پايې باندې په هر بازو تر نيمايې پورې عمل کوي . نو ځکه پايې ته نژدې د څرخېدونکو اجزاود څرخېدنې سختې لويه وي ، د څنډې يا اړخ ګاډر په في واحد اوږدوالي کې مومنټ (t) په قراردادي توګه لکه د (32b.2- شکل) په څېر فرضېږي.

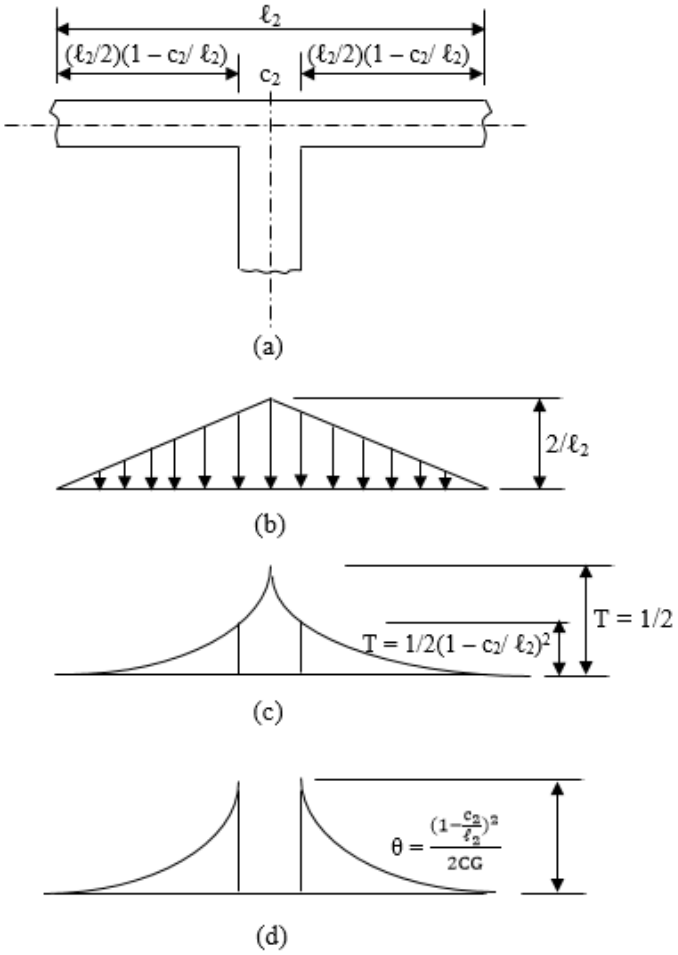
وارده څرخېدنه د (32c.2- شکل) په څېر د تاوېدنې مومنټ دياګرام اوچتوي، دائکه چې په هر بازو نيمه څرخېدنه واردېږي او اعظمي څرخېدنې مومنټ (1/2) وي . د څرخېدونکې جز د اوږدوالي په واحد کې د تاوېدنې زاويه په (32d.2-شکل) کې ښ،دل شوې دی ، چې د ثقل مرکز(CG) د هرې نقطې سره د څرخېدنې ضريب (C) (چې د انرشيا مخالف الجهته مومنټونو په څېر) او د دشخۍ مودول (G) د رامنځته کېدنې له مخې د تاوېدنې مومنټ د وېشنې په واسطه محاسبه کېږي . دپايې اړونده بازو د وروستنۍ

برخې مجموعي تاوښدنه د اوږدوالي د واحدې تاوښدنې او داوږدوالي په واحد کې تاوښدنې زاويې د ډياګرام مساحت سره مساوي کېږي چې په (32d.2- شکل) کې ښودل شوي دي . داځکه چې دا يو پاربوليک ډياګرام دی ، دبازو بيروني وروستنۍ برخې سره د تاوښدنې زاويه ډياګرام د په اوږدو کې د ارتفاع يو پر درې برخهې سره مساوي کېږي چې د لاندنۍ فورمول په واسطه ښودل کېږي : $\theta_{t,end} = \frac{1}{3} \frac{(1-\frac{c_2}{\ell_2})^2}{2CG} \left[\frac{\ell_2}{2}\left(1 - \frac{c_2}{\ell_2}\right)\right]$ د(G) په عوض د (E/2) د وضع کښدنې څخه وروسته په لاس راځي چې :

$$\theta_{t,end} = \frac{\ell_2}{6CE}\left(1 - \frac{c_2}{\ell_2}\right)^3$$

دا د دبازو د وروستنۍ برخې څرخښدنه ده ، چې په (26.2- رابطې) کې د کارښدونکې اړينې څرخښدنې لپاره د بازو منځنۍ څرخښدنه ده ، هغه چې د وروستنۍ برخې څرخښدنې د يو پر درې په اندازه جمع کېږي :

$$\theta_{t,avg} = \frac{\ell_2}{18CE}\left(1 - \frac{c_2}{\ell_2}\right)^3 \quad \ldots\ldots\ldots\



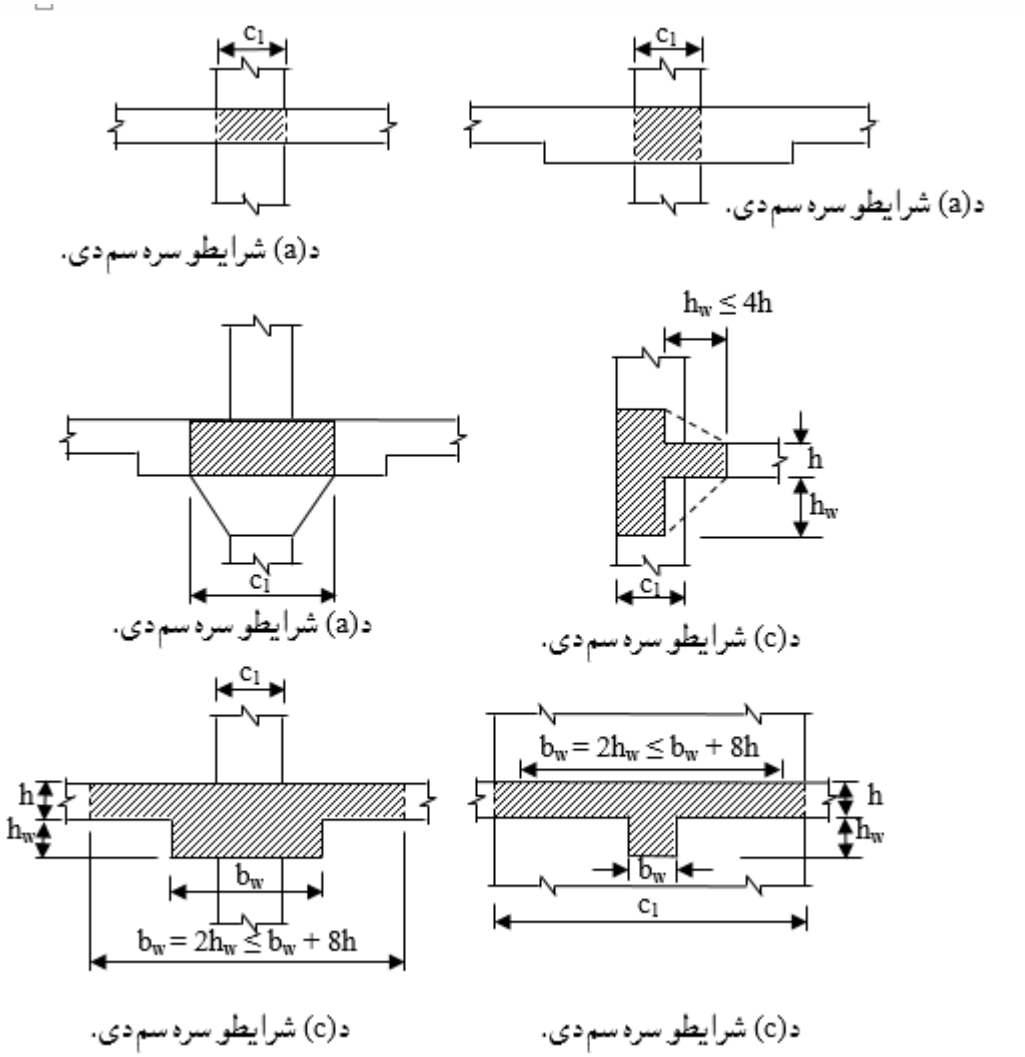
34.2- شکل: د (K_t) محاسبه. (a) پایه او نښتې څرخېدونکې جز ، (b) دپایې مرکز لیکې د اوږدوالي په اوږدوپه واحد کې د څرخېدنې وېشنه ، (c) د څرخېدنې دیاګرام او (d) د اوږدوالي په واحــد کې د زاویې بدلون (127:5).

د (ACI) کود له مخې د دوو بازو ګانود څرخېدنې سختي مساوی کېږي په :

$$K_t = \Sigma \frac{9EC}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3} \quad \text{.....(29.2)}$$

دلته (ℓ_2) دپایې یا ستنې دهر لوري متقابلې وایو اوږدوالی ته نسبت ورکول کېږي ، د کنج وایې یا ستنې لپاره په مجموعه کې یوارزې یومقدارکاربږي .

د څرخېدونکي جز عرضاني مقطع د (ACI) کود د (33.2- شکل) په څېرتعريف شوي.



35.2- شکل: څرخېدونکي اجزاء (668:15).

په پورتنۍ رابطه کې د (C) ضريب يا ثابت فورمول په واسطه پيداکېږي:

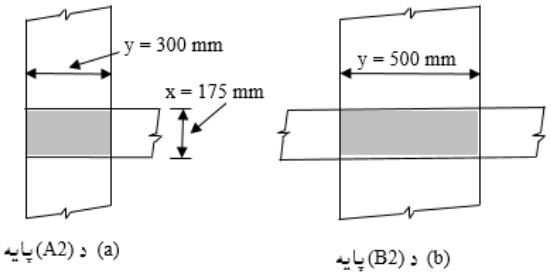
$$C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\,\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (30.2)$$

پورتنۍ رابطه کې (x) او (y) په ترتيب سره د مستطيل لنډ او اوږد لوری دی. کله چې د پايو په دننه کې ګاډر د (ℓ_1) لوري (لکه په 31.2- شکل کې د C-D په اوږدو کې

ګاډر، چوکاټونو سره موازي وي ، د بيروني منفي مومنټ ډېره د نښتې څرخېدونکي جز له ګـــډون څخه برخه مستقيماً پايې ته انتقالېږي . په داسې حالت کې (K_{ec}) د پايې سختې له واقعي قيمت څخه لږ ه اټکلېږي ، نو له دې امله دتجربو له مخې (K_t) د انرشيا مومنټونوپه نسبت (I_{sb}/I_s) کې ضربېږي ، دلـــته (I_{sb}) د پوښښ تختې او ګاډر يو ځايې انرشيا مومنټ دی او (I_s) بې د ګاډر لـــه تنې څخـــه دپوښښ تختې د انـــرشيا مومنټ دی. د چوکاټ د تحليل لپاره د مومنټ وېشنې په تحليل کې چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر د (K_s) سختۍ په لرلو او معادله پايې د (K_{ec}) سختۍ په لرلو سره په پام کې نيول کېږي (182:2).

10.2- مثال : په (6.2- مثال) شکل کې د ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې ضخامت يې (175 mm) دی ، د (300 mm x 300 mm) ابعادولرونکې پايې سره نښتې دي . داخلي پايې د (500 mm) په ابعادوسره د (2) ليکې پايو سره موازي واقع دي. د يوپوړ څخه تر بله پوړه پورې ارتفاع (2.65 m) ده ، پوښښ تختې او پايو کې د ($f'_c = 28$ MPa) فشاري مقاومت لرونکې کانکرېټ کارېدلې وي، د (2) ليکې د پوښښ تختې د تسمې او (B_2) پايـــو تـــر منځ ددا خلي نښلـــېدنې لـــپاره د (K_t) ، (ΣK_c) او (K_{ec}) ضريبـــونه په لاس راوړئ ؟

1- د څرخېدونکو اجزاو د عرضاني مقطع پېژندنه : د (ACI) کود د (13.7.5.1) برخې سره سم ، د د داخلي پايې سره د نښلېدلي څرخېدونکې جز د (33.2- شکل) د (a) شرط پورې تړلې ده ، لکه د (34b.2-شکل) په څېر ($x = 175$ mm) او ($y = 500$ mm) دي .



د (8.2- مثال) لپاره سره نښتې څرخېدونکې اجزاء .

2- د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3}\right] = \left(1 - 0.63x\frac{175}{500}\right)\frac{(175)^3 x\ 500}{3} = 696{,}718{,}750\ mm^4$$

3- د (K_t) ضریب په لاندې ډول پیدا کوو:

$$K_t = \Sigma \frac{9E_{cs}C}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3}$$

دلته مجموعه د(2) لیکي څخه اخوا د ګاډر او (ℓ_2) د (2) لیکي په هر لوري ګاډرونود(ℓ_2) اوږدوالي په ټرلی دی ، دا ځکه چې دواړه ګاډرونه سره یو شانته دي ، نو

(K_t) مساوي کېږي په : $K_t = 2\left[\frac{9E_{cs}x\ 696.72\ x\ 10^6}{4725\ x\ (1-\frac{300}{4725})^3}\right] = 1.616\ x\ 10^6 E_{cs}$

4- د پایو لپاره د (ΣKc) پیداکوو: د پوښښ تختې د فرش له مرکز څخه تر مرکزه پورې ارتفاع (2,650 mm)ده. د پایې په اوږدو کې د سختۍ وښنه د (30a.2- شکل) ته ورته ده پایه د خپل قوي محور په لوري کږېږي ، نو له دې امله :

$$I_c = 300\ x\ \frac{(500)^3}{12} = 3{,}125\ x\ 10^6\ mm^4.$$

د دې پایو بشپړه ارتفاع (ℓ_c = 2,650 mm) لپاره خالصه یا نه تکیه شوې ارتفاع (ℓ_u=2,475 mm)ده او همداراز (ℓ_c/ℓ_u = 1.071) او(t_a/t_b = 1.0) ورکړل شوې دی ، نو:

$$K_c = \frac{4.76EI_c}{\ell_c}$$

او د بار د زغم یا وړلو ضریب یې (0.55) ځکه قبلېږي چې دلته دوه پایې (یوه د فرش له پاسه او بله لاندې ده) ، چې د هرې یوې سختې په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$\Sigma K_c = 2\left[\frac{4.76E_c x\ 3{,}125\ x\ 10^6}{2{,}650}\right] = 5.613\ x\ 10^6 E_c$$

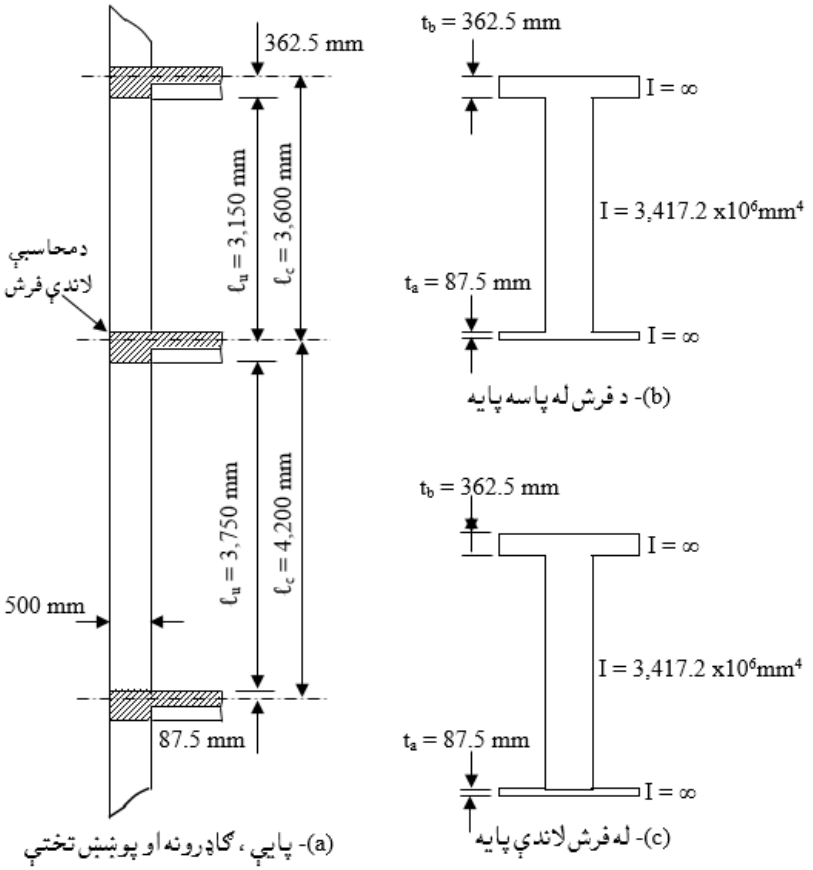
5- دمعادلې پایې سختي (K_{ec}) پیداکوو: د داخلي نښتو پایو لپاره معادله سختي د لاندې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} = \frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{5.613\ x\ 10^6 E_c} + \frac{1}{1.616\ x\ 10^6 E_{cs}}$$

داچې ($E_{cc} = E_{cs} = E_c$) کېږي ، نو($K_{ec} = 1.255x\ 10^6 E_c$) کېږي .

یادونه د (K_{ec}) قیمت د (ΣK_c) د قیمت نژدې (22 %) سلنه جوړوي ، نو دا د هواره پوښښ تختو په فرش سیستم په اغیزمنه سختۍ کې ډېرکمښت درامنځته کېدنې څرګندونه کوي .

11.2- مثال : په (7.2- مثال)شکل کې د ښودل شوې له ګاډرونو سره د پوښښ تختې په (450mm) مربعې ابعادو لرونکو پایو له پاسه تکیه شوې دي . چې د لاندېنې شکل له مخې د پایې ارتفاع له فرش څخه پورته (3.60 m) او له فرش څخه ښکته (4.20 m) ښودل شوې ده. د ټولو ګاډرونو ابعاد (450mm x 450 mm) ، د پوښښ تختې او د ګاډرونو لپاره (f'_c = 25 MPa) او د پایو لپاره (f'_c = 28 MPa) په پام کې نیول شوې دي . نو په (9.2- مثال) کې د ښودل شویو مقطعو کې د بیروني وایې د عمودي قطعې له مخې د (B) لیکې په اوږدوکې د پوښښ تختې د تسمې او (B_1) پایو تر منځ دداخلي ننښلېدنې لپاره د (K_{ec}) ضریب په لاس راوړئ ؟



حل :

1- د څرخېدونکو اجزاو د عرضاني مقطع پېژندنه: د (ACI) کود د (13.7.5.1) برخې سره سم ، د بيروني څنډې پايې عرضي مقطع سره څرخېدونکې جز د (34a.2- شکل) کې ښودل شوې ده.

2- د (C) قيمت د پيداکولولپاره ، د (34b.2- شکل) په څېر د (C) د غټېدنې لپاره د څرخېدونکې جز په مستطيلونو وېشو ، نو په لاس راوړو چې:

$$C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3}\right]$$

$$C = \left(1 - 0.63\frac{450}{450}\right)\frac{(450)^3 x\ 450}{3} + \left(1 - 0.63\frac{175}{275}\right)\frac{(175)^3 x\ 275}{3}$$

$$C = 5{,}351{,}756{,}510\ mm^4$$

3- د (K_t) ضريب په لاندې ډول پيداکوو:

$$K_t = \Sigma \frac{9E_{cs}C}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3}$$

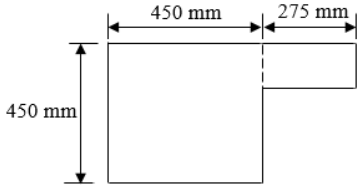
د ($A_1 - B_1$) وايې لپاره ($\ell_2 = 5{,}675\ mm$) د ($B_1 - C_1$) وايې لپاره ($\ell_2 = 7{,}200\ mm$)، نو (K_t) مساوي کېږي په :

$$K_t = \frac{9E_{cs}x\ 5{,}351.76\ x\ 10^6}{5{,}675\ x\ (1-\frac{450}{5{,}675})^3} + \frac{9E_{cs}x\ 5{,}351.76\ x\ 10^6}{7{,}200\ x\ (1-\frac{450}{7{,}200})^3} = 18.993\ x\ 10^6 E_{cs}$$

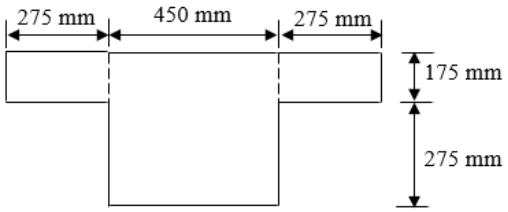
دا ځکه چې د هغې وايې لپاره چې مومنټونه يې پيداکېږي او دګاډر سره يې د موازي وايه ولري، نو د (K_t) يې په (10.2- مثال) کې د (A-A) مقطع په څېر د ګاډر په ګډون د پوښښ تختې د مقطع د انرشيا مومنټونو په نسبت (I_{sb}/I_s)کې ضربېږي، چې ($I_{sb}=9.3x10^9 mm^4$) او :

$$I_s = \frac{6{,}438\ x\ (175)^3}{12} = 2.9\ x\ 10^9\ mm^4.$$

نو په پايله کې ($I_{sb}/I_s = 9.3/2.9 = 3.207$) او ($K_t = 3.207\ x\ 18.99\ x\ 10^6 = 60.909x10^6$) کېږي. د ($B_1$) سره د څرخېدونکې جز مقطع په لاندې ډول ده :



د (B_2) سره د څرخېدونکې جز مقطع په لاندې ډول ده :



4- د (B_1) سره د اړخ پایو لپاره (ΣKc) پیدا کوو: په پورتنې شکل کې د (B_1) سره پایې د پوښښ تختې ښودل شوې دي، چې په دې شکل کې د فرش له پاسه د پایې په اوږدو کې د مومنټ وېشنه هم ښودل شوې ده او همدارازد (C) قیمت لرو ، نو:

$$I_c = 450 \times \frac{(450)^3}{12} = 3.42 \times 10^9 \text{ mm}^4.$$

د لاندېنۍ پایې لپاره (ℓ_c = 4,200 mm) ، (ℓ_u = 3,750 mm)ده ،نو (ℓ_c/ℓ_u = 1.20) او(t_a/t_b = 362.5/87.5 = 4.143) کېږي ، نو له جدول څخه :

$$K_{c,\,lower} = \frac{5.73EI_c}{\ell_c} = \frac{5.73 \times 3.42 \times 10^9 E_{cc}}{4{,}200} = 4.666 \times 10^6\ E_{cc}$$

د پاسنۍ پایې لپاره (ℓ_c = 3,600 mm) ، (ℓ_u = 3,150 mm)ده ،نو (ℓ_c/ℓ_u = 1.14) ، (t_a=87.5 mm) ، (t_b = 362.5 mm) ، نو(t_a/t_b = 87.5/362.5 = 0.241) کېږي ، نو له جدول څخه :

$$K_{c,\,upper} = \frac{4.93EI_c}{\ell_c} = \frac{4.93 \times 3.42 \times 10^9 E_{cc}}{3{,}600} = 4.684 \times 10^6\ E_{cc}$$

نو (ΣK_c) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\Sigma K_c = K_{c,\,lower} + K_{c,\,upper} = 4.666 \times 10^6\ E_{cc} + 4.684 \times 10^6\ E_{cc} = 9.35 \times 10^6\ E_{cc}$$

5- دمعادلې پایې سختي (K_{ec}) پیدا کوو:

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} = \frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{9.35 \times 10^6 E_c} + \frac{1}{18.993 \times 10^6 E_{cs}}$$

دلته :

$$E_{cc} = 4{,}700 \times \sqrt{28} = 0.025 \times 10^6 \text{ MPa}$$

$$E_{cs} = 4{,}700 \times \sqrt{25} = 0.024 \times 10^6 \text{ MPa}$$

په پایله کې ، ($E_{cc} = 1.042E_{cs}$) او ($K_{ec} = 6.25 \times 10^6 E_{cs}$) په لاس راځي .

2.11.2- د ساختماني تحليل لپاره د ژوندیو بارونو ترتیبول

(Arrangement of Live Loads for Structural Analysis)

د دوه لوریزه پوښښ تختې لپاره دبارېدنې حالت د (ACI) کود په (13.7.6) برخه کې ځانګړي او مشخص شوي دي . کله چې بې له ضریبه ژوندی بار د بې له ضریبې شوې مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېر نه شي ، نو په دې حالت کې دبارېدنې حالت ته پاملرنه اړینه نه بریښي او یوازې د ټولو وایو لپاره بشپړه ضریبي شوې ژوندي او مړه بارونه تحلیلېږي . دا دهغه فرضیې بنسټ دی چې د بارېدنې د حالت له امله دژوندي بار د مومنټونه د یو شانته ژوندي بار په پرتله ډېرېږي، خو د یو شانته ژوندي بارونه د مړوبارونو د مومنټونو د ډېرښت سره لږ توپیر لري . دا د دې ښکارندوینه کوي چې د پوښښ تخته د مومنټ په بیا وېشنه کې په کافي اندازه په کرېدنه یا انحناء کې انعطاف مننونکی دی .

کله چې بې له ضریبه ژوندی بار د بې له ضریبې شوې مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېر شي، نو د دې حالت لپاره د (ACI) کود په (13.7.6.3) برخه کې دبار د بارېدنې حالت په هکله داسې څرګندونې شوې دي :

1- د مثبت اعظمي مومنټ لپاره ، په ټولو وایو کې د مړبار جمع (0.75) ځلې ژوندی بار د محاسبې لاندې پنیل او یو تر منځ پنیلونو کې په پام کې نیول کېږي .

2- دداخلي اتکاء د منفي اعظمي مومنټ لپاره په ټولو وایو کې د پنیلونوضریبي شوې مړ بار جمع د دوه مجاورو پنیلونو بشپړه ضریبي شوې ژوندي بار (0.75) ځلې په پام کې نیول کېږي . خو نهایې محاسبوي مومنټونه باید په ټولو پنیلونو کې د بشپړه ضریبي شوی مړ او ژوندي بارونوله مومنټونو څخه لږ نه شي .

3.11.2- د اتکاګانو د اړخ سره مومنټونه

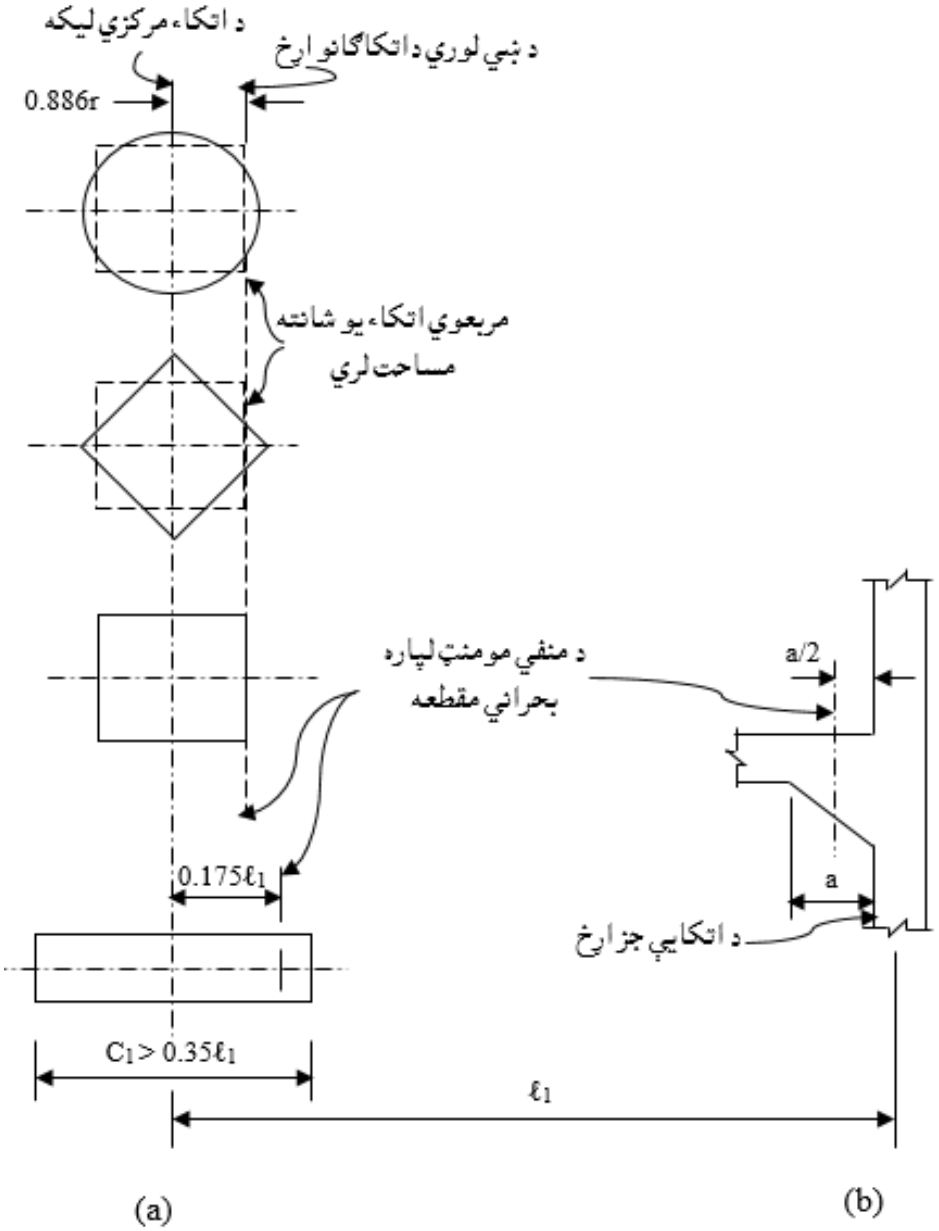
(Moments at the Face of Supports)

د معادل چوکاټ د تحلیل په پایله کې په غوټو کې مومنټونه حاصلېږي ، نو د (ACI) کود په یوه مسیر کې اتکاګانود اړخونو سره د مومنټون لپاره د پوښښ تختې په

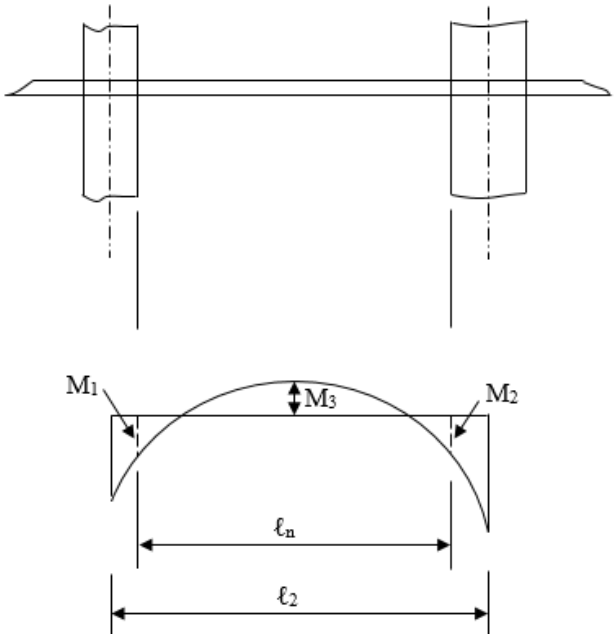
محاسبه او طرحه کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه تجویزوي . د منفي مومنټونو لپاره بحراني مقطع په (34.2- شکل) کې ښودل شوې دي . کله چې پایې یا ستنې د اتکاء له اړخه له ($0.175\ell_1$) له اندازې څخه ډېره وغځېږي، نو ښایي دمومنټونو قیمت د ننښلېدنې (Joint) څخه تر ($0.175\ell_1$) غځېدنې پورې راکمېږي . دا محدودیت ځکه اړین دی ، چې دډېرو اړدواو نریو پایو لپاره په ننښلېدنې (Joint) کې د پوښښ تختې - ګاډر سختي په پام کې نیونه په جدي توګه د تطبیق وړ نه ده .

که د پوښښ تختې په محاسبه کې د مستقیمې محاسبوي طرېقې د غوښتنو سره سمه وي ، نو په هغه حالت کې د (ACI) کود تجویزوي چې په پنیل کې مجموعي محاسبوي مومنټونه د مثبت او د منفي مومنټونو د منځني مطلقه قیمت د مجموعې تر بریده راکم شي په دې شرط چې د ستاتیکي مومنټ (M_o) څخه ډېر نه شي . د دې حالت د وضاحت لپاره د (M_1) ، (M_2) او (M_3) مومنټونه په (35.2- شکل) کې ښودل شوي دي(457,458:13) .

$$\left(\frac{M_1+M_2}{2} + M_3\right) \leq M_o.$$



36.2- شکل: د منفي مومنټ لپاره بحراني مقطع. (a) د پایو او دیوالونو سره داخلي او بیروني اتکاګانې ، (b) د براکټ یا کوربل سره بیروني اتکاګانې (600:1).



37.2- شکل: په پوښښ تختې – ګاډر کې منفي او مثبت مومنټونه. (674:15).

4.11.2- د پایو په تسمو، منځنیو تسمو او ګاډرونوکې د مومنټونو وېشنه

(Distribution of Moments to Column Strips, Middle Strips and Beams)

کله چې منفي او مثبت مومنټونه پیدا شو، نو د هر معادل چوکاټ لپاره دا مومنټونه کټ مټ د مستقیمې محاسبوي طرېقې په څېر د (ACI) کود د غوښتنې له مخې وېشل کېږي. په ټولـو لـورو د پایو تر منځ دګاډر لرونکو پنیلونه لپاره د (ACI) کود د (13.6.4) او (13.6.6) بـرخو د غــوښتنې سره د پایو او منځنی تسموکې د مومنټونو وېشنه د ($0.2 \leq \frac{a_1\ell_1^2}{a_2\ell_2^2} \leq 5.0$) په پام کې نیولو سره تر سره کېږي ، خو که د دې بریده بیرون و ، نو یولوریزه عمل تر لاسه کېږي او د محاسبې د نورو طرېقو څخه ګټه واخېستل شي.

12.2- مثال : په (8.2- مثال)شکل کې د ښودل شوې بې له څنډې هواره پوښښ تختې د معادل چوکاټ په طرېقه تحلیل کړئ ، که د پوښښ تختې او پایو لپاره (f'_c=28MPa) په پام کې نیول شوې وي . همدارازد پورونو تر منځ ارتفاع (5.25 m) وي ، په داسې حال کې چې فرش خپل جمع (1.2 KN/m^2) مړ او (2.0 KN/m^2) ژوندی بار متحمل کېږي .

دا هماغه پوښښ تخته ده چې په (6.2) او (7.2) مثالونو کې تحلیل شوې دي ، خو دلته یوازې د تحلیل پرخه توپیر لري .

1- د تحلیل طرېقې غوراوی: سره له دې چې د پوښښ تخته د مستقیمې محاسبوي طرېقې ټولې غوښتنې بشپړې کړې دي ، خو د مومنټونو د تحلیل لپاره بیا هم دمعادل چوکاټ طرېقه کاروو.

2- د پوښښ تختې د ضخامت ټاکنه: د پوښښ تختې ضخامت د (1.2- جدول) او همدارازد عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت د کنترول له مخې (175 mm) قبول شوې دی، خو په راتلونکي (13.2-مثال) کې تر (190 mm) پورې ډېرېږي.

3- د (2) لیکې په اوږدو د پایې په معادل چوکاټ کې د مومنټونو پیداکول: د (2) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې تسمه دپایو (A_2) ، (B_2) ، (C_2) او (D_2) تر منځ وایو کې سخت (غیرمتحرک) چوکاټ په څېر کارکوي. د تحلیل د موخې لپاره له پوښښ تختې څخه پاسنۍ او لاندېنۍ پایې په وروستۍ کې سختې فرضېږي .

(a)- د (8.2- مثال) څخه د (A_2–B_2) وایې لپاره د پوښښ تختې- ګاډرونو د مومنټ - وښنې ضریبونه په لاندې ډول پیداکېږي:

$$K_{B2\text{-}C2} = \frac{4.11EI_1}{\ell_1} = \frac{4.11E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{5{,}325} = 1.63 \text{ x } 10^6 E_c.$$

$COF_{A2\text{-}B2} = 0.508$

Fixed end moments = $0.084w\ell_2\ell_1^2$

د(B_2-C_2) وایې لپاره :

$$K_{B2\text{-}C2} = \frac{4.10EI_1}{\ell_1} = \frac{4.10E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{7{,}200} = 1.203 \text{ x } 10^6 E_c.$$

$COF_{A2\text{-}B2} = 0.507$

Fixed end moments = $0.084w\ell_2\ell_1^2$

د (C_2-D_2) وایې لپاره کټ مټ د (A_2–B_2) وایې په څېر تر سره کېږي :

$K_{C2\text{-}D2} = \frac{4.11EI_1}{\ell_1} = \frac{4.11E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{5{,}325} = 1.63 \text{ x } 10^6 E_c.$

$COF_{C2\text{-}D2} = 0.508$

Fixed end moments = $0.084w\ell_2\ell_1^2$

(b)- د معادلو پایو لپاره د مومنټ - وېشنه په لاندې ډول محاسبه (8.2- مثال په څېر) کېږي:

Column A_2: $K_{ec} = 79.9E_c$, COF = 0.55

Column B_2: $K_{ec} = 161E_c$, COF = 0.55

(c)- د وېشنې فکتورونه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$DF_{A2\text{-}B2} = \frac{K_{A2-B2}}{K_{A2-B2}+K_{ecA2}} = \frac{104E_c}{104E_c+79.9E_c} = 0.566$

$DF_{\text{column A2}} = 0.434$

په همدې ډول کولی شو چې د (B_2) په غوټه کې د درې واړه یو ځای شویو اجزاو لپاره د وېشنې فکتورونه محاسبه کړو. نهایې وېشونکي فکتورونه او وړونکي یا زغمونکي فکتورونه په لاندې شکل کې ښودل شوي دي .

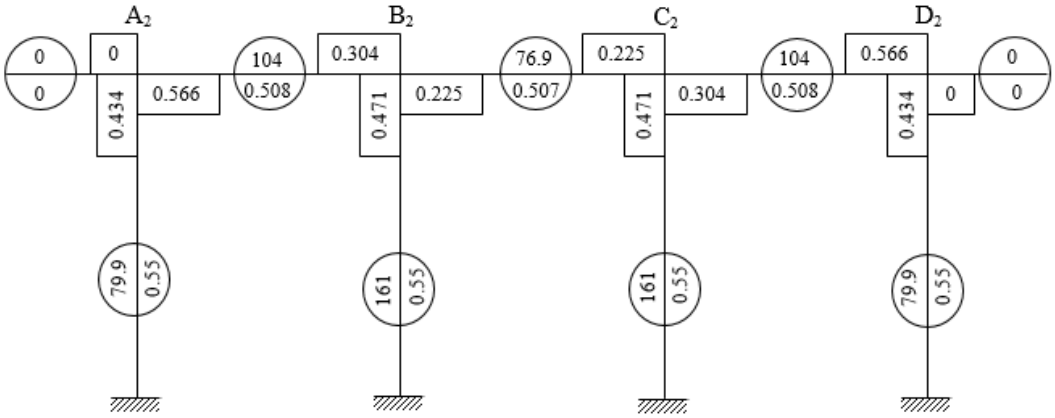
(d)- د باربدنې د حالت غوراوی او په سخته اتکا (Fixed end) کې دمومنټونو پیداکېدل: داچې ($w_L = 2.0$ KN/m^2) د ($w_D = 1.2$ KN/m^2) څخه د درې ځلې څخه تر څلور ځلې پورې لږ دی ، یوازې په هر پنیل باندې دیوشانته وېشلي ژوندی بار په اړه اړینه ده چې د (ACI) د (13.7.6.2) برخې له مخې په پام کې نیول کېږي. داځکه چې د هر پنیل اغېزمنه مساحت له (37.16 m^2) څخه لږ دی ، نو د ژوندي بار کمېدنه نه تر سره کېږي ، نو لرو چې :

$w_u = 1.2\ (0.175 \text{ x } 24 + 1.2) + 1.6 \text{ x } (2.0) = 9.68$ KN/m^2.

د پوښښ تختې - ګاډرونو لپاره ($\ell_2 = 4.725$ m) دی .

د (A_2-B_2) وایې لپاره :

$M = 0.084w\ell_2\ell_1^2 = 0.084 \text{ x } 9.68 \text{ x } 4.725 \text{ x } (5.325)^2 = 108.942$ KN. M



د (B_2-C_2) وايې لپاره :

$M = 0.084w\ell_2\ell_1^2 = 0.084 \times 9.68 \times 4.725 \times (6.0)^2 = 138.312$ KN. m

د (A_2) ليکې څخه بيرون د پوښښ تختې وزن او د ديوال بار (4.4 KN/m) فرضېږي ، د (A_2) غوټې سره دکوچنی کانټيليور مومنټ لامل کېږي . داسې فرضېږي چې د پايې له مرکز څخه دپايې له اړخ يا (200 mm) څخه بيرون ديوال بار په (50 mm) عمل کوي .

د (C_2-D_2) وايې لپاره :

$M = 0.084w\ell_2\ell_1^2 = 0.084 \times 9.68 \times 4.725 \times (5.325)^2 = 108.942$ KN. m

(e)- د مومنټ وېشنې د تحليل تر سره کول : د مومنټو وېشنې تر سره کېدنه په لاندې جدول کې تر سره کېږي . د مومنټونو دپيداکولو څخه وروسته د مومنټونو او عرضي قوو دياګرامونه ترسيمېږي .

(f)- د اتکاګانو په اړخ کې د مومنټونو محاسبه کول: د اتکاګانو په اړخ کې مومنټونه د جز په اخر کې مومنټونو څخه د په شکل کې د ښودل شوې خط خط شوې مساحت د کمېدنې په واسطه پيداکېږي.

(g)- تر (M_o) پورې د مومنټونو کمېدنه: د پوښښ تختې لپاره د مستقيمې محاسبوي طريقې په کارېدنې کې محدودېږي ، نو د پايو د اړخونو د مومنټونومجموعه کېدای شي تر (M_o) پورې راکم شي.

د (A2 – B2) وايې لپاره :

$$\text{Total moment} \approx \frac{24.+80.6}{2} + 55.1 = 108 \text{ kip-ft.} = 146.016 \text{ KN. m}$$

$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$ = 106 kip-ft.= 143.312 KN. m

داچې پایله سره ډېره نژدې ده ، نو کوم تعدیل په پام کې نه نیول کېږي .

د (B2 – C2) وایې لپاره :

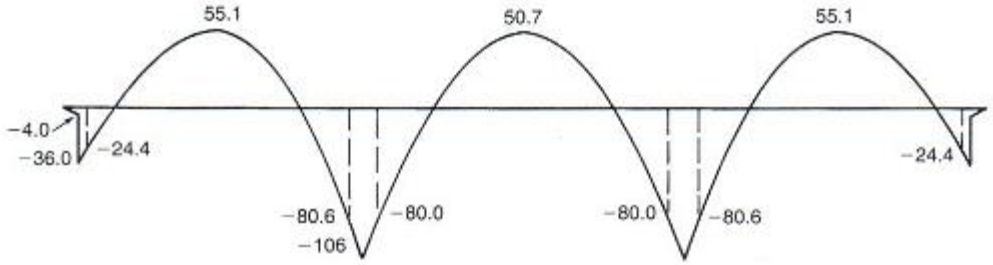
Total moment ≈ 80.0 + 50.7 = 131 kip-ft = 177.112 KN. m

$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$ = 132 kip-ft = 178.464 KN. m

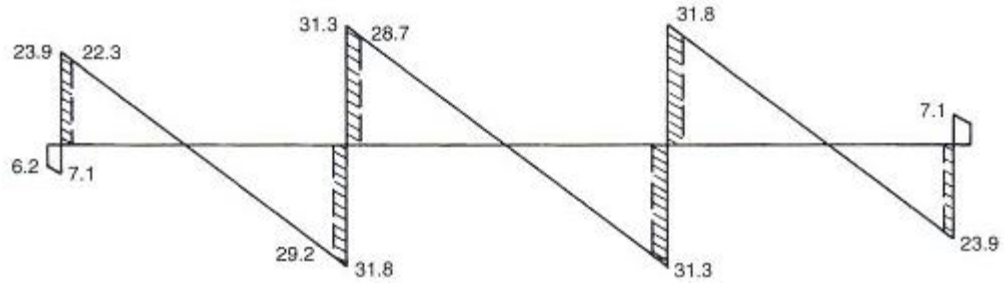
بیا هم کوم تعدیل ته اړتیا نه لیدل کېږي ، نو په دې مثال کې کمښدنه ځکه نه رامنځته کېږي ، چې یوازې د یوه بار حالت او په ټولوایه کې مړ او ژوندی ضریبي شوې بارونه په پام کې نیول کېږي . که ژوندی بار د مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېرښدلو ، نو په دغه حالت کې اړینه وه چې د (ACI) کود د (13.7.6) برخې د غوښتنې له مخې د بارونو اضافي حالتونه او د مومنټ په قیمتونو کې کمښت ته پاملرنه شوې وای .

د (12.2- مثال) لپاره د مومنټونو وېشنه (Moment distribution) .

غوټې او اجزاء	A2		B2			C2		D2				
			COF = 0.508			COF = 0.507		COF = 0.508				
	0	0.434	0.566	0.304	0.471	0.225	0.225	0.471	0.304	0.566	0.434	0
	Cant.	Col.	Slab	Slab	Col.	Slab	Slab	Col.	Slab	Slab	Col.	Cant.
FEM	- 4.0	0	+ 82.9	- 82.9	0	+ 105	- 105	0	+ 82.9	- 82.9	0	+ 4.0
B1		- 36.0	- 46.9	- 6.7	- 10.4	- 5.0	+ 5.0	+ 10.4	+ 6.7	+ 46.9	+ 36.0	
C1			- 3.4	- 23.8		+ 2.5	- 2.5		+ 23.8	+ 3.4		
B2		+ 1.5	+ 1.9	+ 6.5	+ 0.10	+ 4.8	- 4.8	- 0.10	- 6.5	- 1.9	- 1.5	
C2			+ 3.3	+ 1.0		- 2.4	+ 2.4		- 1.0	- 3.3		
B3		- 1.4	- 1.9	+ 0.4	+ 0.7	+- 0.3	- 0.3	- 0.7	- 0.4	+ 1.9	+ 1.4	
C3			+ 0.2	- 0.9		- 0.2	+ 0.2		+ 0.9	- 0.2		
B4		- 0.1	- 1.0	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.2	- 0.2	- 0.5	- 0.3	+ 1.0	+ 0.1	
Sum	- 4.0	- 36.0	+ 36.0	- 106	+ 0.80	+ 105	- 105	- 0.80	+ 106	- 36.0	+ 36.0	+ 4.0
Sum at joint		0			0			0			0	



د کږېدنې مومنټ دیاګرام



د عرضاني قوو دیاګرام

(h)- د پایې د مومنټونو محاسبه کول: د (A2)سره پایه ته مجموعي .(36.0 kips ft) مومنټ انتقالېږي. دا مومنټ د دوو پایو تر منځ د هغوې د سختې د نسبت (K_c) له مخې وېشل کېږي او دا چې پاسنۍ او لاندېنۍ پایې یو شانته سختي لري ، نو نیمایې هرې یوې پایې ته ورکول کېږي . د باربدنې له اغېزې (B2) سره ډېر لږ مومنټ پایو ته انتقالېږي . په دې طریقې سره دمحاسبې لاس ته راغلې پایله د مستقیمې محاسبوي طریقې په واسطه د پیداشویو مومنټونو سره له پرتلنې څخه وروسته مومنټونه د پایې او منځنیو محاسبو تسمو وېشل کېږي او سیخان د کږېدنې یا انحناء په وړاندې محاسبې په واسطه حاصلېږي او په پایله کې د دوه لوریزه پوښښ تختې محاسبه بشپړېږي .

5.11.2- د معادل چوکاټ د تحلیل لپاره د کمپوټر کارېدنه

(Use of Computer for an Equivalent – Frame Analysis)

د کلاسیک معادل چوکاټ محاسبوي طرېقه د لاس په واسطه د مومنټونو د وېشنې ساختماني تحلیل تر سره کېدنه وه ،چې په هغې کې د وروستنۍ سختې اتکاء مومنټونه ، دسختې او د معادلې پایې دسختۍ د پیداکولو لپاره له جدولونو څخه ګټه اخېستل کېدله. که د سختۍ طرېقې پربنسټ د ستنړد چوکاټ تحلیل سافټویر (software) وکارېږي ، نو د څرخېدونکو اجزاو او د معادلې پایې سختې محصله د کلاسیک معادل چوکاټ په څېر پیداکېږي ، چې دپوښښ تختې - ګاډر یا د پایې د اجزاو سختي یو له بله سره یوځای کېږي . په ټوله کې څېړنې ښیې چې د پوښښ تختې - ګاډر جز د سختۍ د سمون لپاره د اغېزمن پوښښ تختې عرض پیداکېږي ، تر څو چې په ځانګړې توګه د ننبلېدنې په ځای کې د جز سختي راکمه شي . د ثقلي بارېدنې (gravity loading) لپاره د چوکاټ د تحلیل پایله د پوښښ تختې - ګاډر داجزاو سمون حاصلوي ، خو باید د کلاسیک معادل چوکاټ له طرېقې سره توافق ولري .

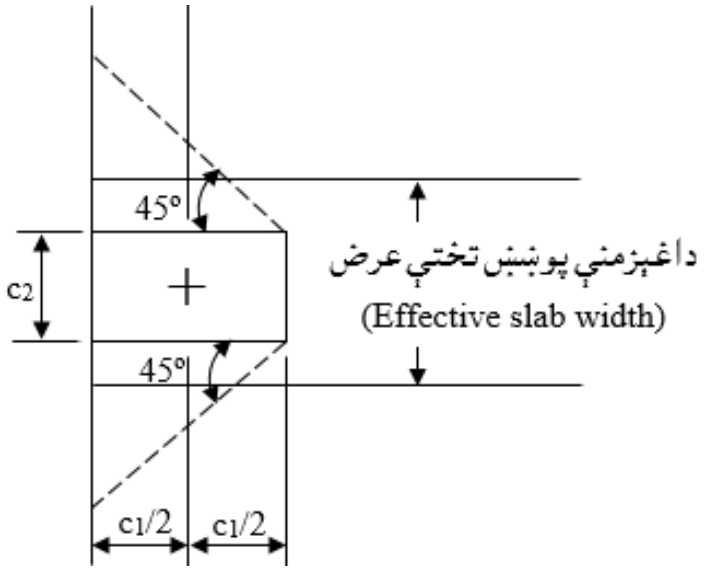
د اغېزمن پوښښ تختې د عرض د موډل د پیداکېدنې لپاره ډېرې څېړنې تر سره شوې دي ، خو هغه یې بهتره ده چې ثقلي او افقي بارېدنې لاندې په پوښښ تختې - پایې کې د مومنټونو او عرضاني قوو د ارزونې لپاره دستنړد چوکاټ د تحلیل په پروګرام کې د معادل ګاډر سختي تعریف کړي . پیکنولډ (Pecknold) ، ډاروال (Darvall) او الین (Allen) د کلاسیک تختې تیوري (classic plate theory) او داجزاو د محدودیت تحلیل (finite-element analysis) د کارېدنې پر مټ د اغېزمنې پوښښ تختې عرض تعریف او پیداکړ. همداراز په دې نژدې وختونو کې د لیو (Luo) ، ډیوراني (Durrani)،هانګ (Hwang)، مویهل (Moehle) ، ډوویچ (Dovich) او ویټ (Wight) په واسطه د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض او سختۍ موډل پر بنسټ د اوسپنیزوکانکرېټې پوښښ تختو لپاره تجربوي پایلې تر لاسه شوې دي . هیویسټ (Huest) او ویټ (Wight) د وروستني کش شویو (post – tensioned) پوښښ تختو

لپاره ددغو اغېزمنې پوښښ تختې عرض او سختۍ د سمون موډل د وروستنې کش شوې (post – tensioned) پوښښ تختې- پایې چوکاټ په سیستم کې د ویجاړېدنې یا تخریب کتنې پربنسټ چې د زلزلې څخه وروسته رامنځته کېږیوړاندېزکړ . د معادلې پوښښ تختې او د کږېدنې یا انحنایې سختۍ لپاره د ساده موډل قاعده په لاندې ډول تشریح کېږي :

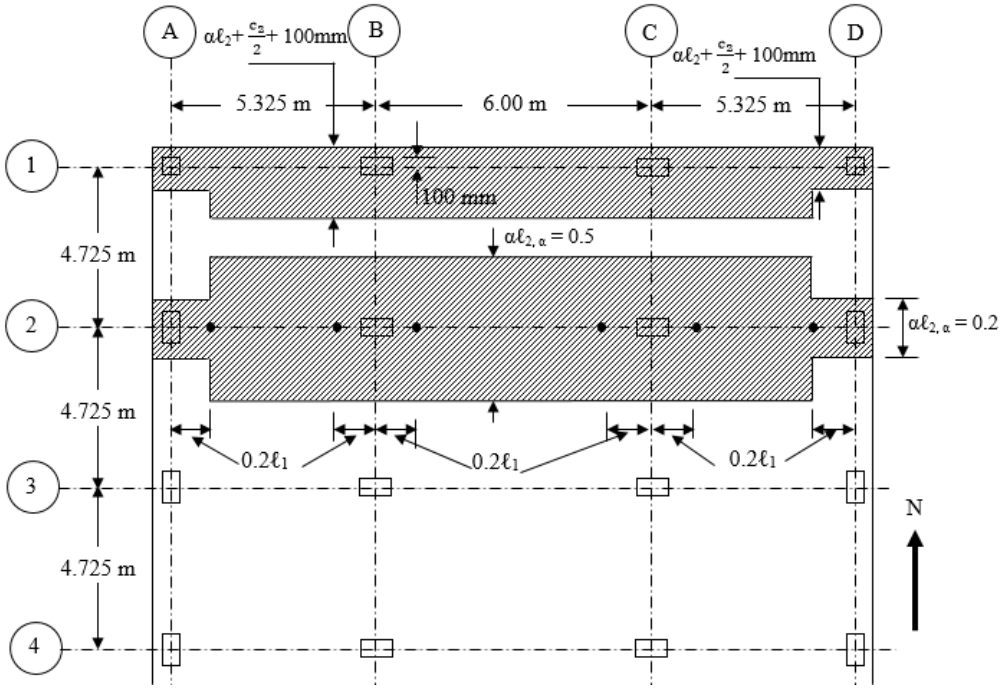
په لومړي قدم کې د ودانۍ د پوښښ تختې - پایې د چوکاټ د تحلیل د موډل لپاره د اغېزمن پوښښ تختې عرض چې په مجموعي عرض (ℓ_2) کې د (α) برخّ تشکیلوي ، لکه د (9.2-مثال) او (10.2- مثال) په پلانونو کې چې ښودل شوی دی . د څېړنو له مخې د (α) لپاره ببلا ببل قیمتونه وړاندېز شوې دي ، خو د ټولو مثبتو انحنایې ساحو او داخلي اتکاګانوسره په منفي انحنایې ساحو کې ($\alpha = 0.5$) قبلېږي . خو د بیروني یا خارجي اتکاګانو په منفي انحنایې ساحو کې د اغېزمنې پوښښ تختې عرض په څنډې کې دپوښښ تختې د څرخېدنې د سختۍ تابع دی . که په څنډو کې ګاډر نه وي ، نو($\alpha = 0.2$) قبلېږي او که په څنډوکې ګاډر وي او د (β_1) د څرخېدنې سختي ولري لکه په (17.2- رابطه) کې چې ښودل شوې ده ، چې اندازه یې له (2.5) څخه ډېره وي ، نو ($\alpha = 0.2$) او که د (β_1) قیمت د (0.00) او (2.5) تر منځ وي ، نو د (α) قیمت دپیداکېدنې لپاره د (0.2) او (0.5) ترمنځ خطي انترپولیشن تر سره کېږي ، خو د (α) د ټیټ قیمت لپاره د اغیزمنې پوښښ تختې عرض باید د پایې د عرض (c_2) او د لاندېنې (36.2-شکل) په څېر د پایې په هر لوري دپایې د مجموعي ژوروالي (c_1) د یونیم دجمع په اندازه قبلېږي . د فرش پلان د څنډې سره د پایې د لیکې په اوږدوکې د پوښښ تختې - پایې لپاره د اغېزمنې پوښښ تختې عرض په مناسبه اندازه کمېږي . په (12.2- مثال) په پلان کې د هواره پوښښ تختې د فرش سیستم تحلیل د یوې بیروني اویا یوې داخلي پایې د لیکې لپاره د اغېزمنې پوښښ تختې عرض موډل پایله ښودل شوې ده . همداراز په دې پلان کې د بیرونۍ ننبلېدنې سره د منفي انحنایې ساحې اندازه د وایې تر (20%) سلنې غځېدنې ($0.2\ell_1$) پورې فرضېدنه هم ښودل شوې ده ، چې همدا فرضیه د ټولو بیروني او داخلي ننبلېدنو

سره د د منفي انحنايې ساحې لپاره کارېږي . د دې فرضي له امله په وايه کې اضافي نقطه يې غوټې رامنځته کېږي او د مثبت او منفي انحنايې ساحې ددرزشوې - سختۍ قيمتونو د نښه کولو لپاره ډېر مهم شمېرل کېږي .

د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض ($\alpha\ell_2$) له ښودلو او ځای په ځای کېدنې څخه وروسته د پوښښ تختې -ګاډر دانرشيا مجموعي مومنټ محاسبه کېږي ، چې د پوښښ تختې -ګاډر دانرشيا مجموعي مومنټ دمحاسبې لپاره دبې له ګاډره پوښښ لپاره د (28c.2- شکل) او د ګاډر لرونکي پوښښ لپاره د (29c.2- شکل) په څېر مقطع په پام کې نيول کېږي او په دواړو حالتونو کې د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض ($\alpha\ell_2$) د (ℓ_2) قيمتونو پر ځای په همدغه شکلونو کې ښودل شوې دي ، کارېږي . خو که ډراپ پنيل په منفي انحنايې ساحه کې شتون ولري ، نو مقطع د (28d.2- شکل) په څېر په پام کې نيول کېږي او ($\alpha\ell_2$) د (ℓ_2) قيمتونو پر ځای کارېږي ، دا ځکه چې د (ACI) کود د (13.2.5) برخې د غوښتنې له مخې ستندرد ډراپ پنيل د وايې د (1/6) په اندازه غځول کېږي .



38.2- شکل: د پوښښ تختې - پايې د بيروني نښلېدنو سره د اغېزمنې پوښښ تختې اصغري عرض (679:15) .



39.2- شکل : د اغېزمنې پوښښ عرض($\alpha\ell 2$) او د وايې په اوږدو کې دد منځنيو غوټولپاره موقيعيتونه (679:15) .

که په منفي انحنايې ساحه کې ډراپ پنيل شتون ولري ، نو تاکيد کېږي چې د ($0.2\ell_1$) پر عوض د ډراپ پنيل له څنډې يا اړخ سره نورې اضافي نقطه يې غوټې بايد په پام کې ونيول شي ، چې په پايله کې منفي انحنايې ساحه د ډراپ پنيل د څنډې په وروستيو کې فرضېږي . که د اضافي عرضاني قوو د مقاوم کېدنې لپاره لنډ ډراپ پنيل په پام کې نيول شوې وي ، نو د هغې په هکله به د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت په برخه کې بحث وشی ، په دې حالت کې اړينه ده چې په منفي انحنايې ساحې کې دوه نقطه يې غوټې وکارېږي، چې يوه يې د ډراپ بنيل په وروستنۍ برخه او بله يې د منفي انحنايې ساحې په وروستنۍ برخه کې د ($0.2\ell_1$) سره په پام کې نيول کېږي ، چې د دې له مخې د لنډ ډراپ پنيل په بيرون او داخل کې د بېلابېلو انحنايې سختيو کارېدنه تجويزېږي .

هغه نهايي سمون چې د پوښښ تختې - ګاډر سختي چې په انحنايې د درزکېدنې لپاره محاسبه کېږي ، په عمومي توګه د پوښښ تختې - ګاډر د مقطع لپاره د درزشوې انرشیا مومنټ (I_{cr}) د هماغه مقطع لپاره د مجموعي انرشیا مومنټ یوه برخه جوړوي ، دا ځکه چې په نورماله توګه د پوښښ تختې د سیخبندۍ نسبت د ګاډر ونوپه پرتله ټیټ وي ، همداراز د دوی د ماتې شوې مقطع انرشیا مومنټ په معمولي ډول سره د عمومي انرشیا مومنټ د ګاډر د ټیپیکې مقطع په پرتله کوچنۍ برخه جوړوي . سره له دې چې د پوښښ تختې - ګاډر د د وایې په اوږدو کې اوږده برخه بې له درزه پاتې کېږي او د پوښښ تختې په ټول عرض کې انحنایې درزکېدنه نه خپرېږي ، نواړینه ده چې د انرشیا اغېزمن مومنټ (I_e) د پوښښ تختې - ګاډر د ببلابېلو برخو لپاره پیداشي . په عمومي توګه د (β) ضریب د انرشیا اغېزمن مومنټ (I_e) لپاره کارېږي ، چې د مجموي انرشیا مومنټ یو څه برخې سره مساوي کېږي ($I_e = \beta I_g$) . د پوښښ تختې دټولو مثبتو انحنایې یا کږېدونکو ساحو او داخلي اتکاګانو ته نژدې ټولو منفي انحنایې یا کږېدونکو ساحو لپاره د (β) ضریب د (0.5) سره مساوي وړاندېزکېږي اود دې لپاره چې د پوښښ تختې نظرګاډر او پایې ته سختي ډېره نه وي اټکل شوي ، نو د بیروني نښلېدونو سره ، که د ځنېدې ګاډر نه وي ، نو د (β) ضریب د (0.33) سره مساوي وړاندېزکېږي .

د (α) او (β) ضرییبونو وړاندېز شویو قیمتونو لنډېز په لاندېنې (12.2- جدول) کې ښودل شوی دی . د وروسته کش شویو پوښښ تختو د تحلیل لپاره هیوستې (Hueste) ، ویټ (Wight) ، کانګ (Kang) او والس (Wallace) د (β) ضریب قیمت د (0.67) ځکه وړاندېز کړې دی ، چې په وروسته کش شویو پوښښ تختو کې د انحنایې درزکېدنې کمېدنه په پام کې نیول کېږي .

د یوې دوه لوریزه پوښښ تختې د سیستم د معادل چوګاټ د ثقلي (gravity) بارونود تحلیل لپاره ، د (ACI) کود دتجویز له مخې د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو کېدای شي د پایو د اجزاو سره دیوه پاسنې او دیوه لاندېنې پوړونو پورې په غځېدنې دفرشونوسیستم لکه د (38.2- شکل) په څېرسره یوځای شي . د (38.2- شکل) ابعاد د (10.2-

مثال، د معادل چوکاټ د تحلیل له مخې غوره کېږي . د پایې اوږدوالی باید د یوپوړ او د بل پوړ د سطحود مرکزونو تر منځ فاصلې له مخې قبلېږي او دپایې د مقطعو دانرشیا مجموعي مومنټ د ساختمان د تحلیل دسافتویر په څېر په پام کې نیول کېږي .

د (38.2- شکل) چوکاټ کېدای شي ، د مړاو ژوندي بار دېبلاېبل ډوله باربدنې ترکیب لپاره په پام کې نیول کېږي . کله چې د چوکاټ د تحلیل سافتویر (softhwear) د (38.2- شکل) په څېر چوکاټ د موډل د تحلیل لپاره کارېږي ، نودپوښښ تختې - ګاډر د ورستنیو برخو لپاره منفي مومنټونو او عرضاني قوي د غوټې با نښلېدنې (joint) په مرکز کې ورکول کېږي . لکه په مخکنې مثال کې پرې بحث وشو ، چې د دې مومنټونو او عرضاني قوو په مرسته د اتکاء د اړخ سره مومنټ پیداکېږي ، چې د هغې له مخې د پوښښ تختې سیخان په لاس راوړل کېږي .

12.2- جـــدول : د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو د انحنایې سختۍ لپاره د (α) او (β) وړاندیز شوې قیمتونه (681:15) .

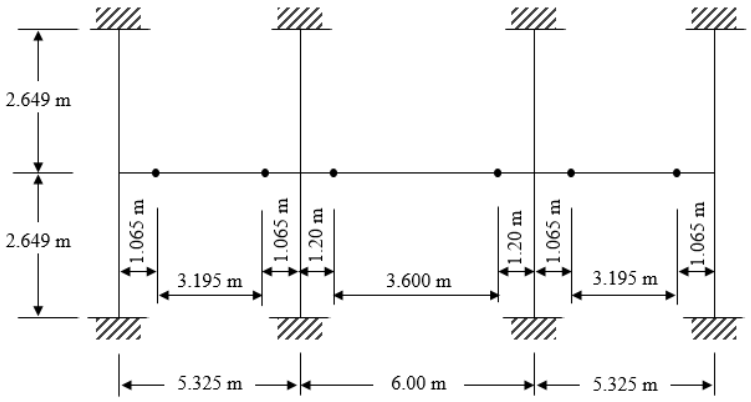
د پوښښ تختې ساحه	د ($\alpha\ell_2$) فعال عرض لپاره، د (α) قیمت	د ($I_e = \beta I_g$) لپاره، د (β) قیمت
د مثبتې کږېدنې یا انحناء ساحې	0.5	0.5
د مثبتې کږېدنې یا انحناء ساحې (په داخلي پایو کې)	0.5	دثقلي بارونو لپاره (0.5) او د افقي بارونو لپاره (0.33)
د مثبتې کږېدنې یا انحناء ساحې (په خارجي پایو کې)	له (0.2) څخه تر (0.5) پورې (د څنډې ګاډر د سختۍ پورې تابع دی)	0.33

د داخلي اتکاګانو لپاره د باالمقابل لوري د اتکاء سره د دوو مومنټونو څخه لوی مومنټ د پوښښ تختې د سیخانو د محاسبه کولو لپاره ټاکل کېږي . د چوکاټ له تحلیل څخه حاصله پایله پایې ته د پوښښ تختې له سیستم څخه د انتقالي مومنټ مقدار د لاس ته راوړنې لپاره هم کارېږي . د دې انتقالي مومنټ یوه برخه د پایې په ګردچاپېره بحراني محیط په اوږدوکې د عرضاني قوي په وړاندې د پوښښ تختې د مقاومت د ارزونې لپاره کارېږي ، چې په راتلونکي (11.2- برخه) کې به پرې بشپړه بحث وشي .

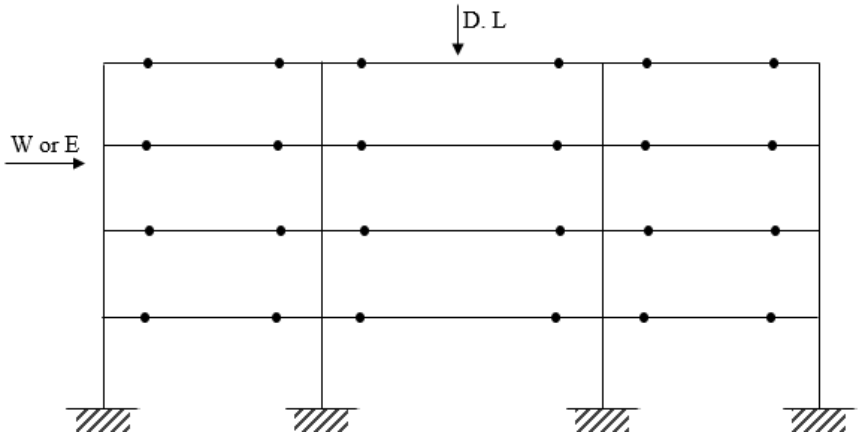
6.11.2- دثقلي اوافقي مرکبو بارونو لپاره د پوښښ تختې - پايې چوکاټونو تحليل
(Analysis of Slab-Column Frames for Comined Gravity and Lateral Loads)

يو چوکاټ چې د پايو او هواره پوښښ تختو څخه ترکيب موندلې وي او د شيرديوالونو (shear walls) يا د نوروکلکوونکوميلو (braces) اجزاو په واسطه د افقي بارونو چې ښايي افقي د څرګندې کړوپېدنې لامل شي ، دراکمېدنې او مقاوم کېدنې لپاره په پام کې نيول شوي وي . دپايلې په توګه د پوښښ تختې - پايې د چوکاټ هغه جوړښت چې لوړوالی يې له د دو يا درې پورونو څخه ډېر لوړوي ، په عمومي توګه د شيرويوالونو (shear walls) او د کلکوونکوميلو (braces) په واسطه تحکيمېږي .

کله چې بې کلکوونکو ميلو څخه د پوښښ تختې - پايې چوکاټ کارېږي ، نو اړينه ده چې معادل چوکاټ ساختمان يا جوړښت د دواړو ثقلي او افقي بارونو لپاره تحليل شي . مخکې د معادل چوکاټ د تحليل په اړه بشپړه مالومات واضح شو ، خو کېداى شي د پوښښ تختې - پايې چوکاټ د ساده غځېدنې په واسطه د ساختمان په ټوله ارتفاع لکه د (39.2- شکل) په څېر وشايو . په عمومي توګه په هر پور د سطحې په ارتفاع کې د پوښښ تختې - پايې لکه د مخکنې بحث له مخې موډل کېږي او دپايو اوږدوالی د پورونو د سطحې د ارفاعګانو تر منځ د مرکز تر مرکزه پورې فاصلي په اندازه فرضېږي . خو د دې سپارښتنه کېږي ، چې د پوښښ تختې - پايې چوکاټ افقي سختي لوړه اټکل نه شي (د افقي کړوپېدنې څخه ټيټه اټکل شي) . داځکه چې داقي بارونو له امله اعظمي مومنټونه د پوښښ تختې - پايې په وروستنۍ برخه کې رامنځته کېږي ، چې په پايله يې د انحنايې درزکېدنې ته ورته وي ، نو د پوښښ تختې - پايې په ټوله ساحه کې د (β) فکتور يا ضريب (0.33) قبلېږيلکه په (12.2- جدول) کې چې ښودل شوي دي .



40.2- شکل: د (10.2- مثال) د پوښښ تختې - پایې د چوکاټ د تحلیل لپاره اندازې اود بې ځایه کېدنې نقطې (681:15) .



41.2- شکل: د ثقلي او افقي بارونو لاندې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ د تحلیل لپاره د معادل چوکاټ موډل (682:15) .

د (ACI) کود د (10.10.4.1) برخې د غوښتنې له مخې د اوږدو (slender) پایو لرونکې چوکاټ د افقي استواری د تحلیل لپاره د پایې د مقطعو د انرشیا اغېزمن مومنټ د مجموعي انرشیا مومنټ (70%) سلنه قبلېږي . که په محاسبه کې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ د (39.2-شکل) په څېر وکاربړي ، نودلته یوازې د سختی سره د ثقلي (gravity) بارونو د سمون موډل د تحلیل لپاره یادونه شوې ده ، خو د ثقلي او افقي بارون د یوځای تحلیل ځکه ساده کېږي چې د هندسي شکل له بدلونه پرته پرې د بارونود علاوه کېدنې له مخې شته مودل تحلیلېږي(679-684:15) .

د ثقلي بارونو د مومنټونو وښنې نهايې توپير په لاندې مثال کې واضح کېږي .

13.2- مثال: د ستنډرد چوکاټ په واسطه د هواره پوښښ تختې فرش بیا تحلیل کړئ؟ په (38.2- شکل) کې ښودل شوی پوښښ تختې - پایې په څېر تحلیل د دې مثال لپاره د ستنډرد چوکاټ د تحلیل سافتویر کاروو. دا کټ مټ په (12.2- مثال) کې دکاربډلي کلاسیک معادل چوکاټ طریقې (CEFM) په څېر دی،چې په پلان کې یې د پوښښ سیستم ښودل شوی دی، چې په کې درې بېلابېلو تحلیلي حالتونو ته پاملرنه وشي او پایلې به یې په (CEFM) کې د لاس ته راغلو قیمتونو سره پرتله شي .

1- د پوښښ تختې -ګاډر اغېزمن یا فعال عرض ($\alpha\ell_2$) د پیداکولو لپاره د مثبت - انحنایې او داخلي منفي - انحنایې ساحو لپاره ($\alpha = 0.5$) قبلېږي ، نو :

$$\alpha\ell_2 = 0.5 \times 4{,}725 = 2{,}362.5 \text{ mm}$$

دا چې دلته د څنډې ګاډر نه شته ، نو بیروني اتکاء ته نژدې منفي – انحنایې ساحې لپاره ($\alpha = 0.2$) قبلېږي ، نو :

$$\alpha\ell_2 = 0.2 \times 4{,}725 = 945 \text{ mm}$$

دا قیمت د بیروني اتکاء داصغري عرض له قیمت سره پرتله شي :

$$c_2 + c_1 = 500 + 300 = 800 \text{ mm (does not govern).}$$

2- د انرشیا اغېزمن مومنټونه په لاندې ډول پیداکېږي:

(a)- د پوښښ تختې - ګاډر په مثبت - انحنایې ساحه کې ($\beta = 0.5$) قبلېږي ، نو :

$$I_g = 1/12\ (2{,}362.5) \times (175)^3 = 1{,}055{,}126{,}953 \text{ mm}^4.$$

$$I_e = 0.5\ I_g = 0.5 \times 1{,}055{,}126{,}953 = 527{,}563{,}476.5 \text{ mm}^4.$$

(b)- د داخلي اتکاګانوسره د پوښښ تختې - ګاډر د منفي - انحنایې لپاره، یوازې د ثقلي بارونو لپاره ($\beta = 0.5$) قبلېږي ،چې د (a) په څېر د (Ie) قیمت حاصلېږي . د افقي او د دولړو ترکیبي یانې د افقي جمع ثقلي بارونود تحلیل (درېیم حالت)لپاره ($\beta = 0.33$) قبلېږي ، نو :

$$I_e = \beta I_g = 0.33 \times 1{,}055{,}126{,}953 = 348{,}191{,}894.5 \text{ mm}^4.$$

(c)- د بيروني اتکاګانوســـره د پوښښ تختې - ګاډر د منفي - انحنايې حالت لپاره ($\beta = 0.33$) قبلېږي ، نو:

$I_g = 1/12\ (945) \times (175)^3 = 5{,}064{,}609{,}375\ mm^4.$

$I_e = \beta I_g = 0.33 \times 5{,}064{,}609{,}375 = 1{,}671{,}321{,}093\ mm^4.$

(d)- د پايو لپاره (I_g) او ($0.7I_g$) دلومړي او دويم حالتونو لپاره کارېږي. د بيروني پايو لپاره مساوي کېږي په :

$I_g = 1/12\ (945) \times (300)^3 = 2{,}126{,}250\ mm^4.$

$I_e = 0.7\ I_g = 0.7 \times 2{,}126{,}250 = 1{,}488{,}375{,}000\ mm^4.$

د داخلي پايو لپاره مساوي کېږي په :

$I_g = 1/12\ (945) \times (300)^3 = 2{,}126{,}250\ mm^4.$

$I_e = 0.7\ I_g = 0.7 \times 2{,}126{,}250 = 1{,}488{,}375{,}000\ mm^4.$

3- تحليلي حالتونه په لاندې جدول کې ځای په ځای کېږي:

(a)- لومړی حالت: داخلي اتکاګانو ته نژدې منفي - انحنايې ساحو لپاره ($\beta = 0.5$) قبلېږي او (I_g) د ټولو پايو لپاره پيداکېږي.

(b)- دويم حالت: دويم حالت د لومړي حالت په څېر پرته له (I_e) د ټولو پايو لپاره کارېږي.

(c)- دريم حالت: دريم حالت د دويم حالت په څېر پرته له ($\beta = 0.33$) دداخلي اتکاګانو ته نژدې د منفي - انحنايې ساحو لپاره کارېږي.

4- دپايلو په اړه بحث: د لومړي او دويم حالتونو پايلې سره يوشانته دي او د پايې په سختۍ کې د (0.7) ضريب په واسطه بدلون ، په پايلو اغېزه نه کوي . کله چې د (CEFM) د دې دوو حالتونو دپايلو پرتلنه کېږي ، يوازې دپايې د بيروني اړخ سره يوازې د مومنټ په محاسبې کې څرګند توپير رامنځته کېږي . د ستنړدچوکاټ تحليل (په لومړي او دويم حالتونوکې) د مومنټ قيمتونه نژدې (50%) سلنه په همدې موقيعيت کې د (CEFM) په واسطه د حاصله مومنټونو په پرتله لوړ دي ،داځکه چې د(α) او (β) ته دټيټو قيمتونو ټاکنه نامعقوله ده . له دې څخه داسې

څرګندېږي چې د چوکاټ تحليل کې د بيروني وايې په اوږدو کې په منظمه توګه وېشنه درسته نه ده، ځکه چې د بيروني پايې له لوري د څنډې د پوښښ تختې سره دپراخه اړيکو له امله دباروېشنه تر سره کېږي . نو په پايله کې په لومړي او دويم حالتونو کې ، دا به ډېره مناسبه وي چې د بيروني وايې لپاره د وايې په منځ او دلومړۍ اتکاء دارځ سره محاسبوي مومنټونه ، په دې وايه کې د باروړنو او مومنټونو د بياوېشنې لپاره نژدې (10%) سلنه ډېر محاسبه شي . سره له دې چې د ستنددرد چوکاټ تحليل سافتوير د مومنټونو پايلې ، دپوښښ تختې - پايې د نښلېدنې د بيروني برخې په محاسبه کې کارېدنه نامعقوله ده .

د تحليل دپايلوجدول : د (CEFM) سره د ستنددرد چوکاټ تحليلي سافتوير د محاسبوي مومنټونو پرتلنه .

	بيروني وايه		داخلي وايه	
دتحليل حالتونه	د بيروني ارځ سره مومنټ (KN. m)	د وايې په منځ کې مومنټ (KN. m)	د داخلي ارځ سره مومنټ (KN. m)	د داخلي ارځ سره مومنټ (KN. m)	د وايې په منځ کې مومنټ (KN. m)
معادل چوکاټ (CEFM)	-32.989	71.791	-108.971	-108.160	68.445
لومړۍ حالت	-51.106	68.141	-100.318	-107.349	70.710
دويم حالت	-50.024	68.411	-100.994	-107.349	70.710
دريم حالت	-53.404	74.090	-84.770	-95.857	82.202

همداراز په (11.2- برخه) کې به پرې بحث وشي ، چې د مستقيمې محاسبوي طرېقه کې د (ACI) کود د (13.6.3.6) برخې دغوښتنې له مخې په بيروني وايه کې د پوښښ تختې - پايې د نښلېدنې د بيروني برخې سره محاسبوي انتقالي مومنټ د مجموعي ستاتيکي مومنټ (M_o) (30%) سلنه (0.30 x 146.016 = 43.805 KN. m)کارېږي .

يادونه : که په څنډه کې ګاډر وي ، نوپه دغه حالت کې د ستنددرد چوکاټ سافتوير او د (CEFM) پايلې سره ډېرې نژدې وي .

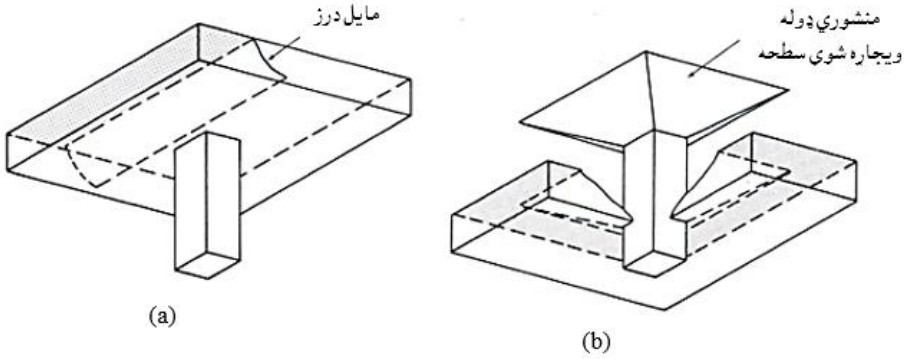
درېيم حالت :په پورتني جدول کې دافقي بارونو تحليل د سختۍ پر بنسټ تر سره کېږي، په دې کې د داخلي پوښښ تختې - پايې د ننبلېدنو سره د پوښښ تختې - ګاډر په اجزاوو کې سختې کمېدنه ليدل کېږي چې د دې ننبلېدنو له لارې په نژدې وايو د مثبتو - انحنايې ساحو کې دمنفي مومنټونو د بيا وېشنې له امله رامنځته کېږي . همداراز د بيروني ننبلېدنو سره مومنټونه کره ډېرېدنه نښيې ، سره له دې چې ځينې محاسبوي مومنټونه د (CEFM) په پرتله د (20%) سلنې په اندازه بدلون مومي ، د مومنټونو دا بيا وېشنه احتمالاً د افقي بارېدنې له مخې د پوښښ تختې - پايې د ننبلېدنو سره د اټکلي انحنايې درزکېدنې د ډېرېدنې له امله رامنځته کېږي . د وروستنۍ يادونې په توګه د مومنټ بيا وېشنې لامل په درېيم حالت کې د سختۍ بدلون دی ، چې د (ACI) کود په (8.4) برخه کې د مومنټونو د بيا وېشنې لپاره د تجويز شوې برېد په اندازه رالويږي .

12.2- په دولوريزه پوښښ تختو کې عرضاني قوي

(Shear in Two-Way Slabs)

په ګاډر کې د عرضاني قو له امله ويجاړېدنه د انحنايې او عرضاني تشنجاتو په واسطه د مايلو درزونو په پايله کې رامنځته کېږي . دا درزون د ګاډر په کششي اړخ کې پيلېږي او په قطري يا مايل ډول تر فشاري ساحې پورې غځېږي ، لکه څنګه چې د عرضاني قوو په وړاندې د تحليل او محاسبې په برخه پرې بحث شوی دی . خو د دوه لوريزه پوښښ تختو او تهدابونو په حالت کې د عرضاني قوو په واسطه دويجاړېدنې دوه ډوله ميکانيزم لکه په (40.2 - شکل) کې چې ښودل شوي دي ،درامنځته کېدنې امکان شته . يولوريزه عرضاني قوه (One-way shear) يا د ګاډر عامله عرضاني قوه لکه د (40a.2-شکل) چې په هغې کې هغه مايل درز چې د ساختمان په ټول عرض کې غځېږي شاملېږي او دوه لوريزه عرضاني قوه (Two-way or Punching shear) د پايې په ګردچاپيره د غوڅ شوي مخروط يا هرم ډوله سطحې په څېر لکه په (40b.2- شکل) کې چې په شيماتيک ډول ښودل شوی دی عمل کوي، چې په عمومي ډول د پوښښ تختې يا تهداب د دوه لوريزه عرضاني قوي ظرفيت د يولوريزه عرضامي قوي څخه دپام وړ اندازه

لږ وي . نوځکه د ویجاړېدنې دا دواړه میکانیزمونه اړینه ده چې په محاسبه کې په پام کې نیول کېږي ،چې دا مقطع د تهدابونو اوپرته له ګاډره پوښښ تختو پورې محدودېږي .



42.2- شکل : په پوښښ تخته کې د عرضاني قوی له امله ویجاړېدنه .(a) – یولوریزه عرضاني قوی حالت، (b)- دوه لوریزه عرضاني قوی حالت (15 :682) .

1.12.2- په دوه لوریزه عرضاني قوې-داخلي پایوکې دپوښښ تختودکمزورې خواص

(Behavior of Slabs Failing in Two-way – Interior Columns)

په ګاډر کې عرضاني ویجاړېدنه د انحنایې او عرضاني تشنجاتو په واسطه دمایلې درزکېدنې له امله رامنځته کېږي . دا درزدګادر له کششي اوخ څخه پیلېږي او فشاري ساحې ته په قطري ډول غځېږي . د دوه لوریزه پوښښ تختې او یا د تهداب په حالت کې دوه لوریزه عرضاني قوي د ویجاړېدنې میکانیزم لکه څنګه چې په (40.2- شکل) کې ښودل شوې دی رامنځته کېږي . یولوریزه عرضاني قوي یا په ګادر عامله عرضاني قوه کې د ساختمان د ټول عرض په ګردچاپیره مایل درزغځېدنه لکه د(40a.2- شکل) په څېرشاملېږي . په دوه لوریزه عرضاني قوه یا سورې کېدنه (Punching) کې د پایې په ګردچاپیره د هرمي قطې یا منشور په څېرلکه په (40b.2 - شکل) په ډول غوځېدنه شاملېږي . په عمومي توګه په پوښښ تختې یا تهداب کې د سورې کېدنې عرضاني قوي

ظرفیت د یولوریزه عرضاني قوې له ظرفیت څخه په پام وړ اندازه لږوي ، خو له دې سره هم په محاسبه کې اړینه ده چې دواړو ویجاړېدنو ته پاملرنه وشي .

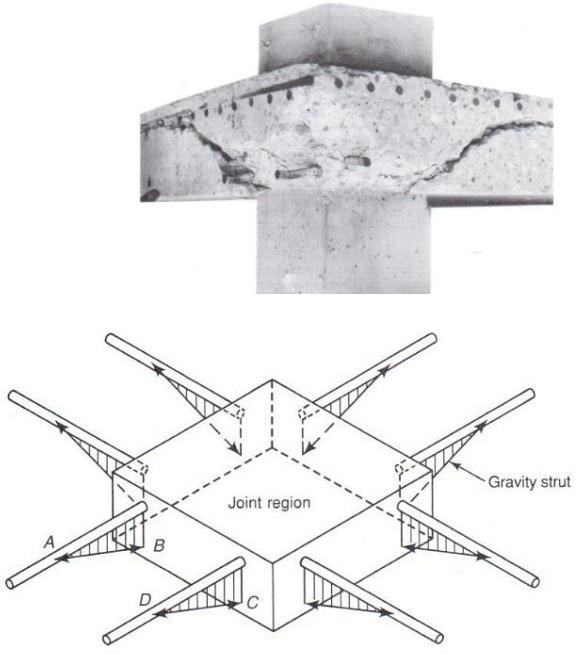
2.12.2- د داخلي پایو سره د دوه لوریزه عرضاني قوې له املې د پوښښ تختو د بې وسه کېدنې خواص

(Behavior of Slabs Failing in Two-Way Shear – Interior Columns)

مخکې پرې بحث وشو چې په هواره پوښښ تختو باندې د یو شانته وېشلې باربدنې له املې اعظمي مومنټونه د پایو ګردچاپیره رامنځته کېږي اوپه پایله کې یې دهرې پایې په ګردچاپیره پرله پسې انحنایې درز پیداکوي . د اضافي بار بدنې څخه وروسته درزونه د تسلیمدنې پکه ډوله شکل اختیاروي . دا په (40b.2 - شکل) کې ډنوډل شوو د غوڅ شوې مخروطي سطحې په شکل انحنایې یا عرضاني قوي له املې درزونو چې سره نژدې په یوه مهال را څرګندېږي . مخکې هم په ګاډر ونوکې د عرضاني قوو له املې تخریب خواص د قیچي موډلونو په کاربدنې سره تشریح شوې دي . الیسندر (Alexander) او سیمونډز(Semonds) د (41.2- شکل) په څېر د دوه لوریزه عرضاني قوي یا سورې کېدنې له املې تخریبېدنه د قیچي موډل د کاربدنې له مخې تحلیل کړه . مخکې له دې چې په (41.2- شکل) کې ښودل شوی مایل درزونه تشکیل شي ، عرضاني قوي د عرضاني تشنجاتو په واسطه کانکرېټو ته انتقالېږي او کله چې شکل اختیار کړي، کیدای شي چې ډېر لږ اړونده عرضاني تشنجات د دوي سره متقاطع انتقال شي . ډېری عمودي عرضاني قوې د (A-B) او (C-D) مایلو اړمونوپه واسطه انتقالېږي او دپوښښ تختې د فشاري ساحې د لاندېنې برخې څخه د پوښښ تختې د سیخبندي شوې ساحې د پاسنۍ برخې پو ري غځېږي اوپه همدې توګه اړمونه د پایې د محیط په ګردچاپیره پاتې کېږي . د اړمونود قوي افقي مرکبه د (A) او (D) سره د سیخبندۍ په قوي کې د بدلون لامل کېږي او عمودي مرکبه سیخان پورته خوا ته ټیله کوي او د سیخانو تر منځ په کانکرېټو کې د کششي تشنجاتو په واسطه دفع کېږي ، په پایله کې ،

دکانکریټو دا درزونه د سیخانو په سطحې کې د سورې کېدنې ویجاړېدنه رامنځته کوي ، چې دارنګه ویجاړېدن سمدستي پېښېږي ، خو لږه وي او ویرونکې نه وي .

کله چې د پوښښ تختې - پایې نښلېدنې سره سورې کېدونکې یا دوه لوریزه عرضاني قو ي له امله ویجاړېدنه رامنځته شې ، نود ځانګړې نښلېدنې د عرضاني قوي ظرفیت په بشپړه توګه په دې حدودو کې زیانمن وي . د دوه لوریزه پوښښ تختې په حالت کې ، کله چې د پوښښ تخته وښوئیږي ، نو د پایې بار نژدې پوښښ تختې - پایې نښلېدنو (joints) ته انتقالیږي ، چې د دې له امله له خپله بریده له دېر بار لاندې راځې اوښایي په پایله کې هغه د ویجاړېدنې سره مخ شي . په پای سره له دې چې دوه لوریزه پوښښ تخته کله چې په انحناکې دویجاړېدنې سره مخ شي ، له ځانه ډېره نرمي ښیې، خو د عرضاني قوو له امله رامنځته کېدونکې ویجاړېدنې په وړاندې دانرمي ډېره لږه وي ، نو بهتره ده چې د پوښښ تختود عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې په اغېزمن ضریب بیاکتنه تر سره شي .



43.2- شکل: د داخلي پایو سره د عرضاني قوو د انتقال لپاره قیچي موډل (685:15) .

3.12.2- د دوه لوريزه عرضاني قوې لپاره محاسبه
(Design fo two-Way Shaer)

په دې اړه بحث په سرکې پرته له پام وړمومنټ له انتقال څخه دعرضاني قوي انتقال حالت ته پاملرنه کېږي . هغه حالت چې په هغې دواړه عرضاني قوه او مومنټ د پوښښ تختې له خوا پايې ته انتقالېږي وروسته پرې بحث کېږي .

موي (Moe) له دېرو تجربو څخه دې پايلې ته ورسيد چې د عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع د پايې په اړخ کې موقيعيت لري ، چې د (ACI) کود او (ASCE) ستندرد له خوا د نومورې پايله تائيد شوه، خو د محاسبې د ساده کولو لپاره يې قبوله کړه چې بحراني مقطع د پايې له اړخه د (d/2) په فاصله موقيعيت لري . چې د عرضاني قوي لپاره دې ته د خيالي بحراني مقطع نسبت ورکړل شو ، چې داساده والی د (ACI) په کودسره يو شو .

4.12.2- د بحراني محيط موقيعيت (Location of Critical Perimeter)

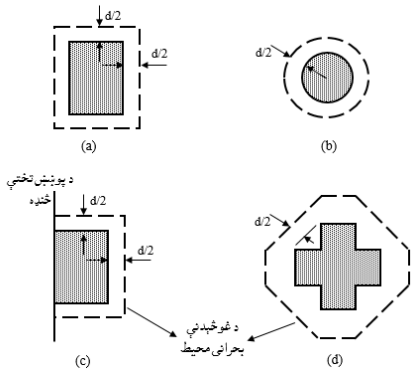
دوه لوريزه عرضاني قوه داسې فرضېږي چې له پوښښ تخته يا تهداب څخه د پايې په ګردچاپيره د عمودي مقطع له پاسه بحراني حالت اختياروي . د (ACI) کود په مطابق دا مقطع د پايې له اړخه د (d/2) اندازې څخه بايد لرې نه شي چې اوږدوالی يې په اصغري ډول د (b_o) په اندازه له پايې څخه ګردچاپيره په پام کې نيول کېږي .

5.12.2- د ډراپ لرونکې پوښښ تختو لپاره بحراني مقطع
(Critical Sections for Slabs with Drop Panels)

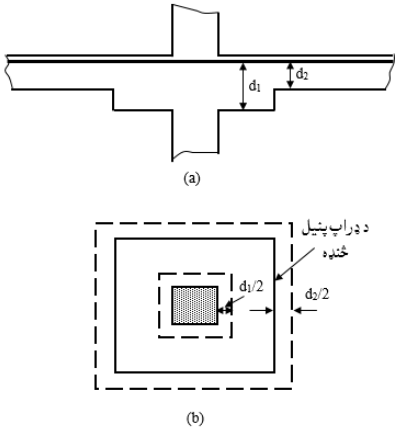
کله چې په ډېره پيمانه عرضاني قوي د پوښښ - پايې نښلېدنې يا غوټې ته ولېږدېږي، نو د پوښښ تختې مقاومت د ډراپ له وجې د پوښښ تختې د ضخامت له ډېرېدنې له امله مقاومت لوړېږي . د ډراپ پنيل د تنو اصطلاح له څخه د اړتيا له مخې د پايې په ګردچاپيره د قالب په واسطه د پوښښ تختې ضخامت ډېرېږي . د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د پوښښ تختې او ډراپ پنيل مجموعي ضخامت بايد ډراپ پنيل ته

نژدې پوښښ تختې د ضخامت لږتر لږه (1.25) ځلې ډبر وي . په ډراپ لرونکو پوښښ تختوکې د (43.2-شکل) په څېر دوه ډوله بحراني مقطع په پام کې نیول کېږي .

کله چې په پوښښ تخته کې ډراپ پنیل هم د کړوپېدنې یا په کږېدنه کې د مومنټ لپاره د اړینو سیخانوکمېدنې د کنترول لپاره کاربدلی وي ، نو باید چې د ډراپ پنیل اوږدوالی د (ACI) دغوښتنې له مخې دوړکړل شوې اندازې په پام کې نیولو شره قبلېږي. کله چې د ډراپ پنیل اړین اوږدوالی پوره نه کړي ، نو اړینه ده چې د عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره کیپیټلونه (Capitals) او یا د پایې لپاسه خولې (Caps) په پام کې نیول کېږي .



44.2- شکل: د بېلابېلو مقطعو لپاره دغوڅېدنې د بحراني محیط موقعیت (687:15) .



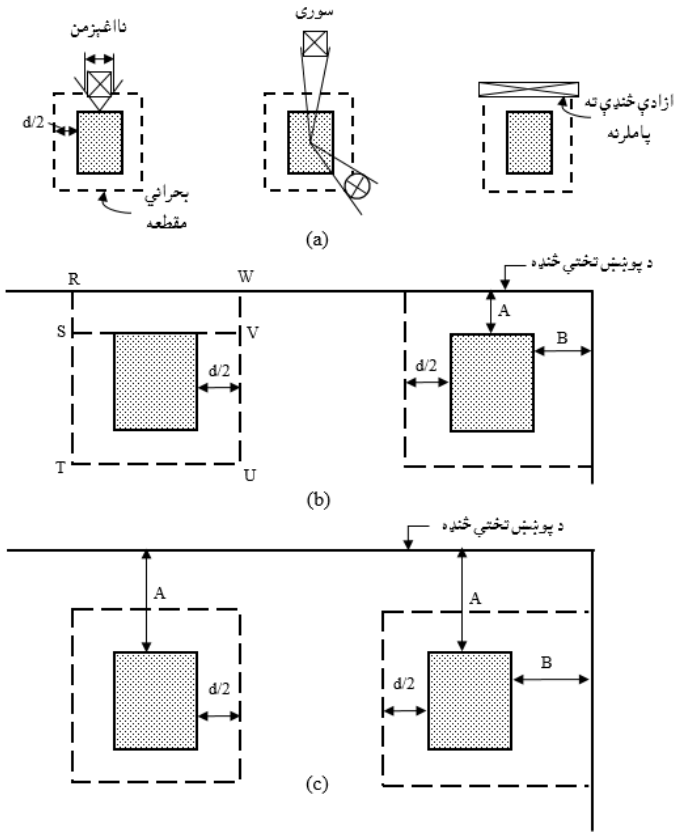
45.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې بحراني مقطع. (a) د ډراپ پنیل سره مقطع. (b) بحراني مقطع (687:15).

6.12.2- سوريو او څنډو سره نژدې بحراني مقطعې

(Critical Sections near Holes and At Edges)

کله چې سوري له پايې څخه د پوښښ تختې د ضخامت له لس ځلې اندازي څخه په لږه فاصله موقيعيت ولري ، نو د (ACI) کود د غوښتنې له مخې بحراني محيط يې لکه د (44a.2- شکل) په څېر کمېږي . د څنډې يا کنج پايو لپاره په (ACI) کود کې بحراني محيط نه دی تعريف شوی ، خو د (ACI) کود په تبصرو کې په دې اړه وړانديز شوی دی چې د څنډې اړخونو محيط د لاندې بنيو اندازو څخه کوچنی په پام کې نيول کېږي :

(i) – د پوښښ تختې څلورځلې (4h) .(ii)-د پراختيايې اوږدوالي دوه ځلې ($2\ell_d$) . لکه په (44b.2) او (44c.2) شکلونو کې چې د (A) او (B) په موقيعيتونو کې بدلول شوې دی .



46.2- شکل: د عرضاني قوو په بحراني محيط د سورو او څنډو اغېزه . (a) سوري. (b) محيط چې له (4h) يا ($2\ell_d$) څخه ډېر نه شي . (c) محيط که له (4h) يا ($2\ell_d$) څخه ډېر شي (688:15) .

7.12.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوو لپاره باړې ساحه
(Tributary Area for Shear in Two-Way Slabs)

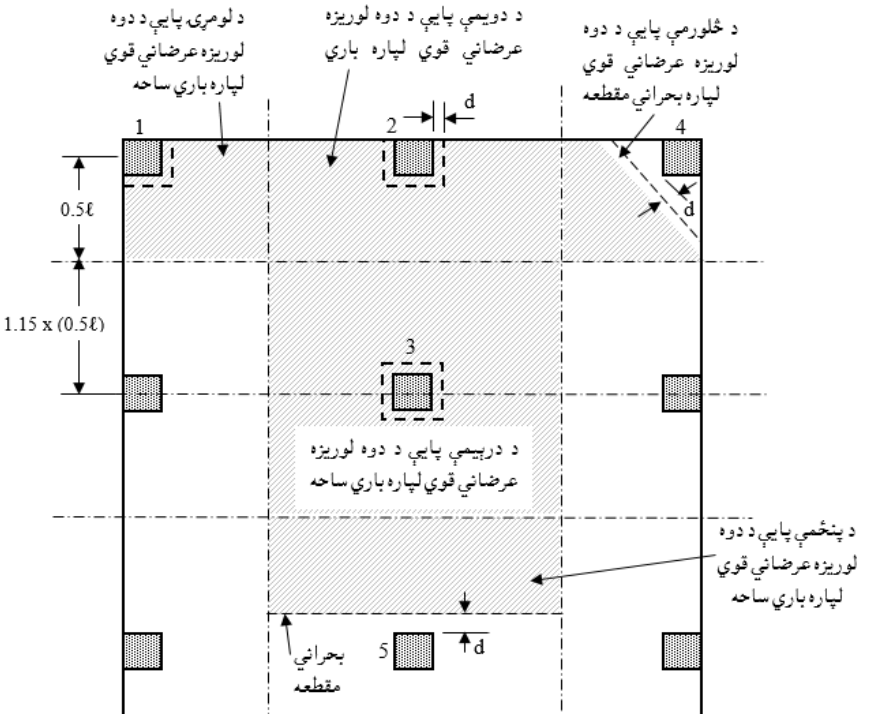
د يو شانته منظم بارلاندې د دوه لوريزه پوښښ تختې د (V_u) د محاسبه کولو لپاره باري ساحه د صفري عرضاني قوي د ليکي سره محدودېږي . د داخلي پنيل لپاره دا ليکه د پنيل له مرکزه په تيرېدنې سره او د څنډې پنيل لپاره دبيروني پايې له مرکز څخه نژدې له (0.2ℓ) څخه تر (0.2ℓ) پورې فرضېږي ، دلته (ℓ) د پايو د مرکزونو تر منځ د وايې فاضله ده . د (ACI) کود د (8.3.3) برخې د غوښتنې له مخې د عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت لپاره بيروني اتکاګانو کې باري ساحه د وايې نيمايې (0.5ℓ) قبلېږي، همداراز د لومړۍ داخلي اتکاء لپاره باري ساحه د وايې د نيمايې (15%) سلنه ډېره يانې (1.15 x $0.5\ell = 0.75\ell$) قبلېږي.په هواره پوښښ تختې پوښښ سيستم کې د يولوريزه اودوه لـوريـزه عــرضاني قوودچک لپاره باري ساحې په لاندې ډول (45.2 - شکل) کې ښودل شوې ده.

8.12.2- پرته له انتقالي مومنټه د دوه لوريزه عرضاني قوي محاسبوي معادلې
(Design Equations of Two-Way Shear with Nigligible Moment Transfer)

په هوارو پوښښ تختو (Flate Slabs) دافقي بار او بې تحکيموونکو ميلو (Unbraced) پوښښ بار ونو په شتون کې دواړه مومنټونه او عرضاني قوي له پوښښ تختې څخه پايو ته انتقالېږي . خو د داخلي پايو په حالت کې د ميلو په واسطه تحکيم شوي (Braced) ودانۍ د عرضاني قوي لپاره تر ټولو ناوړه باربدنه له پوښښ تختې څخه پايو ته د مومنټو نو له انتقالېدنې څخه انصراف دی . په همدې توګه داخلي پايو ته لږ انتقالېږي ، خو تهدابونو ته مومنټ نه انتقالېږي .

د دوه لوريزه پوښښ تختو په محاسبه کې بې له مومنټونو له انتقاله د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم کېدنه لکه د تير په څېر د لاندېنۍ رابطې په واسطه ارزول کېږي :

$$\phi V_n \geq V_u \quad \text{.....} \quad (31.2)$$



47.2- شکل: د عرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني مقطع او باري ساحه (689:15).

دلته (V_u) د بار له امله ضربیي عرضاني قوه ده او (V_n) د پوښښ تختې یا تهداب مقاومه نومینالي عرضاني قوه ده ،چې دکمښدونکې ضریب یې ($\phi = 0.75$) قبلېږي . په دوه لوریزه پوښښ تختو کې د کانکرېټو په واسطه مقاومه عرضاني قوه (V_c) ده ، چې د (ACI) کود د تعریف له مخې (V_n) مساوي کېږي په :

$$V_n = V_c + V_s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې (V_s) د عرضاني قوو په وړاندې د سیخانو عرضاني قوه ده چې پخوا یې پر ځای لاندېنۍ رابطه د دوه لوریزه یا سورې کښدونکې عرضاني قوي په وړاندې مقاومه عرضاني قوي د پیداکولو لپاره کارېدله :

$$V_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f'_c}b_o d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (33.2)$$

دلته (λ) دسپکو ډکوونکو موادو ضریب دی ،چې د سپکو شګو لرونکې سپکوکانکرېټو لپاره (0.85) او د نورو ټولوسپکو کانکرېټو لپاره (0.75) قبلېږي .

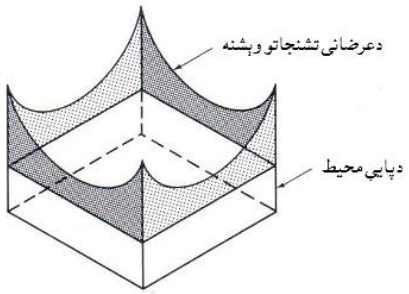
د پایې په ګردچاپیره د عرضاني قوې وېشنه په (46.2- شکل) کې ښودل شوې ده . که د پایې د مقطع ابعاد سره یو برابر نه وي ، نو د مستطیلي ډول مقطع لرونکې پایو لپاره (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{\beta})\lambda\sqrt{f'_c}b_o d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (34.2)$$

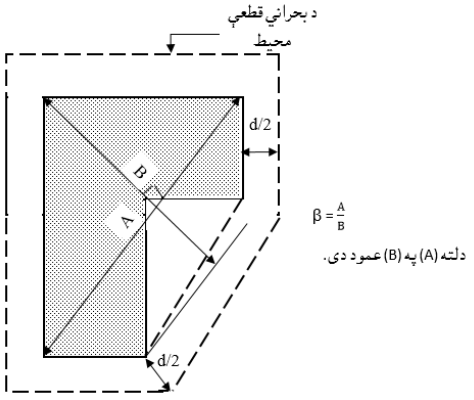
په پورتنۍ رابطه کې (β) د پایې د مقطع د اوږد او لنډ لورو نسبت دی . خو د غیرمستطیلي مقطع لرونکو پایو لپاره دا رابطه په لاندې ډول لیکلی شو :

$$V_c = \frac{1}{12}(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2)\lambda\sqrt{f'_c}b_o d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (35.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې $b_o = 2(c_1 + c_2 + 2d)$ او د (α) ضریب د داخلي پایو لپاره ($\alpha = 40$) ، د څنډې پایو لپاره ($\alpha = 30$) او د کنج پایو لپاره ($\alpha = 20$) قبلېږي .



48.2- شکل: دمربعي محیط په ګردچاپیره د عرضاني قوي د مقدار وېشنه [690:15].



49.2- شکل: دعرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني مقطع او باري ساحه (689:15) .

9.12.2- په پوښښ تختو کې یو لوریزه عرضاني قوه
(One - Way Shear in Slabs)

په منظم وېشلې بار لاندې پوښښ تختې حالت کې ، یولویزه عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع د اتکاء له اړخ ، د ډراپ پنیل ایا د په ضخامت کې د نورو بدلونون څخه د (d) په فاصله واقع کېږي . د پوښښ تختې پنیل مجموعي عرض داسې فرضېږي چې د یولوریزه عرضاني قوي په وړاندې اغېزمن مقاومت کړي، په (45.2- شکل) کې دیولوریزه عرضاني قوي لپاره باري ساحې ښودل شوې دي، نو یولوریزه مقاومه عرضاني قوه لکه د ګاډر په څېر د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}bd \quad \text{.....(36.2)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (b) د بحراني مقطع عرض دی(687-689:15) .

14.2- مثال : په لاندېنې شکل کې ښودل شوې داخلي پایو چې د یوشانته پراخه هواره پوښښ تختو لاندې واقع دي ، د پوښښ تختې ضخامت (150 mm) او منځنۍ فعاله ارتفاع یې (d) یې هم په بل شکل کې ښودل شوې ده ، چې د پوښښ تختې د عرضاني قوي د محاسبې لپاره کارېږي. د پایې سره نژدې په یوه لوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوو په وړاندې یې وارزوئ، په داسې حال کې چې محافظوي طبقه یې(20 mm) او د انحنا په وړاندې د مقاومت لپاره (4N12 mm) سیخان په کې ځای په ځاس شوې وي ، نو (d) په لاندې ډول پیداکېږي :

$$d(avg) = 150 - 20 - 12 = 118 \text{ mm}$$

د پوښښ تختې له پاسه (0.72 KN/m^2) مړاو (2.9 KN/m^2) ژوندی تحمیلي منظم وېشلي بار لاندې واقع شوی وي او له عادي کانکرېټو څخه چې ($\lambda = 1$) او ($f'_c = 25$ MPa) دی ، کارېدلي دي . همداراز له پوښښ تختې څخه پایې ته د مومنټ له انتقال څخه انصراف شوی دی، نو د دې شرایطو لاندې د عرضاني قوي وړتیا وارزوئ ؟

1- ضریبي شوی منظم وېشلي بار په لاندې ډ،ل محاسبه کېږي :

$$q_u = 1.2 \times (0.15 \times 24 + 0.72) + 1.6 \times 2.9 = 9.824 \text{ KN/m}^2$$

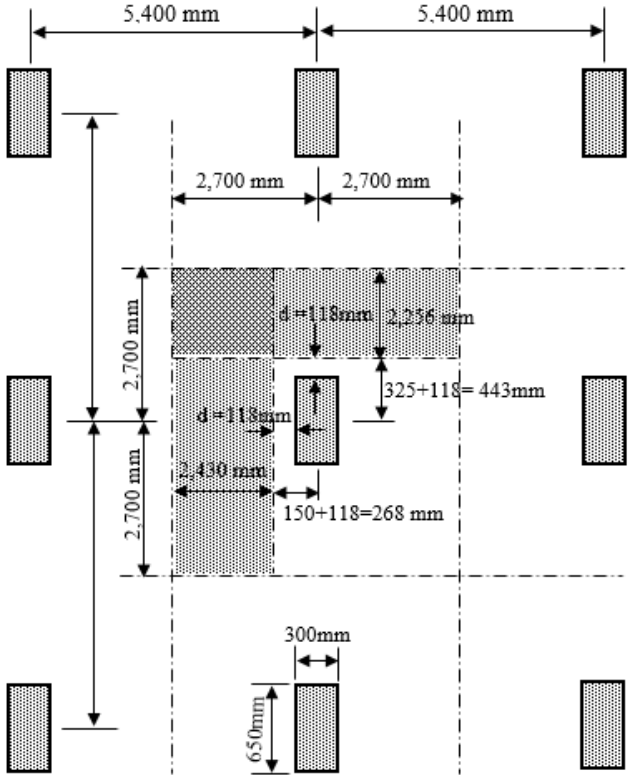
2- ديو لوريزه عرضاني قوه ارزونه : د پايې له اړخه د (d) په فاصله د بحراني مقطع موقيعيت ټاکل کېږي، په شکل کې د يولوريزه عرضاني قوې بحراني مقطع په (A-A) او (B-B) ښودل شوې ده ، نو (V_u) په لاندې ډول پيدا کېږي :

(a)- د (A-A) مقطع سره : $V_u = 9.824 \times 2.43 \times 5.4 = 128.911$ KN.

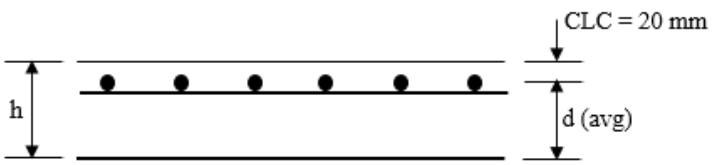
(b)- د يولوريزه عرضاني قوي لپاره د (ϕV_n) په لاندې ډول پيدا کېږي : داچې مقطع بې له سيخانو بايد عرضاني قوه وزغمل شي نو ($\phi V_n = \phi V_c$) قبلېږي ، نو :

$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}bd = 0.17 \times 1.0 \times \sqrt{25} \times 5,400 \times 118 = 541,620$ N = 541.62KN

$\phi V_n = 0.75 \times 541.62 = 405.22$ KN > $V_u = 128.911$ KN



د داخلي پايې سره ديولوريزه عرضاني قوي بحراني مقطعه



3- ددوه لوريزه عرضاني قوه ارزونه : لکه څرنګه چې په شکل کې ښودل شوې ده ، د دوه لوريزه عرضاني قوې لپاره بحراني مقطع د پايې څخه ګردچاپيره د (d/2) په فاصله واقع ده ، نو (V_u) په لاندې ډول پيداکېږي :

(a)- دوه لوريزه عرضاني (V_u) د پيداکولو لپاره دبحراني محيط له مخې لرو چې :

$V_u = 9.824 \text{ x}[(5.4 \text{ x } 5.4) - (0.419 \text{ x } 0.769)] = 283.302 \text{ KN.}$

(b)- د يولوريزه عرضاني قوي لپاره د (ϕV_n) په لاندې ډول پيداکېږي : داچې مقطع بې له سيخانو بايدعرضاني قوه وزغمل شي نو($\phi V_n = \phi V_c$) قبلېږي ، نو :

$b_o = 2(c_1 + c_2 + 2d) = 2 \text{ x } (418.75 + 768.75) = 2{,}375 \text{ m}$

اوس د (V_c) د لاندې ښيو قيمتونو څخه کوچنی قيمت ټاکو:

$V_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f'_c}b_o d = \frac{1}{3} \text{ x } 1.0 \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 2{,}375 \text{ x } 118 = 467.08 \text{ N} = 476.08\text{KN}$

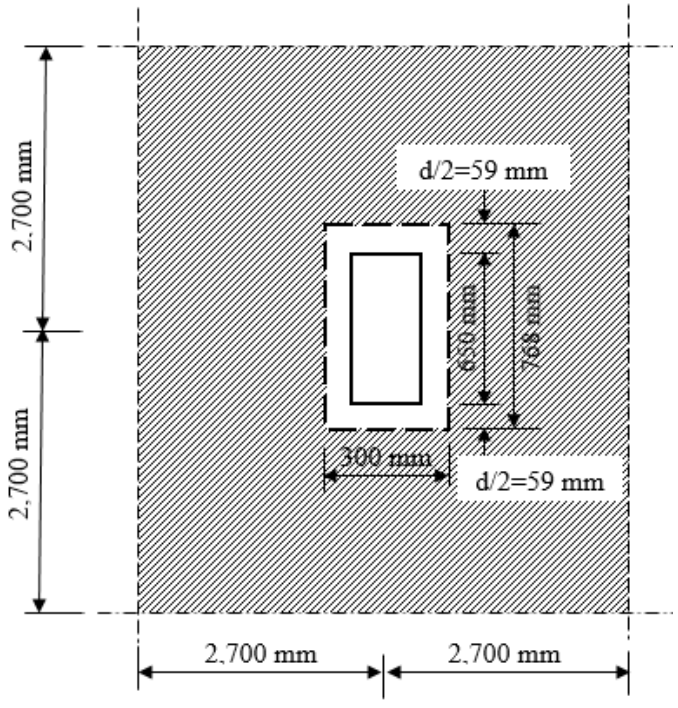
$\beta = \frac{650}{300} = 2.17$

$V_c = \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{\beta})\lambda\sqrt{f'_c}b_o d = \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{2.17}) \text{ x } 1 \text{ x}\sqrt{25} \text{ x } 2{,}375 \text{ x } 118 = 448.79\text{KN}$

$V_c = 12\,(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2)\lambda\sqrt{f'_c}b_o d$

$V_c = \frac{1}{12}(\frac{40 \text{ x } 118}{2{,}375} + 2) \text{ x } 1 \text{ x}\sqrt{25} \text{ x } 2{,}375 \text{ x } 118 = 465.61\text{KN}$

$\phi V_n = 0.75 \text{ x } 448.79 = 336.60 \text{ KN} > V_u = 128.911 \text{ KN}$



10.12.2- د عرضاني مقاومت لوړول (Augmenting of Shear Strength)

که (ϕV_n) له (V_c) څخه کوچنی شي ، نو کولی شو چې د عرضاني قوي ظرفیت د لاندې پنیو کړنلارو له مخې لوړ کړو :

1- د پوښښ تخته د پنیل له پاسه په پام کې نیول کېږي ، چې په پایله کې د پوښښ تختې وزن ډېرېږي او (V_u) هم لوړېږي .

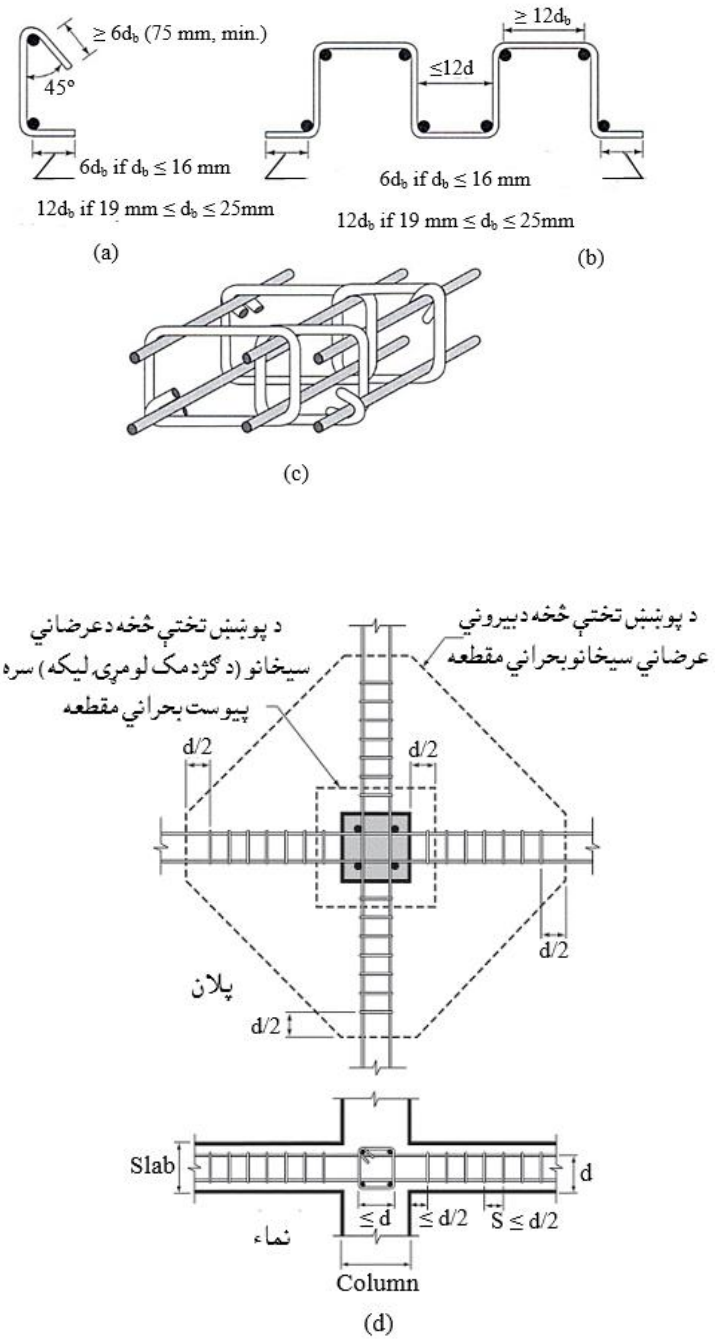
2- د ډراپ پنیل کارول چې په پایله کې یې د پوښښ تخته پایې ته نژدې کېږي .

3- د پایې په ګردچاپیره د کپیټل په پام کې نیولو سره پایې د ابعادو د ډېرېدنې له امله د (b_o) ډېرېدنه .

11.12.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو لپاره د عرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه (Shear Reinforcement for Two-Way Slabs)

ګڼدمکونه (Stirrups) : د (ACI) کود د پوښښ تختې په اوږدو کې د یوه ولاړ سیخ ، د څو ولاړو سیخانو او په ټرلي شکل عرضاني سیخان په لاندې شکل کې د ښودل شویو ګڼدمکونو ځای په ځای کول تجویزکړي دي .

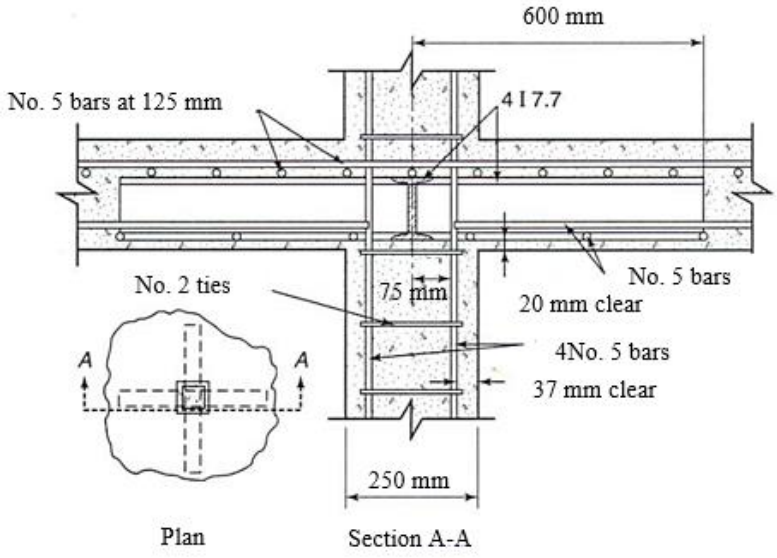
په پوښښ تختو کې ګڼدمکونه دفعالې ارتفاع (d) په فاصله تجوزېږي او تر 150) (mm یا (6 in) یا د ګڼدمک د قطر تر (16) ځلې پورې غځېږي . د ډېر دقت لپاره د ټرلي او یا د ډېرو ولاړو سیخانو لرونکې ګڼدمکونو څخه ګټه اخېستل کېږي ، خو نتیجتاً عرضاني سیخان چې د ګڼدمکونو او یا د تاوو شویو عرضاني سیخانو په څېر په پوښښ تختو کې په ډېره پرتخه پیمانه نه کارېږي (5 :115-113).



50.2- شکل: په دوه لوريزه پوښښ تختو کې ګڼدمک ډوله عرضاني سيخان . (a) - يو ولاړسيخ لرونکی ګڼدمک، (b)- څو ولاړسيخان لرونکی ګڼدمک، (c)- ترلي ګڼدمکونه، (d)- د عرضاني بحراني محيط څخه بيرون او دننه د ګڼمکونو ښودنه (5 :115-113) .

12.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني فولادي جوړښت
(Structural Steel Shearheads)

په لاندې ډول (49.2- شکل) کې د خولۍ لرونکو عرضاني فولادي جوړښت ښودل شوی دی، دا د دې لپاره محاسبه کېږي ، چې د (ACI) کود له غوښتنې سره سم د عرضاني قوو او هم د یوځه کېدنې مومنټ په وړاندې مقاومت لوړ شي . د بیروني پایو سره د خولۍ لرونکو عرضاني فولادي جوړښت ته ځانګړې اړتیا د دې لپاره شته چې د پوښښ تختې څنډې ته د بار عمودي بارووونو له امله د عمودي بازو له خوا د نامعادله مومنټ د انتقالېږي .



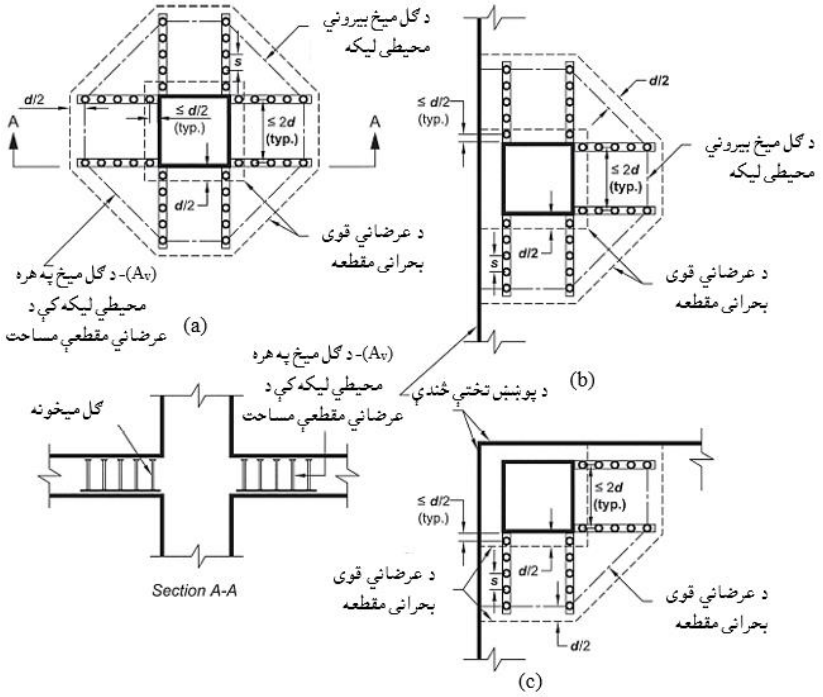
51.2- شکل : خولۍ لرونکې عرضاني فولادي جوړښت لرونکي (15 :697) .

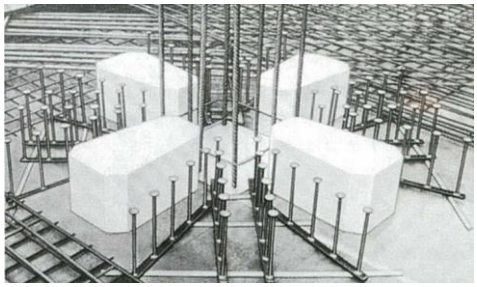
13.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه (Headed Shear Studs)

دخولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه په لاندې ډول (50.2- شکل) کې ښودل شوي دي ، چې د (ACI) کود د (11.11.5) برخې له مخې دپایو په ګردچاپیره د بې له ګاډره دوه لوریزه پوښښ تختود مقاوم کېدنې لپاره تجویزېږي ،چې د چنګک شویو ګڼدمکونو د

ولاړو سیخانو په څېر کار کوي ، خو د عرضاني ګل میخونو سر یا خولۍ یې د چنګک شویو سیخانو په پرتله احتمالاً ډېر ښه کار لپاره په پام کې نیول کېږي .

د پوښښ تختې - پایو په نښلېدنو (joints) کې خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه د عمودي میلو له قطارونو (rows of vertical rods) څخه ترکیب مومي چې هر یو یې د (50.2- شکل) په څېر په سر باندې دایروي خولۍ یا ولډنګ شوې پلیټ پلن شوي جوړښت لري . چې د پایو له کنجونو څخه بیرون غځیدلي ځای په ځای شوي دي(696,697:15) .





52.2- شکل: ټیپیک ډوله خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه او بحراني مقطع . (a) - داخلي پایه، (b)- د ځندۍ پایه، (c)- د کنج پایه، (5 :116) .

14.12.2- د عرضاني سيخانو محاسبه (Design of Shear Reinfoncement)

عرضاني سيخان هغه مهال محاسبه کېږي ، کله چې د پايې ګردچاپيره له اړخ څخه د (d/2) په فاصله د داخلي بحراني مقطع سره د (V_c) له قيمت څخه عرضاني قوه لوړه شي . دګڼدمکونو او خولې لرونکو ګل ميخ ډوله عرضاني سيخانو د محاسبې لپاره لاندې غوښتنې په پام کې نيول کېږي . خو د محاسبې لپاره يې بحراني مقطع :

(a)- د پوښښ تختې د عرضاني قوي لپاره نارمل بحراني مقطع د پايې ګردچاپيره له اړخ يا له کنج څخه د (d/2) په فاصله موقيعيت لري .

(b)- دويم محطيي ليکه د (d/2) په فاصله د ګڼمکونو او خولې لرونکو ګل ميخ ډوله عرضاني سيخانود باندې ځای په ځای کېدنې څخه بيرون د (48d.2) او (50.2) شکلونو په څېر موقيعيت لري ، چې دې ته بيروني بحراني مقطع ويل کېږي .

د (ACI) کود په پوښښ تختې کې د داخلي عرضاني قوي بحراني مقطع چې د (d/2) په فاصله د پايې څخه ګردچاپيره ($v_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f'_c}$) عرضاني تشنجات د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو سره او بې له د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو ($v_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f'_c}$) څخه لږ تجويزوي . نو د (ACI) کود د دوه لوريزه پوښښ تختې لپاره د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو په پام کې نيولو سره دوه لوريزه عرضاني مقاومه نومينالي قوه د لاندې فورمو په واسطه تجويزوي :

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{.....} \quad (37.2)$$

$$V_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f'_c}\, b_o d \quad \text{.....} \quad (38.2)$$

د (ACI) کود د سورې کېدنې عرضاني قوې د درز پونتشيال افقي مرتسم د (51.2-شکل) په څېر د پوښښ تختې د فعالې ارتفاع (d) په فاصله فرضوي ، خو د درز د مخنيوي لپاره لارښوونه کوي چې له (d/2) فاصلې څخه بايد ډېره نه شي . خو که ګڼدمک ډوله عرضاني سيخان د (A_v) په مساحت او د (s) په فاصله ځای په ځای شي نو مقاومه عرضاني قوه يې مساوي کېږي په :

$$V_s = A_v f_{yt} \frac{d}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\

هغه مقاومه عرضاني قوه (V_s) چې د ګل میخ عرضاني سیخانو په واسطه زغمل کېږي د (38.2) - فورمول په واسطه پیداکېږي ، (A_v) د ګل میخ عرضاني سیخانود مقطعو مجموعي مساحت دی (15 :699).

15.2- مثال : د یوې بې له ګاډره دوه لوریزه یا هواره پوښښ تختې چې په هر لوري یې وایه (7.5 m) ده او ضخامت یې (200 mm) دی ، که د پوښښ تختې له پاسه نهایې ضریبي شوی بار ($W_u = 12\ KN/m^2$) ، ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 300\ MPa$) وی ، د یوې پایې په ګردچاپیره چې ابعاد یې (400mm x 400mm) دي ، دوه لوریزه عرضاني قوه محاسبه کړئ؟

حل :

$d = 200 - 20 - 10 - 10/2 = 165\ mm$

$a = c_1 + d = 400 + 165 = 565\ mm,\ b = c_2 + d = 400 + 165 = 565\ mm$

$b_o = 2\ (a + b) = 2 \times (565 + 565) = 2{,}260\ mm,\ \beta = \frac{c_1}{c_2} = 1.0$

$\phi V_{c1} = \frac{1}{3}\ \phi \sqrt{f'_c}\ b_o d = \frac{1}{3} \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 2{,}260 \times 165 = 466.10 \times 10^3 N$

$\phi V_{c2} = \phi\ (1 + \frac{2}{\beta})\ \frac{1}{6} \sqrt{f'_c}\ b_o d > \phi V_{c1}$

$\phi V_{c3} = \phi(\ \frac{\alpha_s d}{\beta}\ + 2)\ \frac{1}{12} \sqrt{f'_c}\ b_o d > \phi V_{c1}$

$\phi V_{c1} = 466.10 \times 10^3 N = 466.10\ KN.$

$V_u = W_u\ (\ell_1 \ell_2 - ab) = 12 \times [(7.5)^2 - (0.565)^2] = 671.2\ KN.$

$V_u = 671.20\ KN > \phi V_{c1} = 466.10\ KN.$

له پورتنۍ رابطې څخه څرګنده شوه چې د پایې په ګردچاپیره کې د دوه لوریزه عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره د پوښښ تختې ضخامت کافي نه دی ، نو اړینه ده چې د دوه لوریزه عرضاني قوي د مقاوم کېدنې لپاره له عمودي ګردمکونو څخه ګټه واخلو. فعاله ارتفاع باید له (150 mm) او هم د عرضاني سیخانو د قطرد (16) ځلې څخه کوچنی نه شي او د عرضاني سیخانو کوچنی قطر (10 mm) په پام کې نیول کېږي ، نو ($d = 165\ mm$) درسته ده، نو :

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_o d = \frac{1}{6}$ x $\sqrt{25}$ x 2,260 x 165 = 310.80 x 10^3N

$\phi V_n = \frac{V_n}{\phi} = \frac{671.20}{0.75}$ = 894.90 KN < $3V_c$ = 3 x 310.80 = 932.4 KN.

د پورتنۍ رابطې څخه څرګنده شوه چې د عمدي عرضاني سیخانو څخه د ګټې اخیستنې امکان شته دی ، نو :

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{A_n - A_c}{f_{yt} d} = \frac{(894.9-310.8)x\,10^3}{300\,x\,165} = 11.8 \text{ mm}$$

که له (12 mm) قطر سیخانو څخه د پایې ګردچاپیره د عرضاني سیخانو لپاره په پام کې ونیول شي ، نو د پایې ګرد چاپیره (8) ولاړعرضاني سیخان کارېږي ، نولرو چې :

A_ϕ = 113 mm^2 → A_v = 8 x 113 = 904 mm^2.

$s_{req} = \frac{A_v}{11.8} = \frac{904}{11.8}$ = 76.6 mm < $s_{max} = \frac{d}{2} = \frac{165}{2}$ = 82.5 mm

د هرې پایې په ګردچاپیره (12mm @ 75 mm) عرضاني سیخان چې د یوه ترلې ګڼدمک دسیخ افقي اوږدوالی (2d = 2 x 165 = 330 mm) په پام کې نیول کېږي .

ګڼدمکونه تر هغه فاصلې پورې چیرته چې ($V_u \le \phi V_c$) شي ځای په ځای کېږي ، که دا فاصله په (X) وښودل شي ، نو نو د بحراني مقطع محیط مساوي کېږي په :

b'_o = 4 (X $\sqrt{2}$ + 330) = 1,320 + 4 X $\sqrt{2}$

V_u = 12 x 10^{-3} x [$(7,500)^2$ – 4 x (330X + $\frac{X^2}{2}$) – $(330)^2$]

V_u = 67,693 - 24 x 10^{-3} X^2 – 15.84X

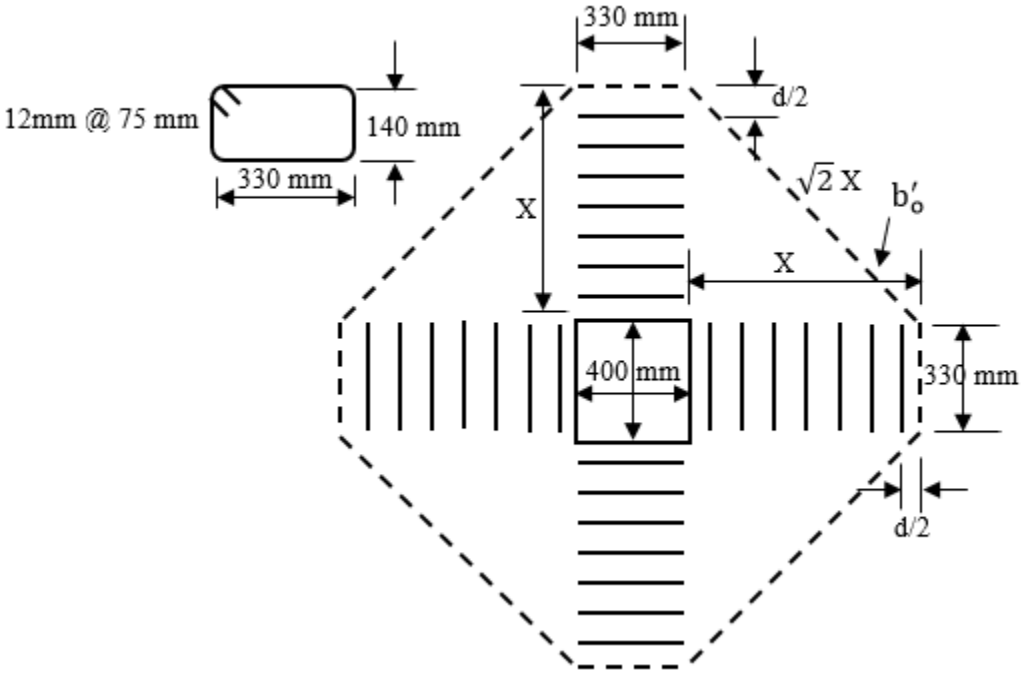
$\phi V_c = 0.75$ x $\frac{1}{6}\sqrt{25}$ x (1,320 + 4 X$\sqrt{2}$) x 165 = 13, 6125 + 583.36X

$V_u = \phi V_c$ → X^2 + 25.0 x 10^3X – 22.4 x 10^6 = 0 → X = 867 mm

د ګڼدمکونو شمېر مساوي کېږي په :

$$n = \frac{867}{75} = 12$$

دیادولو وړ ده که د پایې په ګردچاپیره مو له دوه لوریزه عرضاني قوي لپاره محاسبه تر سره کوله نو (V_u = 671.2 KN) لپاره (X = 917 mm) په لاس رائي .



16.2- مثال : که د پوښښ تختې ضخامت (150 mm) ضخامت لرونکې هواره پوښښ تخته د (12 mm) قطرلرونکو انحنايې سيخانو سره د (300 mm) مربعوي ابعادو لرونکې پايې له پاسه تکيه شوې ده، چې دشمال - جنوب لوري څخه د (5.10 m) او دختيځ - لويديځ لوري څخه د (5.40 m) په فاصلې په مرکز کې موقيعيت لري . د پوښښ تخته د خپل وزن په ګډون ($4.5\ KN/m^2$) مړ بار او ($4.8\ KN/m^2$) ژوندی بار متحمل کېږي . دکانکريټو فشاري مقاومت ($f'_c = 28\ MPa$) ، نو دهواره پوښښ تختې داخلي پوښښ تختې - پايې نښلېدنې سره د مومنټ د نه انتقال حالت کې د سريا خولې لرونکو ګل ميخ عرضاني سيخانو لپاره وارزوئ ؟

حل :

1- د پايې ګردچاپيره د دوه لوريزه عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع ټاکو: په سرکې د (12mm) قطر لرونکو سيخانو په شتون کې د پوښښ تختې لپاره فعاله ارتفاع په لاندې ډول پيداکېږي :

$$d = 150\ mm - 20\ mm\ (cover) - 12\ mm = 118\ mm$$

بحراني مقطع د پايې څخه ګردچاپيره د پايې له اړخه د (d/2 = 118/2 = 59 mm) لکه په لاندې شکل چې ښودل شوې ده ، په پام کې نيول کېږي .

دپايې ګردچاپيره د عرضاني قوي د بحراني مقطع د يوه لوري اوږدوالی مساوي کېږي په : [300 + (2 x 59.375)] = 418.75 mm

نو د عرضاني قوي د بحراني مقطع محيط مساوي کېږي په :

b_o = 4 x 418.75 = 1,675 mm

همداراز د عرضاني قوي د بحراني مقطع محاط شوی مساحت مساوي کېږي په :

418.75 x 418.75 = 175,351.56 mm^2 = 0.176 m^2.

2- د عرضاني قوي په بحراني مقطع د عاملې عرضاني قوي پيداکول : د بارونو د ترکيب له مخې لرو چې :

W_u = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 4.5 + 1.6 x 4.8 = 13.08 KN/m

نو د عرضاني قوي د بحراني مقطع ضريبي شوې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

V_u = 13.08 x [5.1 x 5.4 – 0.176] = 357.92 KN

د $\phi(V_c + V_s) \geq V_u$ محاسبوي رابطې د کاربدنې له مخې چې په دې رابطه کې (ϕ = 0.75) قبلېږي (ϕV_c) مساوي کېږي په :

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{3} \sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118$$

ϕV_c = 261,466.35 N = 261.5 KN

د عرضاني قوې د بحراني مقطع په ساحه کې د اړينو عرضاني سيخانو لپاره ګل ميخ ډولـه عرضاني سيخان کاروو، نو د دې سيخانو مقاومه عرضاني قوه (V_s) مساوي کـېږي په:

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f'_c}\, b_o d = \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118 = 348{,}621.81 \text{ N} = 348.622 \text{ KN}$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{357.92}{0.75} - 348.622 = 128.60 \text{ KN}$$

د ګل ميخ ډولـه عـرضانـي سيخـانـو سره اعظمي تجويزي مقاومه قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = \phi \times 8 \times \sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75 \times 8 \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118$$

$\phi V_n = 1{,}581{,}200.00\ N = 1{,}581.20\ KN > V_u = 357.92\ KN$

د پورتنۍ رابطې څخه څرګنديږي چې د پوښښ تختې ټاکل شوې ضخامت او د پايې ټاکل شوي ابعاد کولی شو په دې نښلېدنه کې وکاروو .

3- د سوري کېدنې په وړاندې عرضاني سيخانو ځای په ځای کېدنه : د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم ګل ميخونو قطارونه د سيخانو سره ولړنګ او د پوښښ تختې د اساسي سيخانو سره موازي يا عمودي ځای په ځای کېږي ، تر څوپه ځای په ځای کېدنه کې د پوښښ تختې د اساسي سيخانو د ماتيدنې لامل نه شي .

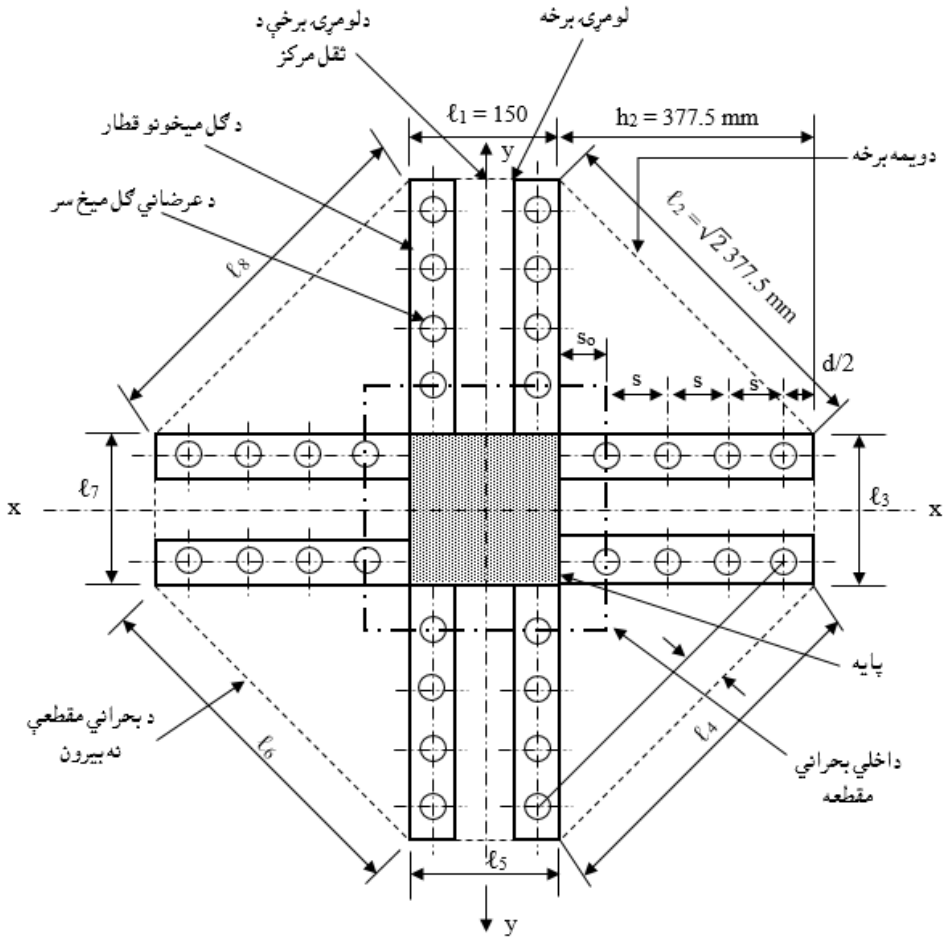
په دې مثال کې دګل ميخونو اته قطارونه په هر قطار کې څلور(10 mm) قطرلرونکي ګل ميخونه چې د يوه ګل ميخ مساحت يې ($A_b = 78.5\ mm^2$) ،د سر قطريې (30 mm) او ($f_y = 420\ MPa$) په پام کې نيول شوي دي .

د شکل سره سم دلومړي سيټ د ګل ميخونو تر منځ فاصله ($s_o = 56.25\ mm$) له (d/2) څخه نيول کېږي . مخکې له دې چې د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم عرضاني ګل ميخونه ځای په ځای ښي اړينه ده چې په داخلي بحراني مقطع کې د عرضاني قوي په وړاندې مقاومت وارزول شي . د عرضاني ګل ميخونو د داخلي قطارپه واسطه تهيه کېدونکې مساحت مساوي کېږي په : $A_v = 8A_b = 8 \times 78.5 = 628\ mm^2$

د شکل له مخې فرضوو چې پايې ته نژدې يوازې يوه ليکه د عرضاني درزو پوتنشيال قطعه کوي ، نو د ګل ميخ سيخانوعرضاني مقاومه قوه مساوي کېږي په :

$V_s = A_v f_{yt} = 628 \times 420 = 263{,}760.00\ N = 263.76\ KN$

پورتنې قيمت د ($V_s = 128.60\ KN$) قيمت څخه ډېرېږي .



اته لوریزه بحراني عرضاني قوي مقطع .

د پایې د اړخ سره د عمودي تسمو په اوږدو کې گل میخوترمنځ محاسبه کېدونکې فاصلې د داخلي بحراني مقطع بورې اړه لري ،کوم چې د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله واقع ده . د (d/2) په اندازه فاصله هغه مهال اړینه ده ، کله چې داتشنجات لاندې اندازې ته ورسېږي :

$$v_{u,limit} = \phi \frac{1}{2} \sqrt{f'_c} = 0.75 \text{ x } 0.5 \text{ x } \sqrt{28} = 1.98 \text{ MPa}$$

د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله عرضاني قوه (V_u = 357.92 KN) ده ، نوعرضاني تشنجات مساوي کېږي په :

$$v_u = V_u/b_o d = 357.92 \text{ x}10^3/1{,}675 \text{ x } 118 = 1.81 \text{ MPa}$$

داچې ضربيي شوې تشنجات د ($\phi \frac{1}{2} \sqrt{f'_c}$) له بريده ټيټ دي ، نو د ورپسې عرضاني ګل ميخونو تر منځ فاصله تر (0.75d) بريده ډېرېږي ، چې د شکل له مخې نژدې تر (87.5 mm) پورې د (s) اندازه رسېږي . د اتو ګل ميخونو قطار د لومړي ګل ميخ له چې په (so = 56.25 mm) کې موقيعيت لري، د پايې له اړخه ورپسې ګل ميخونو تر منځ (s = 87.5 mm) د (10 mm) قطر لرونکو عرضانی ګل ميخونو سره موازي واقع دي.

$b_o = 4 \times [(\sqrt{2} \times 377.5 + 300)] = 3,325$ mm

د دې ليکې داخلي مساحت مساوي کېږي په :

$[4 \times (377.5 \times 377.5)/2 + 4 \times (300 \times 377.5) + (300 \times 300) = 828,000 mm^2$.

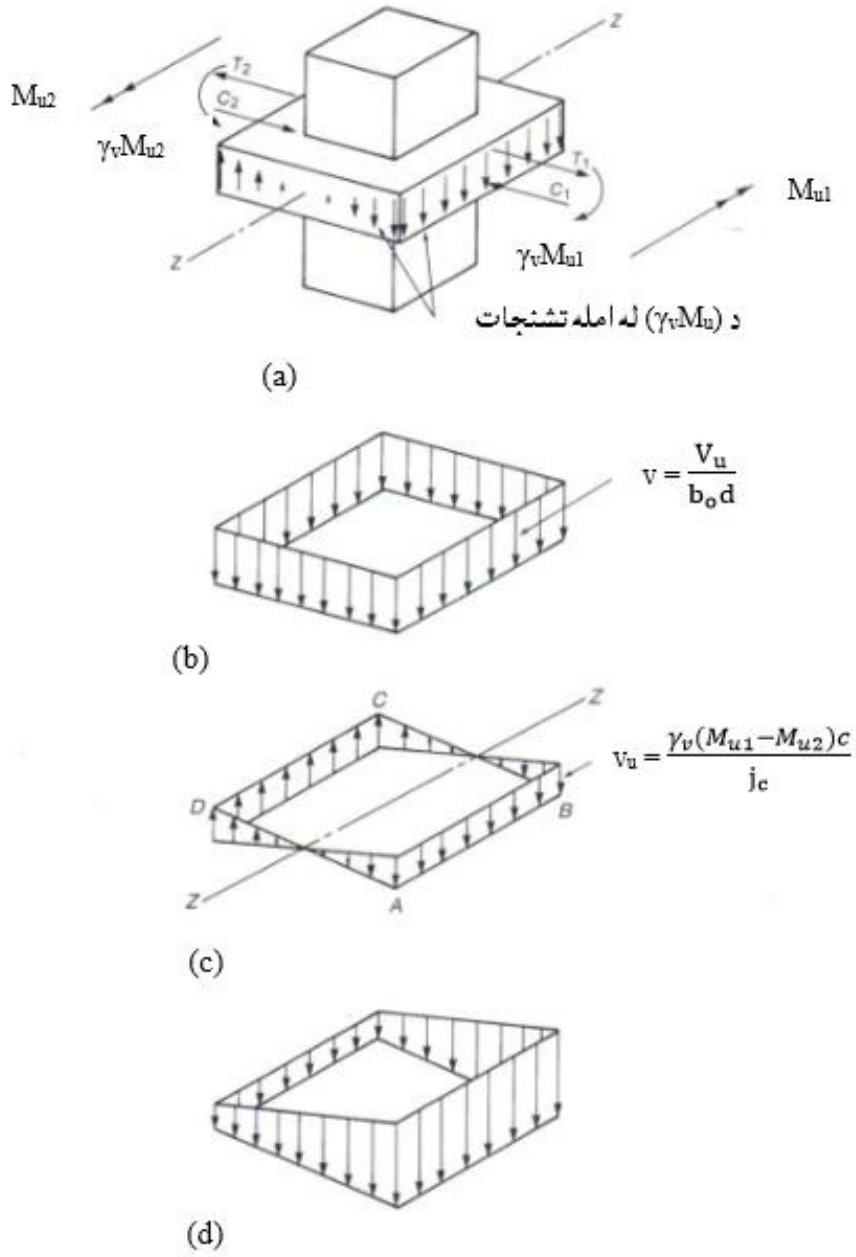
4- په بيروني بحراني مقطع کې د عرضاني قوي ارزونه : د بيروني بحراني مقطع سره د کانکرېټو ضريبي شوې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = 13.08 \times (5.10 \times 5.40 - 0.828) = 349.40$ KN

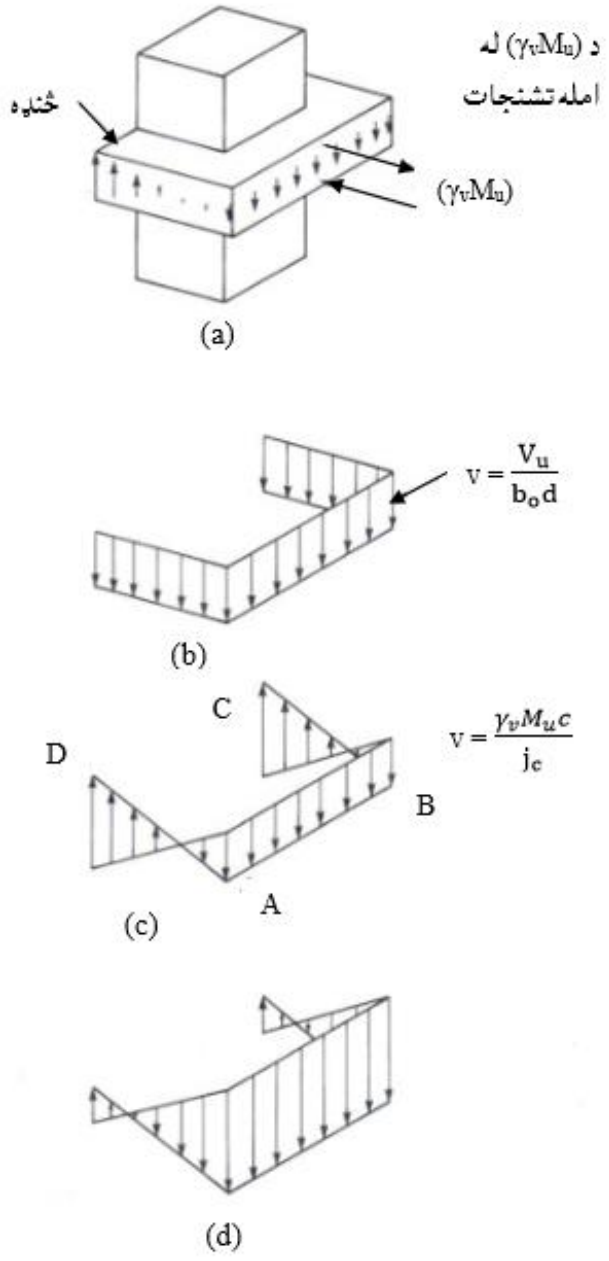
$\nu_u = \frac{349,400}{4,825 \times 118} = 0.14$ N/mm^2.

14.12.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوې او مومنټ مرکب انتقال (Combined Shear and Moment Transfer in Two-Way Slabs)

د پوښښ تختې - پايې نښلېدنې (Connections) د عرضاني قوي او مومنټ په واسطه باترېدنه هغه مهال رامنځته کېږي چې کله افقي يا نامعادل ثقلي بارونه د پوښښ تختې او پايې تر منځ د مومنټ د انتقال لامل شي ، نو د لاندېنې (52a.2) او (53a.2) شکلونو په څېر د پايې سره د پوښښ تختې نښلېدلې برخه مختلط خواص اختياروي يانې د انحناء، عرضاني قوي او څرخېدنې لاندې واقع کېږي ، چې د دې درې واړو حالتونو داړونده مقاومت له مخې کېدای شي بېلابېل ډوله ويجاړېدنه رامنځته شي (515:10) .



54.2- شكل : د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو ښودنه . (a) پايې ته د نامعادله مومنټونو انتقال، (b) د (V_u) له امله عرضاني تشنجات ، (c) د نامعادل مومنټ له امله عرضاني قوه او (d) مجموعي عرضاني تشنجات (15 :703) .



55.2- شکل: دځنډې پایه کې د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله عرضاني تشنجات. (a) د ځنډې پایې سره ته د مومنټانتقال، (b) د (V_u) له امله عرضاني تشنجات ، (c) د (M_u) له امله عرضاني تشنجات او (d) مجموعي عرضاني تشنجات (15 :704) .

د پوښښ تختې - پايې په نښلېدنوکې د عرضاني قوي او مومنټ د محاسبې لپاره کړنلارې او طريقې په لاندې ډول واضح کېږي :

1- د ګاډر طريقه (Beam Method) : دا طريقه پايو ته د مومنټ او عرضاني قوي د انتقال محاسبوي بنسټيزه طريقه ده ،چې په ليکنو کې د نښلېدنو په اړه په کې دارنګه پاملرنه کېږي : د نښلېدنې په ساحې (joint region) کې د پوښښ تختې د تسمود لنډو برخو اود هرې نښلېدنې له اړخ څخه د ګاډر ونو د بيروني برخو، چېرته چې نژدې پوښښ تخته شتون لري ترکيب مومي . دا تسمې د مومنټونو ، عرضاني قوو او څرخېدنې په واسطه بارېږي او هغه مهال د ويجاړېدنې سره مخ کېږي کله چې د نښلېدنې سره د ټولو نښلېدلو اجزاود ځانګړې ويجاړېدنې حالتونه رامنځته شي . د څنډې ګاډر لپاره موډل پايې ته د مومنټونودنهايې وېشنه اټکلې اندازه ورکوي . د ګاډر موډل يوازې په نظري لحاظ په پام کې نيول کېږي او د محاسبې لپاره نه کارول کېږي .

2- د (ACI) کود مروجه محاسبوي طريقه (J_c طريقه) : د دې طريقې په واسطه د پايې ګردچاپيره بحراني مقطع کې اعظمي عرضاني تشنجات د پوښښ تختې - پايې نښلېدنو کې د د مومنټونو او عرضاني قوي د انتقال لپاره د لاندې فورمول په واسطه محاسبه کېږي:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_u c}{J_c} \quad \text{..... (37.2)}$$

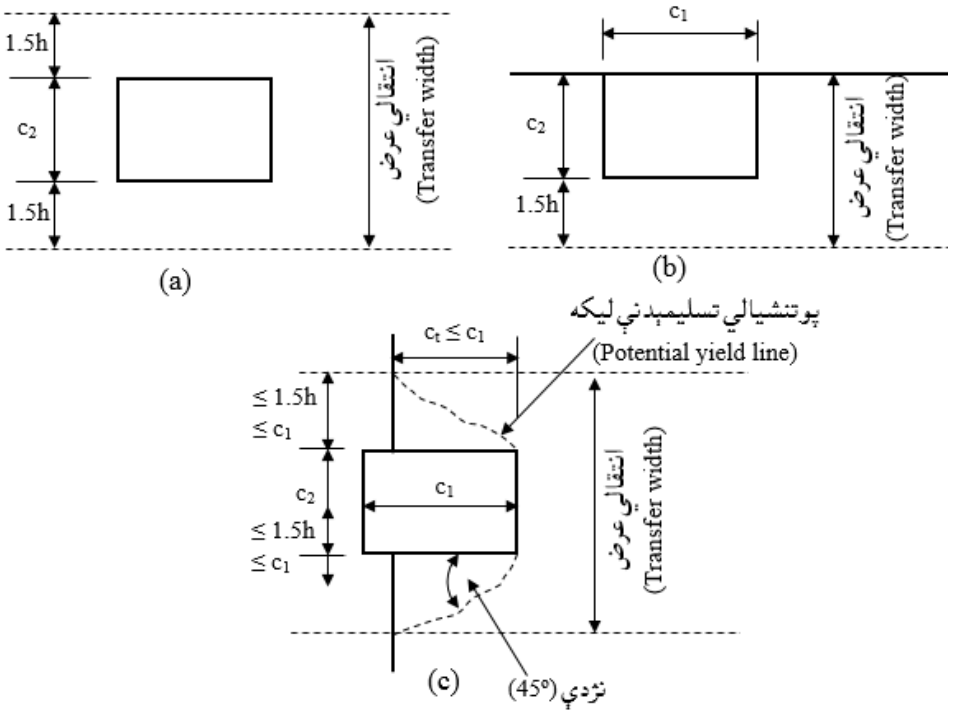
دلته (b_o) د بحراني مقطع محيط دی. (d) فعاله ارتفاع ده . (J_c) د بحراني مقطع اغېزمن قطبي انرشيايې مومنټ دی . (V_u) له پوښښ تختې څخه پايې ته نهايې يا ضريبي شوې انتقالېدونکې عرضاني قوه ده . (M_u) هغه ضريبي شوې مومنټ دی چې په نښلېدنه کې انتفالېږي . (c) د بحراني مقطې له ثقل مرکز څخه د محيط تر څنډې پورې فاصله ده ، چېرته چې (v_u) محاسبه کېږي . (γ_v) د مومنټ اصطکاک دی ،چې په بحراني مقطع کې دعرضاني تشنجاتو په انتقال کې رامنځته کېږي او په لاندې ډول تعريفېږي :

$$\gamma_v = 1 - \gamma_f \quad \text{.....(38.2)}$$

دلته : (γ_f) د مومنټ اصطکاک دی ،چې دمستقيمې کړېدنې له امله انتقالېږي (516:10).

په (37.2 - فورمول) کې (J_c) د مقطع خاصیت دی چې د عرضاني قوي بحراني مقطع د ثقل مرکز محور ته قطبي انرشیایې مومنټ سره یو شانته دی . د (γ_v) او (J_c) د محاسبې لپاره په لاندې ډول تفصیلي بحث تر سره کېږي :

په پوښښ تخته کې کافي سیخان اړین دي چې په انتقالي عرض کې ځای په ځای شي، تر څو د مومنټ انتقالي اصطکاک ($\gamma_f M_u$) وزغمي . د (ACI) کود (13.5.3.2) برخه انتقالي عرض د پایې عرض (c_2) جمع د پایې په هرلورې د پوښښ تختې یا ډراپ د ضخامت (1.5) ځلې سره مساوي قبلوي (54b.2- شکل) . د هغه مومنټونو لپاره چې د څنډې پوښښ تختې سره عمودي انتقالېږي ، چېرته چې د څنډې ګاډر شتون ونه لري ، نو د (ACI) کود په محاسبه کې لکه د (54c.2- شکل) په څېر د نرې انتقالي عرض د کاربدنې وړاندېز کوي .



56.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنو سره د انتقالي عرض پېژندنه. (a) داخلي پایه، (b) د څنډې سره دموازې انتقال شوي مومنټ سره خارجي پایه او (c) د څنډې سره دعمودي انتقال شوي مومنټ سره خارجي پایه (7 :82) .

د (ACI) کود د (1962) ز کال د راپور له مخې کله چې د پوښښ تختې څنډې ته مومنټ عمودي انتقال شي ، نو ($\gamma_v = 0.20$) په پام کې نیول کېږي ، دا ځکه چې (80%) سلنه مومنټ د مومنټ په وړاندې ځای په ځای شویو سیخانو ته انتقالېږي او پاتې (20%) سلنه د عرضاني تشنجاتو په واسطه هغه بحراني مقطع ته چې د پایې ګردچاپیره د (d/2) په فاصله موقعیت لري انتقالېږي . خو د حانسن (Hanson) د تجربې له مخې د مربعي پایو ، د داخلي پوښښ تختې - پاې نښلېدنې کې (60%) سلنه مومنټ په سلب کې د کېږدنې په وړاندې مقاومو سیخانو ته انتقالېدونکې فرض شوط دی . د کېږدنې په واسطه انتقالېدونکې مومنټ د (ACI) کود له مخې د لاندېنې فورمول په واسطه پیداکېږي :

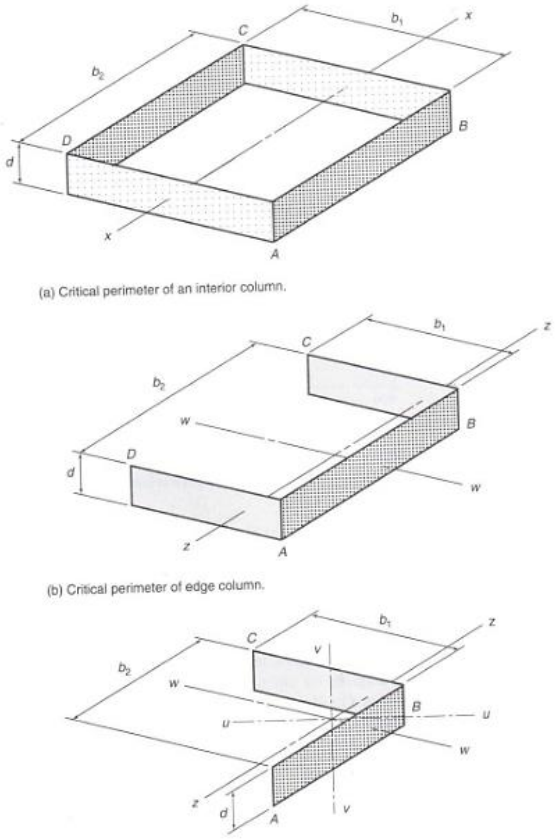
$$\gamma_f = \frac{1}{1+\left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad \text{..... (39.2)}$$

دلته : (b_1) د بحراني مقطع مجموعي محیط دی ، چې (x) محور ته کوم چې مومنټ پرې عمل کوي عمودي حسابېږي . او (b_2) محور سره موازي مجموعي عرض دی (55.2-شکل). د مربعوي بحراني مقطع لپاره ($b_1 = b_2$) ، (γ_f) ، (60) او ($\gamma_v = 1- \gamma_f$) ، (40) دا مانا لري چې پایې ته (60%) سلنه غیرمعادل مومنټ د پوښښ تختې د انحنایې سیخانو په واسطه او (40%) سلنه د غیرمتناظره عرضاني تشنجاتو په واسطه انتقالېږي . د حانسن (Hanson) د تجربې له مخې د ($b_1 = b_2$) لپاره ($\gamma_f = 0.60$) ، خو د اړخ دیوال سره د پوښښ تختې د نښلېدنې په حالت کې ($\gamma_f = 1$) او د اوږد دیوال په اخره کې د نښلېدنې په حالت کې ($\gamma_f = 0$) پیشنهاد شوې دی (516:10) .

د (ACI) کود په (13.5.3.3) برخه کې محاسبه کوونکي انجنیر کولی شي چې د (γ_f) قیمت له (0.6) څخه (1.0) ته لوړ کړي ، که د (V_u) قیمت په نښلېدلې برخه کې د (ϕV_n) له (0.75) ځلې څخه کوچنی وی . په همدې شانته په کنج کې د نښلېدنې لپاره د(γ_f) قیمت لوړېدنه هم په پام کې نیول کېږي ،کله چې (V_u) له ($0.5\phi V_c$) څخه لږ شي . د داخلي

ننبلېدنو لپاره د (γ_f) ډېرېدنه (25%) سلنه په پام کې نیول کېږي ، کله چې (V_u) له ($0.4\phi V_c$) څخه لږ شي (516,517:10).

3- متبادله تحلیل طریقه (Altenate Analysis Method) : د څنډې پایو سره د مومنټ او عرضاني قوي انتقال لپاره د متبادلې طریقې څخه مخکې د (ACI) کود په مروجه طریقې بحث تر سره شو. همداراز الیکساندر (Alexander) او سیمونډز (Semmonds) د متبادل تحلیل طریقه پیشنهادکړله چې د څنډې ننبلېدنو سره د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو د ارزونه په اسانه توګه تر سره کوي . دا طریقه د (ACI) کود د مروجه طریقې د بشپړه توضیح کولو څخه وروسته توضیح کېږي .

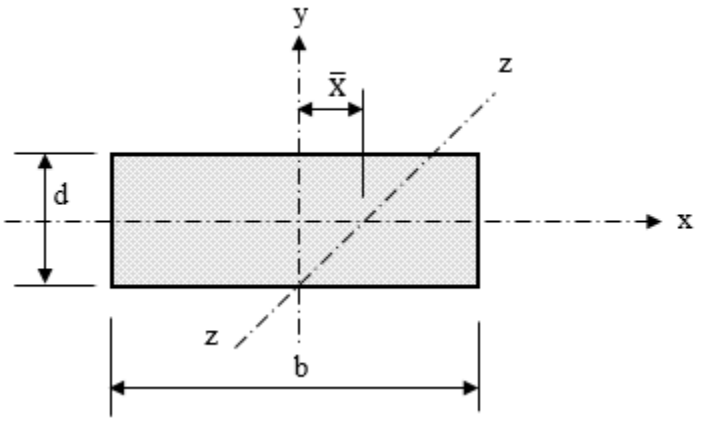


57.2- شکل: ښودل شویو محورونو ته د کړېدنې لـــپاره د عرضاني قوي بحراني محیط. (a) داخلي پایې بحـــراني محیط، (b) د څـــنډې پایې بحـــراني محیط او (c) د کنج پایې د عرضاني قوي بحراني محیط (708:15) .

د عرضاني قوي د محيط خواص (Properties of the Shear Perimete) : د (ACI) کود د محاسبې د کړنلارې له مخې د پوښښ تختې - پايې داخلي ، څنډې او کنج د نښلېدنو سره د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال د تحليل لپاره (55.2- شکل) او (37.2- فورمول) کارېږي ، تر د عرضاني قوي په بحراني مقطع کې عرضاني تشنجات محاسبه شي . د (J_c) اصطلاح د (ACI) کود په واسطه تشريح شوې ده ،چې خواص يې د نښلېدنې سره دانرشيا قطبي مومنټ د عرضاني قوي محيط د خواصو سره ورته دي . د (J_c) د پيداکولو لپاره لکه د (55.2- شکل) په څېر د عرضاني قوي بحراني مقطع په دوو، درېيواو څلورو لورو وېشل کېږي ، چې د هرلوري د ځانګړو قطبي انرشيا اغېزمنومومنټونو له مجموعي څخه د (J_c) قيمت حاصلېږي .

لاندې (56.2- شکل) کې د (55b.2- شکل) د د بحراني محيط د (A-D) د درېيو ابعادومستطيل ښودل شوې دی . د دې مستطيل قطبي انرشيايې مومنټ (z-z) محور ته ، کوم چې د مستطيل په پلان عمودي واقع او د مستطيل د ثقل له مرکزه د ($\bar{x}$) په فاصله بې ځايه شوی دی ، مساوي کېږي په :

$$J_c = (I_x + I_y) + (bd)\,\bar{x} = \left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (bd)\,\bar{x}^2 \ldots\ldots\ldots (40.2)$$



58.2- شکل: ديوه لوري د قطبي مومنټ د پيداکړلو لپاره په پام کې نيول شوی مستطيل (15 :709) .

د عرضاني قوې د بحراني مقطع د څلورواړه لورو د ثقل مرکز په (55a.2-شکل) کې ښودل شوی دی ، چې د (DA) او (CB) لورو څخه تېرېږي او ($c_{AB} = c_{CD} = b_1/2$) سره

کېږي. د (55a.2-شکل) ترڅلي مستطيلي مقطع د اغېزمن قطبي انرشيايې مومنټ محاسبه، د (Jc) د اقتباس شوې د (x-x) محور په واسطه سورې شو ې ځانګړې لوري لپاره جمع د محورونو دوو لورو سره موازي انازې سره يو شانته دی.

$$J_c = J_c \text{ (about X-axis for faces AD and BC)} + A\bar{x}^2 \text{ (faces AB and CD)}$$

$$J_c = 2(I_x + I_y) + 2(b_2 d)\left(\frac{b_1}{2}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\

$$c_{AB} = \frac{\text{moment of area of the sides about AB}}{\text{area of the sides}} = \frac{2(b_1 d)b_1/2}{2(b_1 d)+ b_2 d} \text{ ..... (41.2)}$$

د عرضاني محيط قطبي مومنټ مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about z-axis for faces AD and BC) + $A\bar{x}^2$ (face AB)

$$J_c = 2\left[\left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}^2\right)\right] + (b_2 d)\, c_{AB}^2 \text{..... (42.2)}$$

که مومنټ په يوه عمودي محور د څنډې سره واقع شي ، نو ($c_{BC} = c_{AD} = c = b_2/2$) کېږي او قطبي مومنټ د مقطع درېيو لورو ته مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about w-axis for faces AB) + $A\bar{x}^2$ (face BC and AD)

$$J_c = \left(\frac{b_2 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_2^3}{12}\right) + 2(b_1 d)\, c^2 \text{..... (43.2)}$$

د څنډې پايې لپاره که د محيط دوه لوري لکه د (55c.2- شکل) په څېر د (b_1) او (b_2) لوري ښودل شوی وی ، نو د (z-z) محور ته د ثقل مرکز موقعيت مساوي کېږي په :

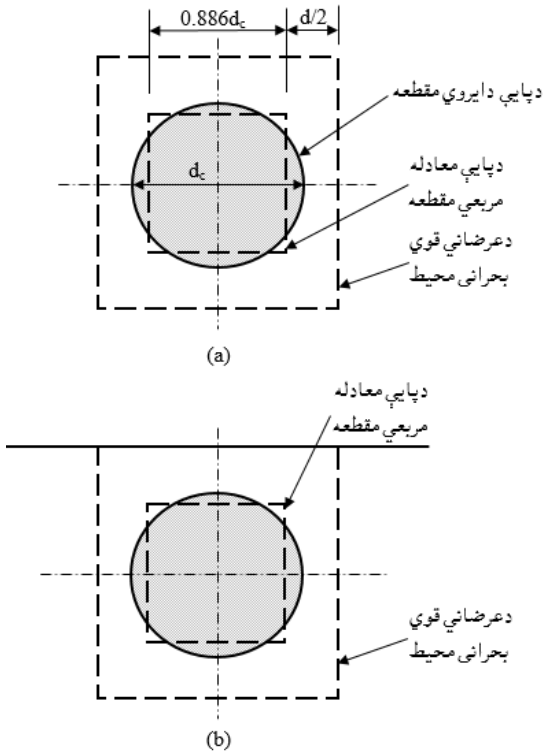
$$c_{AB} = \frac{(b_1 d)b_1/2}{b_1 d+ b_2 d} \text{ ..... (44.2)}$$

د عرضاني قوې د محيط قطبي مومنټ مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about z-axis for faces BC) + $A\bar{x}^2$ (face AB)

$$J_c = \left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}^2\right) + (b_2 d)\, c_{AB}^2 \text{... (43.2)}$$

د دايروي پايو لپاره : د (ACI) او (ASCE) په واسطه د عرضاني قوې او مومنټ په مرکبه توګه محاسبې داسې سپارښتنه کېږي چې د دايروي مقطع لرونکي پايې د عرضاني قوې محيط ، د مربعي مقطع پر بنسټ چې د ثقل مرکزيې د دايروي مقطع د ثقل مرکز او د محيط اوږدوالی سره يوشانته دی . په دې حالت کې د پايې د معادلې مربعي مقطع دلوري اوږدوالی د ($c = \sqrt{\pi}\, d_c/2 = 0.886 d_c$) سره مساوي کېږي . دلته (d_c) د پايې د مقطع قطر دی . په لاندې (57.2- شکل) کې د دايروي پايې د معادلې مقطع او د عرضاني قوې د بحراني مقطع ښودل شوې دي .



59.2- شکل: دايروي پايو سره د مومنټونو او عرضاني قوو د انتقال لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط. (a) د داخلي پايې لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط او (b) د بيروني پايې لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط (15 :712) .

په مرکبه توګه د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د اعظمي تشنجاتو لپاره د باربدنې ساحه : د پايو په ګردچاپيره په بحراني مقطعو اعظمي عرضاني تشنجات چې د پوښښ تختې پرې تکيه کوي ، بايد د بارونو ترکيبي حالت چې د ثقلي بارونو او مومنټ له امله عرضاني تشنجات مجموعه د اعظمي اندازې په ځېرامنځته کوي .

الف - د داخلي پايو لپاره : اعظمي عرضاني تشنجات په عمومي توګه هغه مهال رامنځته کېږي ، کله چې د فرش ټول پنيلونه يا د پايې ګردچاپيره فرش په بشپړه توګه دضرېبي شويو ژوندیو او مړبارونو په واسطه بارشوې وي ، سره له دې که نژدې وايې په ځرګنده توګه يوبله سره ببلابېلې فاصلي ولري . دباربدنې دويم حالت کې يوازې د اوږد لوري نژدې وايې په بشپړه توګه دضرېبي شويو ژوندیو او مړبارونو په واسطه بارشوې

وي ، بايد د پاملرنې لاندې ونيول شي . د باربدنې دا حالتونه ښايي ډېر انتقالي مومنټ ، خو لږه عرضاني قوه رامنځته کوي .

ب - د څنډې پايو لپاره : (a) په هغه حالت کې چې مومنټ د څنډې د محور سره موازي عمل وکړي ، د عرضاني اعظمي تشنجاتو لپاره بحراني باربدنه په بشپړه توګه دضريبي شويو ژوندیو او مړبارونو په په يوه ځای په يوه مهال پايې ته د نژدې پنيلونو په دواړو څنډو واقع شوې وي .

(b) په هغه حالت کې چې مومنټ د څنډې د محور سره عمودي عمل وکړي ، اړينه ده چې دوه حالتونه بايد په پام کې ونيول شي : لومړي داچې په دواړونژدې پنيلونو په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه عمل کړی وي ، په دې حالت کې اعظمي عرضاني قوه او لږ انتقالي مومنټ رامنځته کېږي . دويم داچې که په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه د دوو نژدې پنيلونو يوازې په اوږدو لورو کړی وي ، نو په دې حالت کې ډېر انتقالي مومنټ او لږه عرضاني قوه رامنځته کېږي .

ج - د کنج پايو لپاره : د باربدنې په داسې حالت کې چې په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه د پوښښ سيستم په ټولو پنيلونو باندې عمل کړی وي ، نو له دې امله باربدنې له امله عرضاني تشنجات په نارمل توګه رامنځته کېږي .

د عرضاني قوي ثقل مرکز ته د مومنټ محاسبه : د تشنجاتو وښنه د (58.2- شکل) له مخې چې په هغې کې د عرضاني قوی محيط ثقل مرکز ته د (V_u) او د دې محيط د ثقل مرکز محور ته د (M_u) د واقع کېدنې له امله محاسبه کېږي .

کله چې د ساختمان دتحليل سافتوير کارېږي، نو د (V_u) او د (M_u) قيمتونه دتکيه شوې پوښښ تختې لاندې پايې د ثقل مرکز يا اړخ سره محاسبه کېږي . دمستقيمې محاسبوي طريقې لپاره د (V_u) او د (M_u) قيمتونه په نارمله توګه د پايې په اړخ کې محاسبه کېږي . يوازې په استثنايې توګه د څنډې پايې ته د مومنټ د انتقال لپاره د

(ACI) کود د (13.6.3.6) برخې د لاربښوونې له مخې قیمت یې ($0.30M_o$) قبلېږي ، چې عامله نقطه یې د عرضاني قوی دبحرامني محیط دثقل مرکز په پام کې نیول کېږي .

د عرضاني قوی د محیط د ثقل مرکز څخه وروسته ساده معادل دیاګرام پیداکېږي ، چې د هغې له مخې د (V_u) او د (M_u) قیمتونو د پیداکولو لپاره چې د ثقل په مرکز کې عمل کوي . د (58a.2- شکل) ښیي چې په بیروني یا خارجي پایه کې مومنټ او عرضاني قوي په سر داسې محاسبه کېږي چې د پایې د اړخ سره واقع شوې وي یا عمل کوي . معادله محاسبه کولی شو د بحراني محیط د ثقل په مرکز کې د مومنټ او عرضاني قوی د محصلې د پیداکولو لپاره وکاروو ، چې په (58a.2- شکل) کې ښودل شوی دی . په همدې توګه کولی شو چې د (58b.2- شکل) په څېر د مومنټ او عرضاني قوی د لومړنۍ محاسبې لپاره یې د پایې د ثقل په مرکز د عامل په ډول قبول کړو . د داخلي پایې لپاره د عرضاني محیط د ثقل مرکز محور باید د پایې د ثقل له مرکزه تیر شي . کله چې د داخلي پایې د اړخونو سره د عرضاني قوی او مومنټ لومړني یا ابتدائیي قیمتونه پیداشو، نو معادله محاسبه یې په (58c.2- شکل) کې ښودل شوې ده ، چې د هغې له مخې کولی شو د عرضاني قوی د محیط د ثقل په مرکز کې عرضاني قوه او مومنټ پیداکړو ، خو که د داخلي پایې سره نژدې سوری (opening) وي ، نو د پایې د ثقل مرکز سره د عرضاني قوی د محیط ثقل مرکز په یوځای کې نه واقع کېږي، نو اړینه ده یوځه تنظیم او سمون په پام کې ونیول شي ، تر څو محاسبه تر سره شي لکه په په (58c.2- شکل) کې ښودل شوي دي . په دواړو اساسي لورو د مومنټ د انتقال په پام کې نیونه : د دې حالت لپاره د(37.2- رابطه) په لاندې ډول لیکل کېږي :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_{u1} c}{J_{c1}} \pm \frac{\gamma_v M_{u2} c}{J_{c2}} \quad \text{..... (44.2)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (V_u) ، (M_{u1}) او (M_{u2}) په ترتیب سره په دوو اساسي محورونو په لورو عرضاني قوه او مومنټونه دي ، د (J_{c1}) او (J_{c2}) بارونو ترکیب لري او د

(c) قیمتونو پورې اړه لري او په محاسبوکې په تیبیک ډول سره (ϕv_n) له (ϕv_c) ډېر وي(705-715:15) .

کله چې په بیروني یا خارجي نښلېدنو کې په مرکب ډول سره د عرضاني قوی او مومنټ د انتقال له امله اعظمي عرضاني تشنجاتو د بدیل تحلیل لپاره الکساندر (Alexander) او سیمونډز (Simmonds) لاندې رابطه وړاندیزکړله :

$$v_u = 0.65 \text{ x } \frac{V_u + \frac{M_{u,face}}{4d}}{(c_1+c_2)d} \quad \text{..... (45.2)}$$

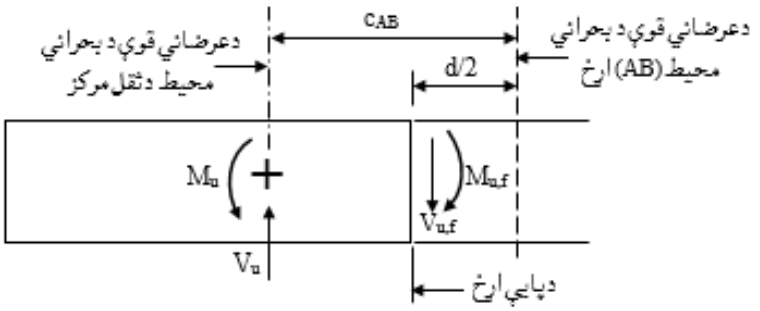
د پوښښ تختې - پایې په نښلېدنو لپاره د عرضاني قوی او مومنټ د انتقال له امله عرضاني سیخانو د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عمل کېږي :

(a) کله چې پوښښ تختې عرضاني سیخان ونه ولري ، نواعظمي عرضاني ضریبي شوې تشنجات باید د لاندې شرط څخه ډېر نه شي :

$$\phi v_n = \phi(V_c)/(b_o d) \quad \text{.....(46.2)}$$

(b) کله چې پوښښ تختې عرضاني سیخان ولري ، نواعظمي عرضاني ضریبي شوې تشنجات باید د لاندې شرط څخه ډېر نه شي :

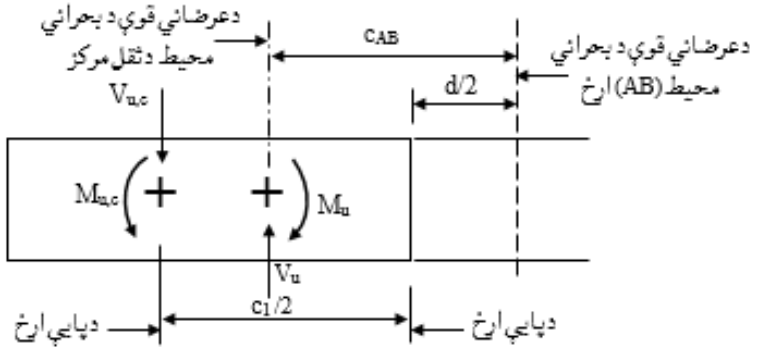
$$\phi v_n = \phi(V_c + V_s)/(b_o d) \quad \text{.....(47.2)}$$



(a)

$$V_u = V_{u,f}$$

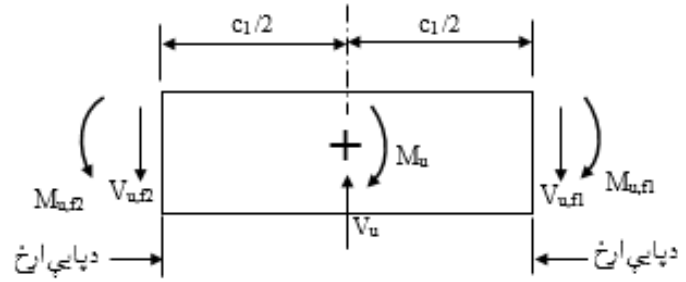
$$M_u = M_{u,f} + V_{u,c} - (c_{AB} - d/2)$$



(b)

$$V_u = V_{u,c}$$

$$M_u = M_{u,c} + V_{u,c} - [(c_1/2 - (c_{AB} - d/2)]$$



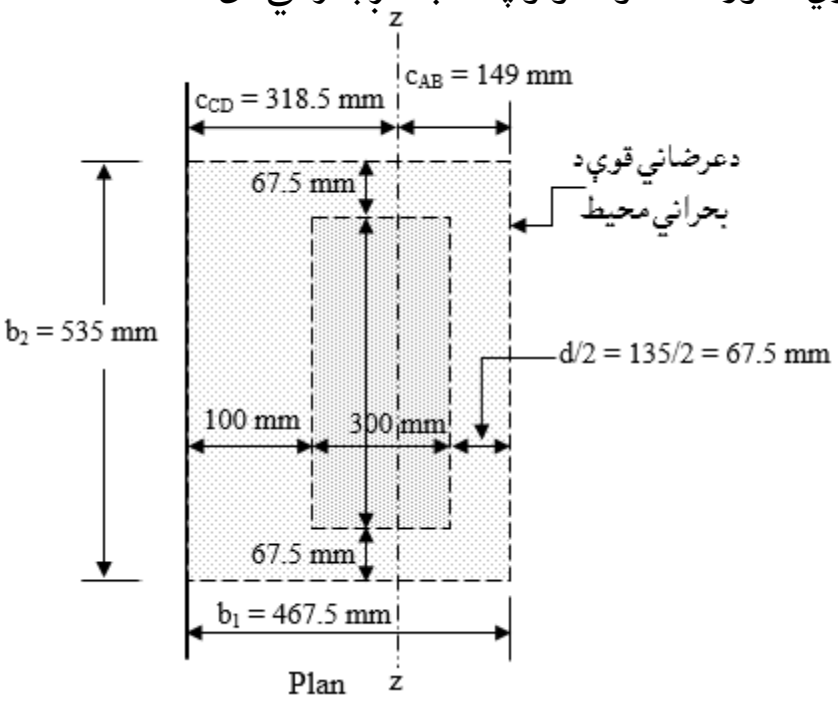
(c)

$$V_u = V_{u,f1} + V_{u,f2}$$

$$M_u = M_{u,f1} + M_{u,f2} + (V_{u,f1} - V_{u,f2})\, c_1/2$$

60.2- شکل : د بحراني محيط د ثقل مرکز سره د مومنټ او عرضاني قوې د انتقال محاسبه . (a) بيروني پايه چې مومنټ او عرضاني قوه يې له اړخه پيلېږي ، (b) بيروني پايه چې مومنټ او عرضاني قوه يې له مرکزه پيلېږي او (c) داخلي پايه چې مومنټونه او عرضاني قوي يې له اړخه پيلېږي (15 :713).

18.2- مثال : که یوه (400 mm x 300mm) ابعاد لرونکي پایه لکه څنګه چې په لاندې شکل کې ښودل شوي ده ، د بې له ګاډر هواره پوښښ تختې له څنډې څخه په (100 m) فاصله کې واقع وي . کـه د پــوښښ تخــتې ضخامت (160 mm) اومنځنۍ فعاله ارتفاع (135 mm) ، (f'_c = 25 MPa) ، (f_y = 420 MPa) اود مستقیمي محاسبوي طرېقې په واسطه په لاس راغلی ستاتیکي مومنټ قیمت (M_o = 206 KN. m) او د څنډې پنیل لپاره عرضاني قوه (139 KN) وي . همدارازد پایې له مرکزي لیکې څخه د پوښښ تختې د (150 mm) وتلې برخې ضریبي شوې عرضاني قوه (18 KN) وي . باربدنه د دې لامل کېږي چې د مومنټ محور د څنډې سره عمود او د (z-z) محور، د څنډې سره موازي محور، ته د مومنټونو په نسبت لږ بحراني دی .



حل :

1- د عرضاني قوي د بحراني محیط ټاکل : د عرضاني قوي بحراني محیط د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله موقیعیت لري . دا ځکه چې د پوښښ تختې څنډه د پایې د بیروني اړخ څخه د (2h) په فاصله لری واقع ده .

2- د عرضاني قوي دمحیط د ثقل مرکز مساوي کېږي په :

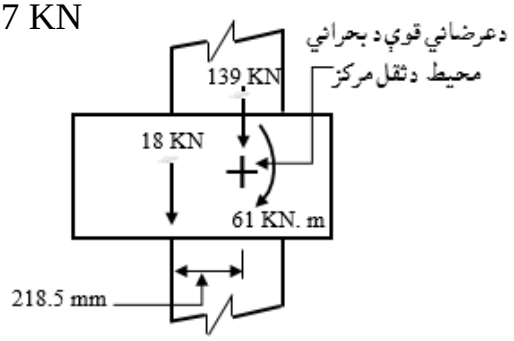
$$c_{AB} = \frac{\Sigma Ay}{A} = \frac{2\ (467.5 \text{ x } 135)\text{x } (\frac{467.5}{2})}{2\ (467.5 \text{ x } 135)+(535 \text{ x } 135)} = 149 \text{ mm}$$

$c_{AB} + c_{CD} = 467.5$ mm $\Rightarrow c_{CD} = 467.5 - c_{AB} = 467.5 - 149 = 318.5$ mm

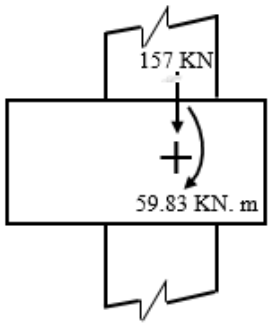
3- د عرضاني قوي د محيط ثقل مرکز ته د مومنټ پيداکول : د پوښښ تختې د هغې برخې لپاره چې وايې يې د څنډې د پايې او د لومړۍ منځنۍ پايې د مرکزي ليکې تر منځ واقع ده، د (ACI) کود د (13.6.3.6) برخې د تعريف له مخې د څنډې پايې ته انتقالېدونکې مومنټ د ($0.30M_o = 0.30 \text{ x } 206 = 61.8$ KN. M) سره مساوي کېږي . دا مومنټ بايد دعرضاني قوي د محيط ثقل مرکز ته داسې فرض شي چې (V_u) د څنډې پنيل څخه په همدې نقطه عمل وکړي . د پوښښ تختې هغه برخه چې د پايې د مرکزي ليکې څخه بيرون واقع ده ($V_{uc} = 18$ KN) عرضاني قوه لري ، چې (150 mm) فاصله کې عمل کوی ، چې د عرضاني محيط د ثقل له مرکزه د (318.5 – 250 = + 68.5 mm) عمل کوي ، نو د عرضاني قوي مرکز ته مجموعي مومنټ او عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$M_u = 61.8 - (18 \text{ x } 0.2185/2) = 59.83$ KN. m

$V_u = 139 + 18 = 157$ KN



دمستقيمې محاسبوي طريقې له مخې مومنټونه



دعرضاني قوې د ثقل مرکز ته مومنټونه

4- د (ϕV_c) او ($V_u/\phi V_c$) پیداکول : د (V_c) کوچنی قیمت مخکې د فورمول په واسطه ورکړل شوې دی او($\phi = 0.75$) قبلېږي . نو (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = (2 + \frac{4}{\beta})\sqrt{f'_c}\, b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{400}{300} = 1.33$$

$$(2 + \frac{4}{1.33}) = 5.01 > 4 \text{ (does not govern)}$$

د بحراني محیط د کچې په پام کې نیولو سره (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = (\frac{\alpha_s}{b_o} + 2)\sqrt{f'_c}\, b_o d$$

د څنډې پایې لپاره ($\alpha_s = 30$) او ($b_o = 2 \text{ x } 467.5 + 535 = 1{,}470 \text{ mm}$) ، نو (30x135/1,470) + 2 = 4.8 > 4 (does not govern)، نو په پایله کې (V_c) په لاندې ډول پیداکوو:

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75 \text{ x } \frac{1}{3} \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 1{,}470 \text{ x } 135 = 248.06 \text{ KN}$$

په پایله کې ($\phi V_c = 248.06$ KN) او ($V_u/\phi V_c = 157/248.06 = 0.633$) کېږي .

5- د کږېدنې یا انحناء په واسطه د انتقال شوې مومنټ د اصطکاک ضریب (γ_f) پیداکول :

$$\gamma_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{467.5}{535}}} = 0.616$$

د (ACI) کود (13.5.3.3) برخه تجویزوي چې (γ_f) تر (1.0) پورې ډېرېدلی شي، که ($V_u/\phi V_c$) له (0.75) څخه ډېر نه شو او په پایله کې ($\rho \leq 0.375\rho_b$) کله چې د پایې د مرکز د عرض فاصله ($c_2 + 3h$) وي . د څلورم قدم څخه لرو چې ($V_u/\phi V_c = 0.633$) د ي ، نو ځکه ($\gamma_f = 1.0$) قبلوو او د سیخانو چک کول اړین دي .

6- د کږېدنې یا انحناء په واسطه د انتقال شوې مومنټ لپاره د سیخانو محاسبه کول :

څرنګه چې د کږېدنې یا انحناء لپاره اغیزمن عرض مساوي کېږي په :

$$(b = c_2 + 3h = 300 + 3 \text{ x } 160 = 780\text{mm})$$

مومنټ (1.0 x 59.83 KN. m = 59.83 KN. m) سره مساوي کېږي او ($jd = 0.9d$) قبلوو، نو د سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

(M_u = 130.9 KN. m)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{59.83 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 780 \text{ x } (135)^2} = 4.68 \text{ N/mm}^2 = 0.74 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 4.68}{0.85 \text{ x } 30}}\right)\right] = 0.0127$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y}\left(\frac{600}{600+f_y}\right) = 0.85 \text{ x } 0.85 \text{ x } \frac{25}{420}\left(\frac{600}{600+420}\right) = 0.0253$$

$0.375\rho_b = 0.375 \text{ x } 0.0253 = 0.0095$

داچې ($\rho > 0.375\rho_b$) شو ،نود (γ_f) نه شي کېدای چې (1.0) ته لوړ شي . مونږبايد دا داسې فرض کړو چې يوه داسې قيمت ته لوړ شي چې د (0.616) او (1.0) قيمتونو تر منځ وي ، نو له دې امله د (ρ) قيمت داسې بايد په پام کې ونيول شي چې د مقاوم مومنټ لپاره يې قيمت له ($0.375\rho_b$) څخه ډېر نه شي . مونږ په د خپلې خوښې سره (8N12) سيخان قبلوو ، چې مساحت يې (A_s = 904 mm^2) کېږي = (ρ = 0.00856 < $0.375\rho_b$ = 0.0095) کېږي ،چې (ϕM_n) مساوي کېږي په :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{904 \text{ x } 420}{0.85 \text{ x } 25 \text{ x } 780} = 23 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 904 \text{ x } 420 \text{ x } (135 - 23/2) = 46.89 \text{ KN. m} = \gamma_f M_u$$

هغه مومنټ چې د عرضاني قوي په واسطه اتنقالېږي مساوي کېږي په :

$\nu_u M_u = 59.83 - 46.89 = 12.94$ KN. m

7 - د څرخېدنې انرشيايې مومنټ (J_c) پيداکول : (J_c) د (z-z) محور ته د مومنټونه د عامل کېدنې په حالت کې په لاندې ډول پيداکېږي :

$$J_c = 2\left[\left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}\right)^2\right] + (b_2 d)\, c_{AB}^2$$

$$J_c = 2\left[\left(\frac{467.5\, x\, (135)^3}{12}\right) + \left(\frac{135 \text{ x } (467.5)^3}{12}\right) + (467.5 \text{ x } 135)\left(\frac{467.5}{2} - 149\right)^2\right] + (535 \text{ x } 135) \text{ x } (149)^2 = 0.5 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4.$$

8- د عرضاني تشنجاتو پيداکول :

$$\nu_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_u c}{J_c} = \frac{157{,}000}{(1{,}470 \text{ x } 135)} \pm \frac{(12.94 \text{ x} 10^6)c}{0.5\, x\, 10^{10}} = 0.80 \pm 0.0026c$$

د (AB) عرضاني تشنجات (c_{AB} = 149 mm) مساوي کېږي په :

$\nu_{u,\,AB}$ = 0.80 + 0.0026 x 149 = 1.2 MPa.

د (CD) عرضاني تشنجات (c_{CD} = 318.5 mm) مساوي کېږي په :

$\nu_{u,\,AB}$ = 0.80 - 0.0026 x 318.5 = - 0.03 MPa.

د څلورم قدم څخه د (ϕV_c = 248.06 KN) له مخې ($\phi\nu_c$) په لاس راړو :

$$\phi\nu_c = \frac{\phi V_c}{b_o d} = \frac{248.06\ x\ 10^3}{(1{,}470\ x\ 135)} = 1.25\ \text{MPa}$$

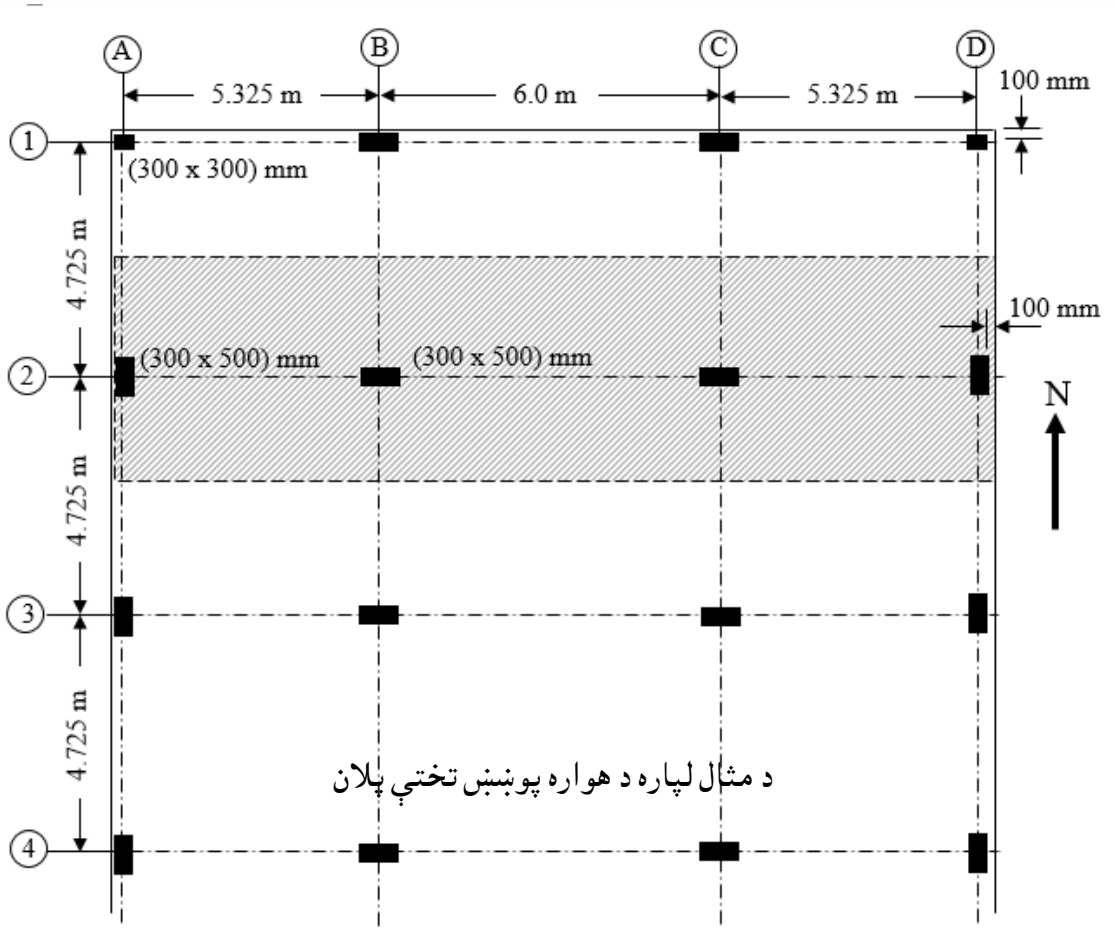
د پورتنيو محاسبو څخه حاصل شو چې ($\phi\nu_c$ = 1.25 MPa > ν_u = 1.2 MPa) ، نو په پايله کې د (400 mm x 300 mm) پايې چې په شکل کې ښودل شوې ده ګردچاپيره (8N12@125 mmC/C) سيخان ځای په ځای کېږي .

9- د اټکلي طربقې دقت په لاندې ډول چک کېږي :

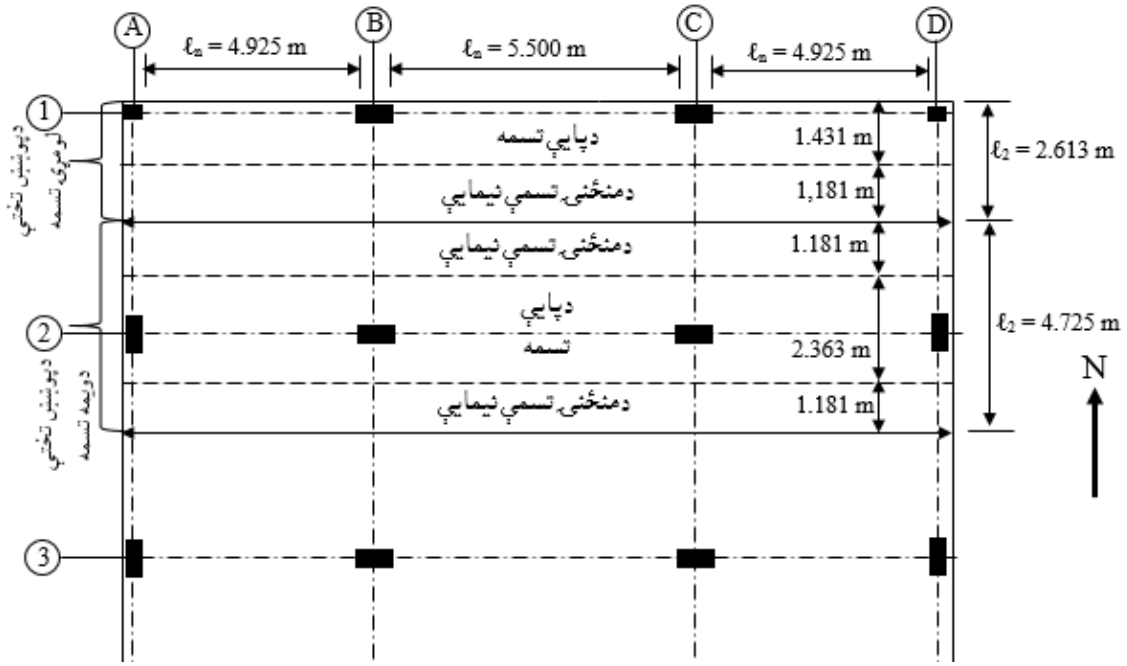
$$\nu_u = 0.65\ x\ \frac{V_u + \frac{M_{u,face}}{4d}}{(c_1+c_2)d} = 0.65\ x\ \frac{157{,}000 + \frac{12.94\ x10^6}{4\ x\ 135}}{(400+300)x\ 135} = 1.66\ \text{MPa}$$

د اټکلي طربقې په واسطه محاسبه شوې تسنجاتو قيمت په (AB) اړخ کې د محاسبه شرېي قيمت څخه نژدې (25%) سلنه ډېر دی .

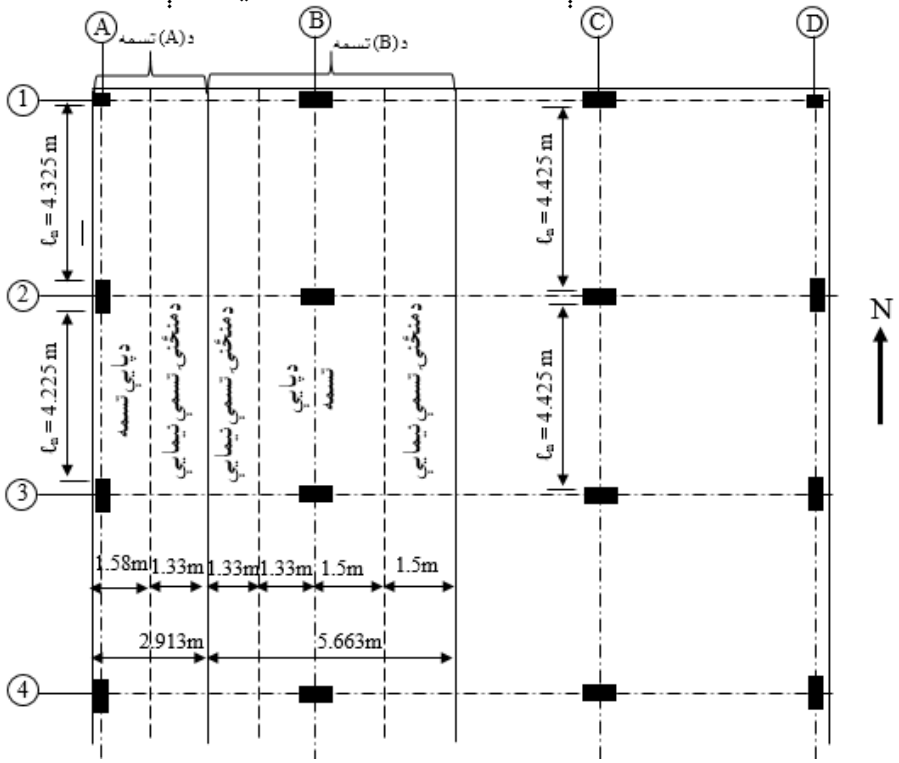
19.2- مثال : په لاندې شکل کې ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري او د خپل بار سربېره د جداکوونکو دیوالونو او فرشونو ($1.2\ KN/m^2$) مړ بار او ($2.4\ KN/m^2$) ژوندی بارپرې عمل کوي . د پوښښ تخته د تکیه شوې بیروني پایې د اړخ لـه پاسـه (100 mm) تیرېږي چې بیـرونی دیـوال د دیـوال په اوږدو کې (3.4 KN/m) وزن هم پرې تکیه دی . د پورې تر پورې ارتفاع (2.65 m) ، ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) او د پـوښښ تختې لاندې پایې (300 mm x 300mm) او (300 mm x 500 mm) ابعادلري ، محاسبه کړئ ؟



د مثال لپاره د هواره پوښښ تختې پلان



د پوښنې تختې ختيځه - لويديځه محاسبوي تسمې



د پوښنې تختې شمالي - جنوبي محاسبوي تسمې

حل : د بشپړه محاسبې لپاره ددواړو محاسبوي تسمې (ختیځه - لویدیځه او شمالي - جنوبي) ، چې د ختیخې - لویدیځې تسمې لپاره دپایې تسمه له (2) مرکزي لیکې او په څنډه کې د پایې تسمه له (1) مرکزي لیکې څخه تېرېږي .

1- د محاسبوي طرېقې ، د بارونو ترکیب او د مقاومت کمونکې ضریب ټاکنه : د (ACI) کود د (13.6.1) برخه د لاندېنیو شرایطو په بشپړېدنې سره د مستقیمې محاسبوي طرېقې کارېدنه تجویزوي :

(a) لږترلږه بایده په هرلوري درې وایې شتون ولري ، چې په دې مثال کې داشرط صدق کوي .

(b) د پنیل د اوږد او لنډ لوري د وایو د اوږدوالي نسبت باید له (2) څخه کوچنی وي، چې داشرط هم صدق کوي یانې د ټولو پنیلونو د اوږد او لنډ لورو داوږدوالی نسبت له (2) څخه کوچنی دی .

(c) د پرله پسې وایو د اوږدوالي توپیر باید داوږدې وایې د یوپردېیمې برخې څخه ډېر نه شي .(short span/long span ≥ 2 ⇒ 5.325/6 = 0.888 < 2) چې دا شرط هم صدق کوي .

(d) له مرکزیت څخه د پایو بیرون کېدنه د پرله پسې پایو د هریو مرکزي محورونو په نسبت د وایې د اوږدوالي د (10%) سلنې څخه باید ډېره فاصله ونه لري .

(e) ټول بارونه باید ثقلي او یو شانته وېشلی وي .

(f) ژوندی بار باید دېې له ضریبه مړ بار له دوه ځلې څخه ډېر نه شي . له جدول څخه په ګټې اخېستنې سره د پوښښ تختې ضخامتمساوي کېږي په :

$(\ell/36 = 6.0/36 = 0.167m \approx 0.17\ m)$

د پوښښ تختې اټکلي مړ بار مساوي کېږي په :

$(0.17 \times 24 + 1.2 = 5.28\ KN/m^2)$

نو له دې څرګنده شوه چې ژوندی بار ($2.4KN/m^2$) د مړبار($5.28\ KN/m^2$) د نیمایې اندازې څخه هم لږ دی ، نو داشرط هم صدق کوي .

(g) په دې مثال کې د پوښښ تختې په څنډو کې ګاډر نه شته ، نو له دې امله اړینه نه ده چې د ګاډر دواړو لورو ته د سختۍ (α_f) چک کړو ، نو د اشرط هم صدق کوي .

د پورتنیو شرطونو د تصدیق څخه دا مثال کولی شو د مستقطمي محاسبوي طریقې په واسطه حل کړو.

همداراز دبارونو د ترکیب لپاره ($W_u = 1.2DL + 1.6\ LL$) رابطه کاروو او هم په کږېدنه یا انحناء کې کموونکې ضریب ($\phi = 0.9$) د عرضاني قوو لپاره کموونکې ضریب ($\phi = 0.75$) قبلوو .

2- د پوښښ تختې ضخامت ټاکنه :

(a) په اصغري ډول د پوښښ تختې د څلوروټیپیکو پنیلونو ضخامت په لاندې ډول پیداکېږي :

د (1-2-A-B) (په بیروني کنج کې) پنیل لپاره :

$\ell_n = 5.325 - (0.30 + 0.10) = 4.925\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.164\ m$

د (1-2-B-C) (بیروني) پنیل لپاره :

$\ell_n = 6.0 - (0.50) = 5.50\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.183\ m$

د (2-3-A-B) (بیروني) پنیل لپاره :

$\ell_n = 5.325 - (0.30 + 0.10) = 4.925\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.164\ m$

د (2-3-B-C) (داخلي) پنیل لپاره :

$\ell_n = 5.0 - (0.50) = 5.5\ m \Rightarrow h = \ell_n/33 = 5.5/33 = 0.167\ m$

د پورتنیو محاسبو څخه د پوښښ تختې ($h = 190\ mm$) قبلوواو په لاندې ډول یې د عرضاني قوو په وړاندې ارزوو:

(b) د (B_1) او (B_2) پایولپاره د عرضاني قوي په وړاندې د ضخامت ارزونه په لاندې ډول تر سره کېږي :

د (B_1) پایې لپاره : د (z-z) محور ته اعظمي مومنټ هغه مها رامنځته کېږي چې په لاندې شکل کې د (E-F-G-H-E) ساحه ټوله د ژوندی بار په واسطه بار شي . په څنډې عمود محور ته هغه مهال اعظمي مومنټ رامنځته کېږي ، کله چې ژوني بارونه د (B)

لیکې د پایې په لوري واقع شي . دارنګه باربدنه نه کاربږي ، دا ځکه چې دا د ژوندي پورې ترڅنګ دی او عرضاني قوه د (E-F-G-H-E) ساحې باربدنې لپاره نیمه وي .

باري ساحه د پایې له څنډې یا کنج څخه د (0.5ℓ) په غځېدنې سره فرضېږي .

دشمالي - جنوبي پوښښ تختې تسمې شکل له مخې د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره باري ساحه مساوي کېږي په :

د(A1-A2) وایې لپاره : د دې وایې عرض د (A) مرکزي لیکې د پایې له مرکزه تر (B) لیکې پایې تر مرکزه پورې (5.325 m) دی ، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) پورې د (A) لیکې څخه غځېږي . د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250mm) سره مساوي کېږي . د (1) لیکې پایې له مرکزه د (2) لیکې پایې تر مرکزه پورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې د (1) لیکې څخه غځېږي . همداراز باري ساحه له (2) لیکې څخه د(1.182 m) په اندازه غځېږي ، خو عرضاني قوه باید د (1.15) ضریب په واسطه ډېره شي او د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250 mm) سره مساوي کېږي.

د (A2-A3) وایې لپاره : د دې وایې باري ساحه کټ مټ د(A1-A2) وایې دباري ساحې په څېر ده . د (2) لیکې پایې له مرکزه د (3) لیکې پایې تر مرکزه پورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې له (2) او (3) لیکې څخه غځېږي .

د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره باري ساحه (د لاندې شکل له مخې) :

د(B1-B2) وایې لپاره : د دې وایې عرض د (A) مرکزي لیکې د پایې له مرکزه تر (B) لیکې پایې تر مرکزه پورې (5.325 m) دی ، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) پورې د (B) لیکې څخه غځېږي ،خو عرضاني قوه باید د (1.15) ضریب په واسطه ډېره شي. له (B) مرکزي لیکې د پایې له مرکزه تر (C) لیکې پایې تر مرکزه پورې عرض (6.0 m) دی ، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 6.0 = 3.0m) پورې د (B) لیکې څخه تر (C) لیکې پورې غځېږي او د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250mm) سره مساوي

کېږي . د (1) لیکې پایې لـه مرکـزه د (2) لیکې پایې تـر مـرکـزه پـورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه یې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې د (1) لیکې څخه غځېږي . همداراز باري ساحه له (2) لیکې څخه د(1.182 m) په اندازه غځېږي ، خو عرضاني قوه باید د (1.15) ضریب په واسطه ډېره شي.

د(B2-B3) وایې لپاره : د دې وایې عـرض (5.325 m) دی ، نـو باري ساحه یې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) له (B) لیکې څخه غځېږي ،خو عرضاني قوه باید د (1.15) ضریب په واسطه ډېره شي. له (B) او (C) لیکو څخه (0.5 x 6.0 = 3.0m) پورې باري ساحه غځېږي . داچې د(A1) او(A2) وایو اوږدوالی سره یو شانته دی ،نو د (2) او (3) لیکو لپاره یې باري ساحه یې تر (0.5 x 4.725 = 2.363 m) پورې غځېږي .

کله چې د پنیل مساحت له ($0.26\ m^2$) یا ($400\ ft^2$) څخه ډېر شي ، نو دا ممکنه ده چې ژوندی بار مخکې له ضریبي کېدنې څخه راکم شي ، چې په داسې حالتونو کې د (q_u) یا (W_u) قیمت د هر پنیل لپاره توپیرکوي .

$$W_u = 1.2\ (0.19 \times 24 + 1.2) + 1.6 \times 2.4 = 6.912 + 3.84 = 10.752\ KN/m^2$$

منځنې فعاله ارتفاع مساوي کېږي په : $d = 190 - 35 = 155\ mm$

د مقاومت له مخې د عرضاني قوې په وړاندې د (B1) او (B2) پایو فعاله ارتفاع ارزوو:

د (B2) پایې لپاره : د دې پایې په اوږد لوري دعرضاني قوې بحراني محیط اوږدوالی (500 + 155 = 655 mm) او په لنډ لوري (300 + 155 = 455 mm) کېږي ، همدا راز عرضاني قوې مخکې له ضریبې کېدنې څخه باري ساحه په (1.15) ضریب کې ضربېږي . د عرضاني قوې بحراني محیط په لاندې ډول پیداکېږي :

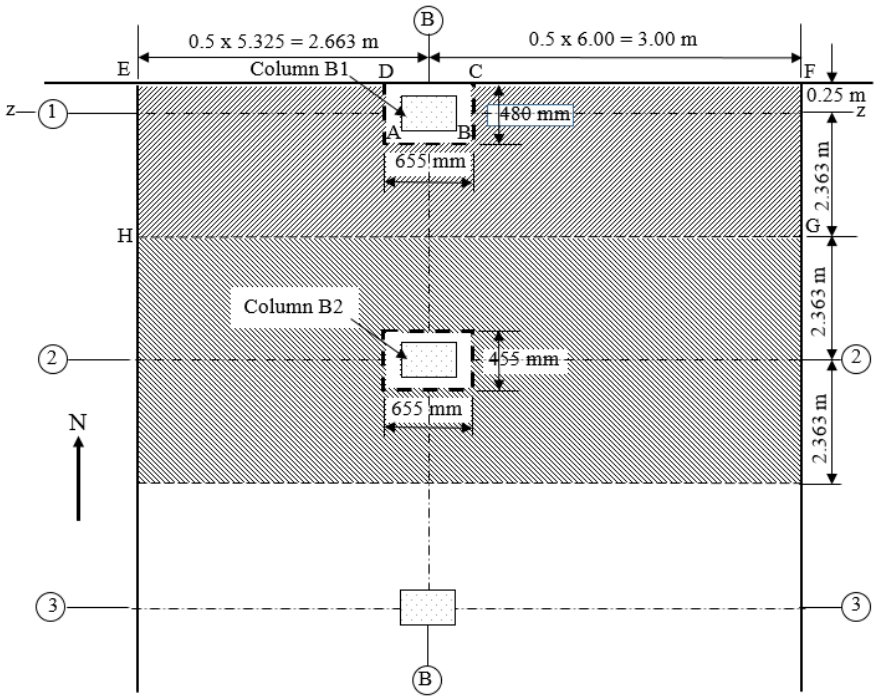
$b_o = 2\ (0.655 + 0.455) = 2.22\ m$

$V_u = 10.752\ [(2.663 \times 1.15 + 3.0) \times (2.363 \times 1.15 + 2.363) - (0.655 \times 0.455)]$

$V_u = 10.752\ [(6.0625) \times (5.0805) - 0.298] = 328\ KN$

$$V_c = (2 + \frac{4}{\beta})\sqrt{f'_c}\ b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{500}{300} = 1.67$$

$$(2 + \frac{4}{1.67}) = 4.4 > 4\ \text{(does not govern)}$$



د بحراني محيط د کچې په پام کې نيولو سره (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = (\frac{\alpha_s}{b_o} + 2)\sqrt{f'_c}\, b_o d$$

د داخلي پايې لپاره ($\alpha_s = 40$) ، نو (40x155/2,220) + 2 = 4.8 > 4 (does not govern)، نو په پايله کې (V_c) په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75x \frac{1}{3} x \sqrt{25} \text{ x } 2{,}220 \text{ x } 155 = 430.13 \text{ KN} > V_u = 328 \text{ KN}$$

څرنګه چې ($V_u/ \phi V_c = 328/430.13 = 0.763 > 0.4$) کېږي ، نو له دې امله تعديل ته کومه اړتيا نه شته، د غيرمعادل مومنټ نسبت د غيرمرکزي عرضاني تشنجاتو په واسطه دفع کېږي ($\gamma_v = 1 - \gamma_f$) . داچې دا نسبت له (0.8) څخه لږ دی ، نود پوښښ تختې ضخامت ښايي کافي ، کله چې داخلي نښلېدنې سره مومنټ او عرضاني قوه په مرکبه توګه انتقال شي .

د (B1) پايې لپاره :

$b_o = 2 \text{ x } 0.480 + 0.655 = 1.615 \text{ m}$

$V_u = 10.752\ [(2.663 \text{ x } 1.15+3.0) \text{ x } (2.363 + 0.250) – (0.480 \text{ x } 0.655)]$

$V_u = 10.752\ [(6.0625) \text{ x } (2.613) - 0.3144] = 167 \text{ KN}$

$V_c = (2 + \frac{4}{\beta}) \sqrt{f'_c}\, b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{500}{300} = 1.67$

$(2 + \frac{4}{1.67}) = 4.4 > 4$ (does not govern)

د بحراني محيط د کچې په پام کې نېولو سره (V_c) مساوي کېږي په :

$V_c = (\frac{\alpha_s}{b_o} + 2) \sqrt{f'_c}\, b_o d$

د داخلي پايې لپاره ($\alpha_s = 30$) ، نو $(30x155/1,615) + 2 = 4.9 > 4$ (does not govern)، نو په پايله کې (V_c) په لاندې ډول پيداکوو:

$\phi V_c = \phi \frac{1}{3} \sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75x \frac{1}{3} x \sqrt{25} \times 1,615 \times 155 = 313 \text{ KN} > V_u = 167 \text{ KN}$

څرنګه چې $(V_u/ \phi V_c = 167/313 = 0.534 < 0.75)$ کېږي ، نو له دې امله د انتقالي مومنټ لپاره د(γ_f) سمون ته اړتيا شته.

(c) د بيروني يا خارجي ګاډرونو لپاره د (γ_f) ضريب پيداکول : داچې په دې مثال کې د پوښښ تختې په څنډو کې ګاډرونه نه شته نو($\gamma_f = 0$) قبلېږي .

3- دپايې د(2) ليکې په اوږدو د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پيداکول :

د پوښښ تختې دا برخه د يوه سخت چوکاټ په څېر کارکوي چې (A2, B2, C2) (D2) پايو ترمنځ يې وايې واقع دي . د پوښښ تختې په دې تسمه کې د (A2-B2) او (C2-D2) پنيلونه وروستني او (B2-C2) داخلی پنيل دی . همداراز د (A2) او (D2) پايې بيروني يا خارجي پايې او (B2) او (C2) داخلي پايې دي .

دا محاسبې په لاندې ټيو جدولونو کې په اتو کرښو دامحاسبې په لاندې ډول تر سره کېږي:

لومړۍ کرښه (Line 1) - په دې کرښه کې د (ℓ_1) فاصله ښودل شوې ده چې د محاسبې لاندې تسمې په لوري دمرکزتر مرکزه فاصله ده.

دويمه کرښه (Line 2) - په دې کرښه کې د (ℓ_n) فاصله ښودل شوې ده چې د محاسبې لاندې تسمې په لوري خالصه فاصله ده.

دريمه کرښه (Line 3) - په دې کرښه کې د (ℓ_2) عرض دی چې په (ℓ_2) باندې عموددی، چې په شکل کې ښودل شوي دي .

څلورمه کرښه (Line 4) - په دې کرښه کې د (q_u) دبېلابېلو پنیلونو لپاره ښایي توپیرولري په ځانګړې توګه که دپنیل مساحت لوی وي چې د ژوندي بار په کمښدنې اغېزه کوي ، ښودل شوي دي .

پنځمه کرښه (Line 5) - کې دهرې وایې لپاره ستاتیکي مومنټ ښودل شوی دی .

شپږمه کرښه (Line 3) - په دې کرښه کې دجدول په پام کې نیولو سره په بیروني یاخارجي پنیلونو باندي د مومنټونو وېشنه ښودل شوې ده .

د وروستني پنیل بیروني پایې سره منفي مومنټ ($-0.26M_o$) ، په وروستنې وایې کې مثبت مومنټ ($0.52M_o$) ، د وروستنې وایې د داخلي پای سره منفي مومنټ (-0.70 M_o) او د داخلي پنیل لپاره : منفي مومنټ ($-0.65M_o$) او مثبت مومنټ ($0.35M_o$) نیول کېږي.

اوومه کرښه (Line 7) - په دې کرښه کې د داخلي پایو د (5) او (6) کرښو پایلې ، د نښلېدنې (Joint) سره د لوي منفي مومنټ لپاره د پوښښ تختې محاسبه ښودل شوې ده .

اتمه کرښه (Line 8) - په دې کرښه کې د (ACI) کود د (13.6.9.2) برخې د غوښتنې سره سم د ورکړل شوي له مخې داخلي پایې محاسبه شوې دي .

$$M_u = 0.07[\{1.2 \times (0.19 \times 24 + 1.2) + (0.5 \times 1.6 \times 2.4)\} \times 4.325 \times (5.5)^2 - -1.2\ (0.19 \times 24 + 1.2) \times 4.325 \times (4.925)^2] = 30.13\ KN.m$$

په پایله کې د داخلي پایود محاسبې لپاره مجموعي مومنټ (30.13KN.m) له نښلېدنې څخه په پاسنۍ او لاندېنۍ پایوترمنځ د هغوې د سختۍ نسبت په پام کې نیولو له مخې وېشل کېږي .

د بیروني څنډې سره غیرمعادل مومنټ (-40.049 KN. m) هم له نښلېدنې څخه په پاسنۍ او لاندېنۍ پایوترمنځ د هغوې د سختۍ نسبت په پام کې نیولو له مخې وېشل کېږي.

4- د(1) لیکې د پایې د پوښښ تختې د تسمې په اوږدو کې د مومنټونو پیداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د یوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وایې یې د (A1, B1, C1) او

(D1) پایو ترمنځ واقع دي ، چې د (A1-B1) او (C1-D1) د بیروني یا وروستني پنیل وایې دي او (B1-C1) د داخلي پنیل وایه ده . په دې تسمه کې په عین توګه (A1) او (D1) بیروني او (B1) او (C2) داخلي پایې دي . ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ اودویمې تسمو په څېر اړونده قیمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې د پایې لپاره مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

$$M_{col} = 0.07[\{1.2\ x(0.19\ x\ 24 + 1.2) + (0.5\ x\ 1.6\ x\ 2.4)\} x\ 2.613\ x\ (5.5)^2 -$$
$$-1.2\ (0.19\ x\ 24 + 1.2)\ x\ 2.613\ x\ (4.925)^2] = 18.20\ KN.m$$

دپایې مجموعي مومنټ په (8) کرښه کې ځای په ځای کوو.

په (9) کرښه کې کې د دیوال بار($W_u = 1.2\ x\ 3.4 = 4.08\ KN/m$) لیکل کېږي او په (10) کرښه کې د دیوال ستاتیکي مومنټ چې په لاندې ډول پیداکېږي لیکل کېږي .

$$M_{o\ (wall)} = W_u\ (\ell_n)^2/8 = 4.08\ x\ (4.925)^2/8 = 12.37\ KN.\ m$$

په (11) کرښه کې د مومنټ او د مومنټ د وېشلو (6- کرښه) د ضرب حاصل لیکل کېږي. په (12) کرښه کې د نښلېدنې سره دداخلي پایې غیرمعادل مومنټ او په (13) کرښه کې د (8) او (12) کرښې د مومنټونو مجموعه لیکل کېږي .

د(19.2-مثال) لومړی جدول : دختیځې - لویدیځې پوښښ تختې ددویمې تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونو محاسبه .

	A2			B2			C2			D2
1. ℓ_1 (m)		5.325			6.000			5.325		
2. ℓ_n (m)		4.925			5.500			4.925		
ℓ^2_n (m^2)		24.256			30.250			24.256		
3. ℓ_2 (m)		4.725			4.725			4.725		
4. W_u (KN/m^2)		10.752			10.752			10.752		
5. M_o (KN. m)		154.033			192.100			154.033		
6. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	-0.7	0.52	-0.26	
7. Negative and Positive moments (KN. m)	-40.049	80.097	-107.823	-124.865	67.235	-124.865	-107.823	80.097	-40.049	
8. Sum of columns moments (KN. m)	40.049			30.130			30.130			40.049

د 19.2-مثال دویم جدول : دختیځې - لویدیځې پونښې تختې دلومړې تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	A1			B1			C1			D1
1. ℓ_1 (m)		5.325			6.000			5.325		
2. ℓ_n (m)		4.925			5.500			4.925		
ℓ^2_n (m^2)		24.256			30.250			24.256		
3. ℓ_2 (m)		2.613			2.613			2.613		
4. W_u (KN/m^2)		10.752			10.752			10.752		
5. M_o (KN. m)		85.183			106.234			85.183		
6. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	-0.7	0.52	-0.26	
7. Negative and Positive moments (KN. m)	-22.147	44.295	-59.628	-69.052	37.182	-69.052	-59.628	44.295	-22.147	
8. Sum of columns moments (KN. m)	22.147			18.200			18.200			22.147
9. Wall load (KN/m)		4.080			4.080			4.080		
10. Wall M_o (KN. m)		12.370			15.428			12.370		
11. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	-0.7	0.52	-0.26	
12. Negative and Positive moments (KN. m)	-3.216	6.433	-8.659	-10.028	5.400	-10.028	-8.659	6.433	-3.216	
13. Sum of columns moments (KN. m)	3.216			1.369			1.369			3.216
14. Total column moment (KN. m)	25.364			19.569			19.569			25.364

5- د پایود (B) لیکې په اوږدو د پونښې تختې تسمې د مومنټونو پیداکول : د پونښې تختې دا تسمه د یوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وایې یې د (B1, B2, B3) او (B4) پایو ترمنځ واقع دي . په دې تسمه کې په عین توګه ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ تسمې په څېر اړونده قیمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې دداخلي پایې لپاره مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

$$M_u = 0.07[\{1.2 \text{ x}(0.19 \text{ x } 24 + 1.2) + (0.5 \text{ x } 1.6 \text{ x } 2.4)\} \text{x } 5.663 \text{ x } (4.225)^2 - 1.2 (0.19 \text{ x } 24 + 1.2) \text{ x } 5.663 \text{ x } (4.225)^2] = 23.78 \text{ KN.m}$$

دپایې مجموعي مومنټ په (8) کرښه کې ځای په ځای کوو.

6- د پایود (A) لیکې په اوږدو د پونښې تختې تسمې د مومنټونو پیداکول : د پونښې تختې دا تسمه د یوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وایې یې د (A1, A2, A3) او (A4) پایو ترمنځ واقع دي ، چې د (A1-A2) د بیروني یا وروستنې پنیل وایې دي او (A2-A3)

د داخلي پنيل وايه ده . په دې تسمه کې په عين توګه (A1) بيروني او (A2) او (A3) داخلي پاييې دي . ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ اودويمې تسمو په څېر اړونده قيمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې د پاييې لپاره مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي :

$$M_{col} = 0.07[\{1.2 \times(0.19 \times 24 + 1.2) + (0.5 \times 1.6 \times 2.4)\} \times 2.913 \times (4.325)^2$$
$$-1.2\ (0.19 \times 24 + 1.2) \times 2.913 \times (4.325)^2] = 12.82\ KN.m$$

په (9) کرښه کې کې د ديوال بار($W_u = 1.2 \times 3.4 = 4.08\ KN/m$) ليکل کېږي او په (10) کرښه کې د ديوال ستاتيکي مومنټ چې په لاندې ډول پيداکېږي ليکل کېږي .

$$M_{o\ (wall)} = W_u\ (\ell_n)^2/8 = 4.08 \times (4.325)^2/8 = 9.54\ KN.\ m$$

په (11) کرښه کې د مومنټ او د مومنټ د وېشلو (6- کرښه) د ضرب حاصل ليکل کېږي. په (12) کرښه کې د نښلېدنې سره دداخلي پاييې غيرمعادل مومنټ او په (13) کرښه کې د (8) او (12) کرښې د مومنټونو مجموعه ليکل کېږي .

د(19.2-مثال) دريم جدول : دشمالي - جنوبي پوښښ تختې د(B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	B1			B2			B3
1. ℓ_1 (m)		4.725			4.725		
2. ℓ_n (m)		4.225			4.225		
ℓ^2_n (m^2)		17.851			17.851		
3. ℓ_2 (m)		5.663			5.663		
4. W_u (KN/m^2)		10.752			10.752		
5. M_o (KN. m)		135.862			135.862		
6. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	
7. Negative and Positive moments (KN. m)	-35.324	70.648	-95.104	-88.311	47.552	-88.311	
8. Sum of columns moments (KN. m)	35.324			23.780			23.780

د(19.2-مثال) څلورم جدول : دشمالي - جنوبي پوښښ تختې د(A) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	A1			A2			A3
1. ℓ_1 (m)		4.725			4.725		
2. ℓ_n (m)		4.325			4.325		
ℓ^2_n (m^2)		18.706			18.706		
3. ℓ_2 (m)		2.913			2.913		
4. W_u (KN/m^2)		10.752			10.752		
5. M_o (KN. m)		73.234			73.234		
6. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	
7. Negative and Positive moments (KN. m)	-19.041	38.082	-51.264	-47.602	25.632	-47.602	
8. Sum of columns moments (KN. m)	19.041	12.820		12.820	12.820		12.820
9. Wall load (KN/m)		4.080			4.080		
10. Wall M_o (KN. m)		9.540			9.540		
11. Moment Coefficient	-0.26	0.52	-0.7	-0.65	0.35	-0.65	
12. Negative and Positive moments (KN. m)	-2.480	4.961	-6.678	-6.201	3.339	-6.201	
13. Sum of columns moments (KN. m)	2.480			0.477			-6.201
14. Total column moment (KN. m)	21.521			13.297			6.619

7- د پاېې او منځنۍ تسمو کې دمنفي او مثبتو مومنټونو وښنه او د سیخانو محاسبه کول: I- د ختیځې- لویدیځې وایو تسمو (لومړۍ او دویمې تسمو) کې : په د (3) او (4) قدمونو کې مو دپایود (1) او (2) لیکو په اوږدو کې د پوښښ تختو د تسمو مومنټونه پیداکړل، دا مومنټونه باید په بېلابېلوپاېې او منځنۍ تسمو ووېشل شي ، تر څو د هغې له مخې په کې سیخان پیدا شي .

(a)- د پوښښ تختې د تسمو په پایو او منځنۍ تسمو وښنه : په هر پنیل کې د پاېې تسمه (0.25) ځلې د (ℓ_1) او (ℓ_2) کې د کوچنۍ وایې په اندازه د پایو سره د نښلېدلې لیکې څخه غځېږي (د مثال شکل وګورئ) . نو د پاېې تسمې (4.725/4 = 1.181m) د پاېې د لیکې په هر لوري غځېږي ، نو د پاېې د تسمې مجموعي عرض = (2 x 1.181

(2.363m ، د منځنۍ تسمې عرض (2.363m = $\frac{4.725}{2}$) او د څنډۍ تسمې عرض 1.181)
(1.431m = 0.250 + کېږي .

(b)- د پايې او منځنۍ تسمو تر منځ د مومنټونو وېشنه او د سيخانو محاسبه کول : د ختيځې- لويديځې وايو تسمو (لومړۍ او دويمې تسمو) دا محاسبې د هريوه منفي او مثبتو مومنټونو لپاره تکراريږي اوپه لاندې جدولونودا کې تر سره کېږي :

په جدولونو کې محاسبې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

لومړنۍ کرښه : د (15.2- مثال) له لومړي او دويم جدولونود اوومې کرښې څخه د لومړۍ داخلي اتکاء د دوو منفي مومنټونو څخه لوي مومنټ کې ليکل کېږي .

دويمه کرښه : په دې کرښه کې د مومنټ ضريبونه ليکل کېږي . د بيروني يا خارجي منفغي مومنټونو لپاره : له (7.2- جدول) څخه ضريبونه د (β_1)،($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) او (ℓ_2/ℓ_1) له مخې اخېستل کېږي . دهغه پوښښ تختو لپاره چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري (β_1= 0) ، دهغه پوښښ تختو لپاره چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري د(ℓ_1) سره موازي محاسبه کېدونکې وايې لپاره (α_{f1}= 0) قبليږي ، نو په پايله کې د پايې د تسمو بيروني منفي مومنټونوضريبونه له(7.2-جدول) څخه (100%) سلنه قيمتونه نيول کېږي . د مثبتو مومنټونو ساحې لپاره : د دې ډول پوښښ تختو لپاره د پايې تسمې د مثبت مومنټ د پيداکولو ضريب د(α_{f1}= 0) لپاره له د(7.2-جدول) څخه (60%) سلنه قيمتونه او پاتې (40%) سلنه د نيمايې منځنې تسمو لپاره نيول کېږي . د څنډې سره يوازې يوه نيمايې منځنۍ تسمه شتون لري، نو (40%) سلنه د پنيل مومنټ ورته ورکول کېږي . دپيايې په دننې تسمه کې دوه نيمايې منځنې تسمې شتون لري ،چې (0.5 x 40% = 20%) سلنه هرې يوې ته ورکول کېږي . د داخلي منفي مومنټونو ساحې لپاره : د پايې تسمې د مثبت مومنټ د پيداکولو ضريب د(α_{f1}= 0) لپاره له د(7.2-جدول) څخه (75%) سلنه قيمتونه او پاتې (25%) سلنه د نيمايې منځنې تسمو لپاره نيول کېږي .

درېيمه کرښه : په دې کرښه کې د لومړۍ او دويمې کرښې د ضرب حاصل ليکل کېږي،دا کرښه د پوښښ تختو په بېلابېلو برخو د مومنټ وېشنه ښيي .

څلورمه کربنه : په دې کربنه کې د (7.2- مثال) د دویم جدول د (11) کربنې څخه مومنټ د پایې دځنډې تسمې لپاره لیکل کېږي .

پنځمه کربنه : د درېیمې او څلورمې کربنو د مومنټونو مجموعه په دې کې لیکل کېږي.

شپږمه کربنه : د فولادي سیخانو مساحت ($R_n = \frac{M_n}{\phi bd^2}$) او ($\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right]$) له پیداکېدنې څخه وروسته د ($A_s = \rho bd$) فورمول په واسطه پیداکېږي . د پوښښ تخـتې په دویمه تسمه کې د(B2) پایې له اتکاء سره لوی مومنټ عمل کوي ، چې ($b =$ 2,363 mm) دي ، نو دهغې لپاره فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکېږي :

$d_{(East-West)} = h - 30mm = 190 - 30 = 160$ mm

$R_n = M_u/\phi bd^2 = (93.649 \times 106)/0.9 \times 2{,}363 \times 160^2 = 1.72$ MPa

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.72}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.0043$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0043 \times 2{,}363 \times 160 = 1{,}626$ mm^2.

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانواصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2{,}363 \times 190 = 808$ mm^2

($A_{smin} = 1{,}626$ mm$^2 > A_s = 808$ mm^2)، نو دسیخانو مساحت ($A_s = 1{,}626$ mm^2) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې(12 mm) قطر لرونکي فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_S} = \frac{113 \times 2{,}363}{1{,}626} = 164 \text{ mm C/C} \approx 160 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \times 180 = 540$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې د وایې په منځ کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصلـه (160mm) ملي متره ، چې له ($3h =$ 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه

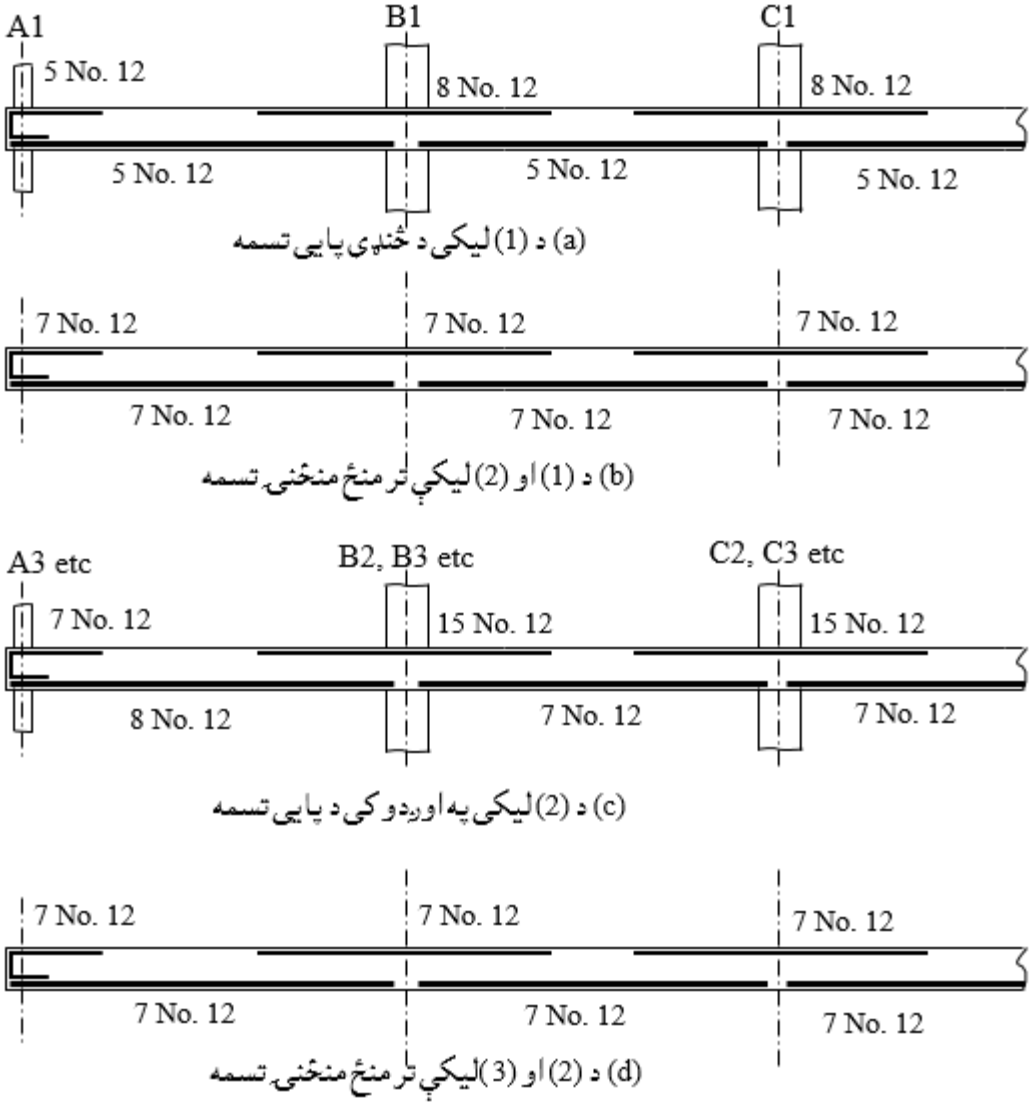
لـږه ده ، قــبلوو ، يانې (16ϕ 12 mm @ 160 mm C/C) فولادي سيخان کاروو ، چې د ځای په ځای کېدونکو سيخانو مساحت ($A_{s,\ provide}$ = 1,695 mm^2) کېږي . پورتنې په لاس راغلي ارقام په ترتيب سره د جدول په اتمه او نهمه کرښه کې ليکل کېږي .

اوومه کرښه : د (ACI) کودله خوا د (f_y = 420 MPa) لپاره د سيخانو اصغري مساحت (A_{smin} = 0.0018bh) مشخص شوی دی ، چې په دې کرښه کې ليکل کېږي. اتمه کرښه : نهايې غوره شوي سيخان په دې کرښه کې ليکل کېږي . نهمه کرښه : په دې کرښه کې د غوره شويو سيخانو مجموعي مساحت ليکل کېږي .

د(19.2-مثال) پنځم جدول : دختيځي - لويديځي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمود مومنټونو وپشنه .

د تسمې عرض په (m)	د پايې تسمه	منځنۍ تسمه	د پايې تسمه	منځنۍ تسمه	د پايې د څنډې تسمه
	2.363	2.363	2.363	2.363	1.4315
بيروني يا خارجي منفي مومنټونه	A3		A2		A1
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	-40.049		-40.049		-22.147
	1.000	0.000 0.000	1.000	0.000 0.000	1.000
2- د مومنټ ضريبونه	0.000		0.000		0.000
3- په تسمود مومنټونو وپشنه	-40.049	0.000	-40.049	0.000	-22.147
4- د ديوال مومنټ (KN. m)					-3.216
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)	-40.049	0.000	-40.049	0.000	-25.363
6- اړين (A_s) په (m^2)	674.000	0.000	674.000	0.000	427.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)	766.000	766.000	766.000	766.000	464.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان	7 No 12	7 No 12	7 No 12	7 No 12	5 No. 12
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)	791.000	791.000	791.000	791.000	565.000
د وروستنۍ وايې مثبت مومنټونه					
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	80.097		80.097		44.295
	0.600	0.200 0.200	0.600	0.200 0.200	0.600
2- د مومنټ ضريبونه	0.200		0.200		0.400
3- په تسمود مومنټونو وپشنه	48.058	16.019	48.058	16.019	26.577
4- د ديوال مومنټ (KN. m)					17.718
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)	48.058	32.039	48.058	33.737	6.433
6- اړين (A_s) په (m^2)	812.000	482.000	812.000	509.000	33.010
7- اصغري (A_s) په (m^2)	766.000	766.000	766.000	766.000	559.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان	8 No. 12	7 No 12	8 No. 12	7 No 12	464.000
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)	904.000	791.000	904.000	791.000	5 No. 12
					565.000
دلومړی داخلي پايې منفي مومنټ	B3		B2		B1
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	-124.865		-124.865		-69.02
	0.750	0.125 0.125	0.750	0.125 0.125	0.750
2- د مومنټ ضريبونه	0.125		0.125		0.250
3- په تسمود مومنټونو وپشنه	-93.649	-15.608	-93.649	-15.608	-51.765
4- د ديوال مومنټ (KN. m)					-17.255
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)	-93.649	-31.216	-93.649	-32.863	-10.028
6- اړين (A_s) په (m^2)	1617.000	523.000	1617.000	551.000	-61.793
7- اصغري (A_s) په (m^2)	766.000	766.000	766.000	766.000	884.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان	15 No. 12	7 No 12	15 No. 12	7 No 12	464.000
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)	1695.000	791.000	1695.000	791.000	8 No. 12
					904.000
د وروستنۍ وايې مثبت مومنټونه					
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	67.235		67.235		37.188
	0.600	0.200 0.200	0.600	0.200 0.200	0.600
2- د مومنټ ضريبونه	0.200		0.200		0.400
3- په تسمود مومنټونو وپشنه	40.341	13.447	40.341	13.447	22.313
4- د ديوال مومنټ (KN. m)					14.875
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)	40.341	26.894	40.341	28.322	5.400
6- اړين (A_s) په (m^2)	679.000	450.000	679.000	426.000	27.713
7- اصغري (A_s) په (m^2)	766.000	766.000	766.000	766.000	489.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان	7 No.12	7 No.12	7 No.12	7 No.12	464.000
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)	791.000	791.000	791.000	791.000	5 No.12
					565.000

دختيځې - لويديځې پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمو لپاره غوره شوي سيخان په لاندې ډول د پوښښ تختې په مقطع کې ځای کېږي :



8- د شمالي - جنوبي وايو تسمو د پايې اوپه منځنۍ تسمو کې دمنفي او مثبتو مومنټونو وښنه او د سيخانو محاسبه کول (په A او B تسمو کې) : دپايې د(A) او (B) په ليکو دتسمو په اوږدو کې پيداشوي مومنټونه د شمالي - جنوبي وايو تسمو د پايې او منځنۍ تسمو لپاره غوره چې په پايله کې ورته سيخان غوره او ځای په ځای کېږي . په دې قدم کې کټ مټ د (7) قدم په څېر عمل تر سره کېږي ، خو مومنټونه د درېيم او څلورم جدولونو له (7) او (10) کرښو څخه اخېستل او په لاندې ډول وښل کېږي :

(a)- د پوښښ تختې تسمه په ټنخنۍ او پايې په تسمو لکه د شکل په څېر وښل کېږي .

(b)- مومنټونه د پایې او په منځنۍ تسمو وېشل کېږي او د هغې له مخې سیخان محاسبه کېږي. د شمالي - جنوبي تسمو ټولې محاسبې په شپږم جدول کې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

لومړۍ کرښه : د درېیم او څلورم جدولونو د (7) کرښې څخه اخیستل شوې مومنټونه په کې لیکل کېږي .

شپږمه کرښه : د سیخانو مساحت لکه د پنځم جدول په څېر په کې پیدا کېږي ، خو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په : $d = h - 30\ mm - d_b/2 = 190 - 30 - 6 = 154\ mm$

د (B2) اخلي پایې تسمې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کېږي :

$M_u = -71.328\ KN.\ m$

$d_{(North-South)} = 154\ mm$

$R_n = M_u/\phi bd^2 = (71.328 \times 10^6)/0.9 \times 2{,}830 \times 154^2 = 1.18\ MPa$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.18}{0.85 \times 25}}\right)\right]$$

$\rho = 0.0029$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0029 \times 2{,}830 \times 154 = 1{,}264\ mm^2.$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو: داچې ($f_y = 420\ MPa$) دی ، نو ($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2{,}830 \times 190 = 968\ mm^2$

($A_s = 1{,}264\ mm^2 > A_{smin} = 968\ mm^2$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 1{,}264\ mm^2$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې (12 No.12 mm) فولادي سیخان چې مساحت یې ($1{,}356\ mm^2$) کېږي ځای په ځای کوو.

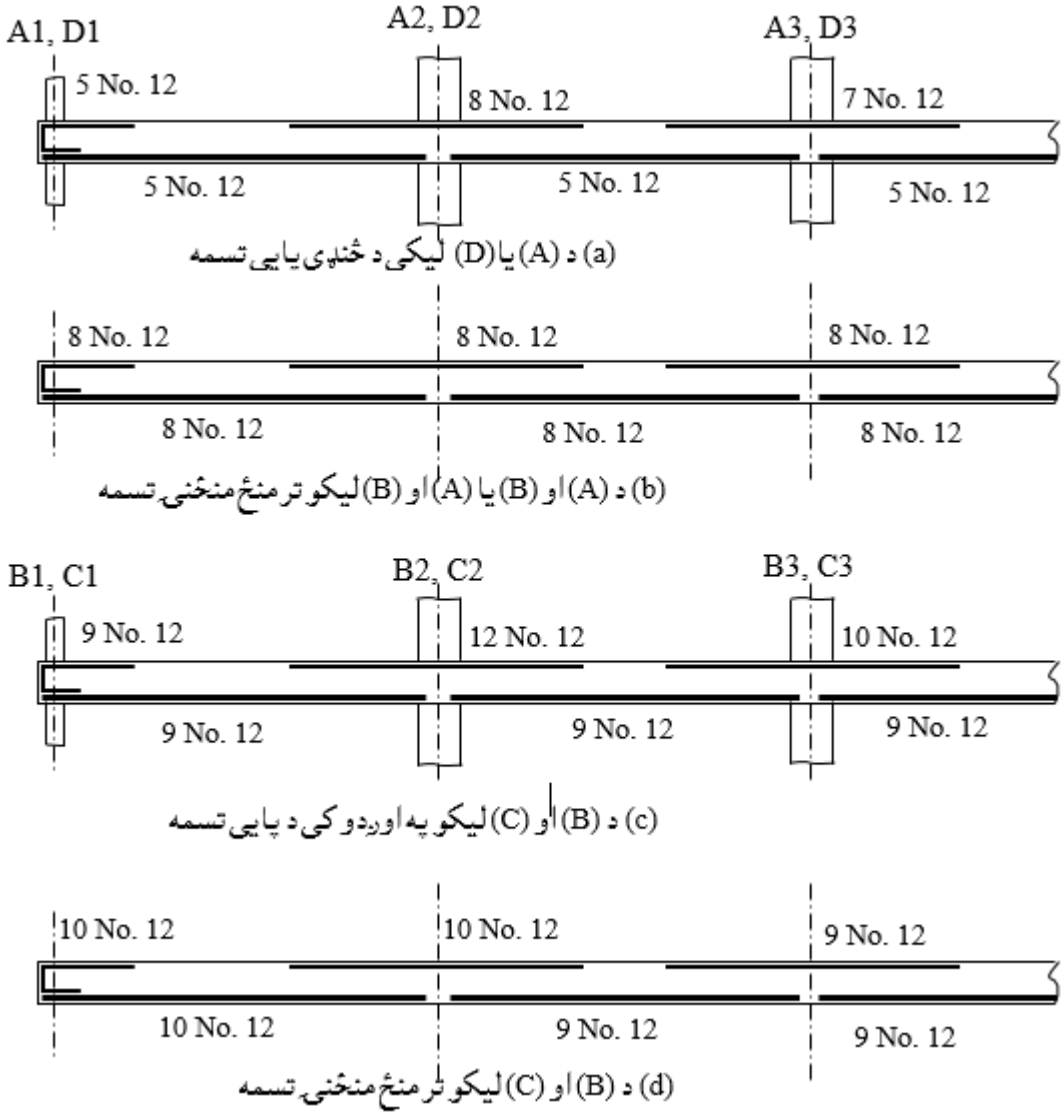
د(19.2-مثال) پنځم جدول : د شمالي- جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمود مومنټونو وېشنه

د تسمې عرض په (m)		د پايې د څنډې تسمه	منځنۍ تسمه	د پايې تسمه	منځنۍ تسمه	د پايې تسمه
		2.83	3.00	2.83	2.66	1.58
بيروني يا خارجي منفي مومنټونه		C1		B1		A1
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)		-35.324		-35.324		-19.041
2- د مومنټ ضريبونه	0.000	1.000	0.000 0.000	1.000	0.000 0.000	1.000
3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه		-35.324	0.000	-35.324	0.000	-19.041
4- د ديوال مومنټ (KN. m)						-2.480
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)		-35.324	0.000	-35.324	0.000	-21.521
6- اړين (A_s) په (m^2)		615.000	0.000	615.000	0.000	366.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)		917.000	972.000	917.000	862.000	512.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان		9 No 12	9 N 12	9 No 12	8 No. 12	5 No. 12
9- اچول شوی سيخان (A_s) په (m^2)		1017.000	1017.000	1017.000	904.000	565.000
د وروستنۍ وايې مثبت مومنټونه						
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)		70.648		70.648		38.082
2- د مومنټ ضريبونه	0.200	0.600	0.200 0.200	0.600	0.200 0.400	0.600
3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه		42.389	14.130	42.389	14.130 15.233	22.849
4- د ديوال مومنټ (KN. m)						6.433
5- د تسمې مجموعي مومنټ (KN.m)		42.389	28.259	42.389	29.362	29.282
6- اړين (A_s) په (m^2)		741.000	491.000	712.000	511.000	514.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)		917.000	972.000	917.000	862.000	512.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان		9 No 12	9 N 12	9 No 12	8 No. 12	5 No. 12
9- اچول شوی سيخان (A_s) په (m^2)		1017.000	1017.000	1017.000	904.000	565.000

د(19.2- مثال) شپږم جدول : دشمالي- جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمود مومنټونو وښنې ادامه

د تسمې عرض په (m)		د پايې د څنډې تسمه	منځنۍ تسمه		د پايې تسمه		منځنۍ تسمه			د پايې تسمه
		2.83	3.00		2.83		2.66			1.58
لومړی داخلي مومنټ		C2			B2					A2
1- دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)		-95.104			-95.104					-51.264
2- دمومنټ ضريبونه	0.125	0.750	0.125	0.125	0.750	0.125	0.250	0.125		0.750
3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه		-71.328	-11.888	-11.888	-71.328		-12.816	-11.888		-38.448
4- ددیوال مومنټ (KN. m)										-6.678
5- دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)		-71.328	-23.776		-71.328		-24.704			-45.126
6- اړين (A_s) په (m^2)		1261.000	412.000		1261.000		429.000			801.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)		917.000	972.000		917.000		862.000			512.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان		12 No. 12	9 N 12		12 No. 12		8 No. 12			8 No. 12
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)		1356.000	1017.000		1356.000		904.000			904.000
د اخلي مثبت مومنټونه										
1- دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)		47.552			47.552					25.632
2- دمومنټ ضريبونه	2.200	0.600	0.200	0.200	0.600	0.200	0.400	0.200		0.600
3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه		28.531	9.510	9.510	28.531		10.253	9.510		15.379
4- ددیوال مومنټ (KN. m)										3.339
5- دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)		28.531	19.021		28.531		19.763			18.718
6- اړين (A_s) په (m^2)		496.000	329.000		496.000		342.000			326.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)		917.000	972.000		917.000		862.000			512.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان		9 No 12	9 No 12		9 No 12		8 No. 12			5 No.12
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)		1017.000	1017.000		1017.000		904.000			565.000
داخلي تيپيک مومنټ		C3			B3					A3
1- دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)		-88.311			-88.311					-47.602
2- دمومنټ ضريبونه	0.125	0.750	0.125	0.125	0.750	0.125	0.250	0.125		0.750
3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه		-66.233	-11.039	-11.039	-66.233		-11.901	-11.039		-35.702
4- ددیوال مومنټ (KN. m)										-6.201
5- دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)		-66.233	-22.078		-66.233		-22.939			-41.902
6- اړين (A_s) په (m^2)		1099.000	382.000		1099.000		398.000			742.000
7- اصغري (A_s) په (m^2)		917.000	972.000		917.000		862.000			512.000
8- غوړه شوي فولادي سيخان		10 No 12	9 No 12		10 No 12		8 No. 12			7 No.12
9- اچول شوی سيخانو (A_s) په (m^2)		1130.000	1017.000		1130.000		904.000			791.000

دشمالي - جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمو لپاره غوره شوي سيخان په لاندې ډول د پوښښ تختې په مقطع کې ځای په ځای کېږي :



9- د عرضاني قوي او مومنټ په مرکبه توګه انتقال لپاره د بيروني پايو سره د عرضاني قوو په وړاندې ارزونه : د (A2) او (B2) پايې ډېرې خطرناکې ځکه دي چې د باری اندازه يې ډېره ده ، نو د (B1) پايې ارزونه د دې پورې ټرو او دواړه نښلېدنې (joints) بايد وارزول شي . داچې په ټولو برخو کې (12 mm) قطره سيخ کارېدلی دی ، نو منځنۍ فعاله ارتفاع يې مساوي کېږي په :

$d_{everage} = h - 20\ mm - d_b/2 = 180 - 20 - 12/6 = 154\ mm.$

(a) د عرضاني قوی د بحراني محیط موقیعیت : د عرضاني قوی بحراني محیط د پایې له اړخه د (d/2) په فاصله ، چې (d) منځنۍ فعاله ارتفاع ده موقیعیت لري او د شکل له مخې یې ابعاد مساوي کېږي په ؛:

$b_1 = 300 + 100 + 154/4 = 477\ mm$

$b_2 = 500 + 154 = 654\ mm$

(b) د عرضاني قوې د بحراني محیط د ثقل مرکز :

$$y_{AB} = \frac{2 \text{ x } (477 \text{ x } 154) \text{x } (\frac{477}{2})}{2\ (477 \text{ x } 154) + (654 \text{ x } 154)} = \frac{35{,}039{,}466}{247{,}632} = 141.5\ mm$$

$c_{AB} = 141.5\ mm,\ c_{CD} = 477 - 141.5 = 335.5\ mm$

$$c_{CB} = c_{AD} = \frac{654}{2} = 327\ mm$$

(c) د عرضاني قوی د بحراني محیط د ثقل مرکز ته د عرضاني قوی او مومنټ پیداکول : د مخکنۍ محاسبې له مخې د (B1) پایې سره ($V_u = 167\ KN$) په پام کې نیسو .

په مستقیمې محاسبوي طرېقې د پوښښ تختې محاسبه کې د شکل له مخې د (z-z) محور ته د پـوښښ تختې څخه پایې ته انتقالـېدونکی مومنټ له ($0.3M_o$) سره مساوي کېږي . د مثال د لدرېیم جدول له پنځنې کرښې څخه (M_o =135.862 KN. m) دی ، نو ($0.30M_o$ = 0.30 x135.862 = 40.759 KN. m) سره کېږي ، خو دپوښښ تختې دکانټیلیور برخې مومنټ په پام کې نه نیول کېږي . خو که د پوښښ تختې د کانټیلیور برخه له پایې څخه په ډېره فاصله وتلی او د دروند ړیږال په واسطه بار شوی وي ، نو د پام وړ ساختمان د جوړېدنې څخه مخکې باید چې بار شي اواو ژوندی بار په ځبله د پوښښ تختې له پاسه په پام کې ونیول شي او د (z-z) محورته یې مومنټ راکم شي .

د (w-w) محور ته مومنټونه چې د پوښښ تختې له تسموڅخه له څنډو سره موازي عمل کوي، د دویم جدول د اوو مې کرښې څخه اخېستل کېږي . په اتمه کرښه کې پایو ته هغه انتقالېدونکي مومنټونه ښودل شوې دي ، کله چې یو نژدې یا ګاونډي پنیل د نیمایې ژوندي بار په واسطه او نور نه وي بار شوي .

د مثال د ویم جدول له اوومې کربنې څخه د څنډې پنیل بارونو له مخې د (B1) پایې (w-w) محورته له (69.052 – 59.628 = 9.424 KN. m) او په دیارلسمه کربنه کې د دیوال دبار نااندې وله مومنټ (M =1.369 KN. m) له امله مجموعي اتقالېدونکی مومنټ (8.659 KN.m) دي.

په پایلــه کې د (B1) نښلـــېدنې ســره باید (V_u =167 KN) ، (Mz-z =) او (M_{w-w} = 8.659 KN.m) په وړاندې وارزول شي. دا مومنټونه د عرضاني قوي بحراني محیط ثقل مرکزته په دوو لورو عمل کوي.

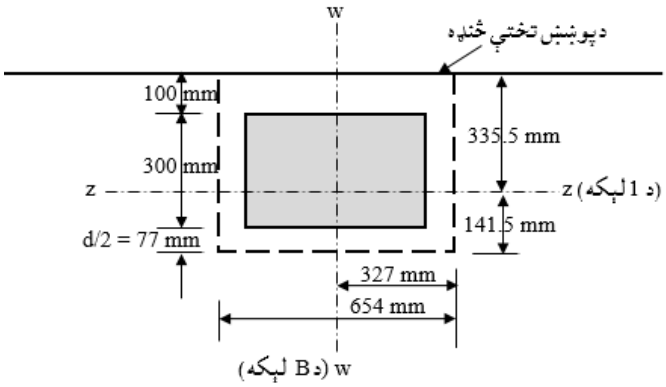
(d) د (γ_f) ضریب پیداکول: داچې (b_1 = 477 mm) او (b_2 = 654 mm) دی نو:

$$\gamma_f = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{477}{654}}} = 0.638$$

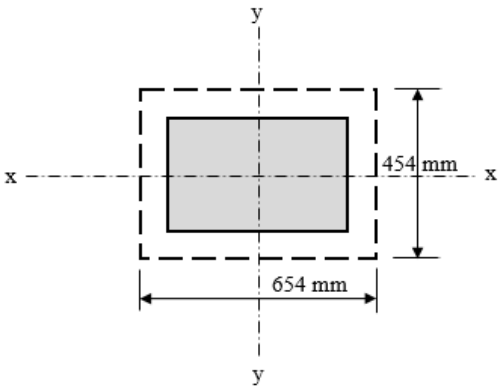
د (ACI) کود د (13.5.3.3) برخې د غوښتنې له مخې (γ_f) کېدای شي چې تر یوه پورې لوړ شي او که لوړ نه شي ، نو ($V_u/\phi V_c$) له (0.75) څخه نه ډېرېږي او په پایله کې (ρ) له ($0.375\rho_b$) څخه کمېږي ، چې (c_2 + 3h) عرض د پایې د ثقل په مرکز کې واقع وي. د (b) قدم څخه ($V_u/\phi V_c$= 0.62) لرو ، نو (γ_{f1} = 1.0) اود اړین سیخان باید چک شي.

د(w-w) محورته مومنټونه: د (b_1) او (b_2) په بدلون سره (γ_{f2} = 0.56) نو د (ACI) کود د (13.5.3.3) برخې د غوښتنې له مخې که ($V_u/\phi V_c \leq 0.4$) وی ، نو (γ_f) کېدای شي چې تر (25%) سلنې پورې لوړ شي ، داچې ($V_u/\phi V_c$= 0.62) دی ، نو ډېرېدنه په لاندې د،ل تر سره کېږي:

$$\gamma_{f2}M_u = 0.561 \times 8.659 = 4.86 \text{ KN. m}$$



د (B1) پایې بحراني مقطعه



د (B2) پایې بحراني مقطعه

(e) د (z-z) محورته د مومنټونوله مخې ، د کږېدنې یا انحناء په واسطه د انتقالېدونکي مومنټ لپاره د اړینو سیخانو محاسبه :

د کږېدنې لپاره اغېزمن عرض مساوي کېږي په :

$c_2 + 3h = 500 + 3 \times 180 = 1{,}040$ mm

Effective width $\leq c_2 + c_1$

Effective width $\leq 500 + 2 \times 300 = 1{,}100$ mm (OK)

فعاله ارتفاع (d = 154 mm) قبلوو او د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو:

$M_u = 40.759$ KN. m

d = 154 mm

Effective width = $c_2 + 3h = 1{,}040$ mm

$R_n = M_u/\phi bd^2 = (40.759.328 \times 10^6)/0.9 \times 1{,}040 \times (154)^2 = 1.84$ MPa

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.84}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.0046$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0046 \times 1{,}040 \times 154 = 735\ mm^2$.

د پایې د تسمې په عرض (2.363 m) کې (7 No 12) سیخان د (337.5 mm) مرکزترمرکزپه فاصلي ځای په ځای کېږي ، خو په (1,040 mm) اغیزمن عرض کې د مومنټ د انتقال لپاره په ($1{,}040/337.5 = 3.08 \approx 4$) فاصلو کې (3 No 12) سیخان ځای په ځای کېږي ، چې مساحت یې ($As = 339\ mm^2$) کېږي ، نو د اړینوفولادي سیخانو د سیخبندی نسبت مساوي کېږي په :

$\rho = A_s/bd = 339/1{,}040 \times 154 = 735$

$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y}\right) = 0.85 \times 0.85 \times \frac{25}{420} \left(\frac{600}{600+420}\right) = 0.0253$

$0.375\rho_b = 0.375 \times 0.0253 = 0.0095$

داچې ($\rho > 0.375\rho_b$) شو ،نوکولی شو چې ($\gamma_f = 1.0$) قبول کړو . په پایله کې د (z-z) محورته د د غیر مرکزي عرضاني تشنجاتوله امله د مومنټ د انتقال اړتیا نه شته .

د (w-w) محورته مومنټونه : د دې محور له مخې د مومنټ د انتقال لپاره اغېزمن عرض ($300 + 100 + 1.5 \times 154 = 631\ mm$) کېږي ، په دې برخه کې د ($M_u = 14.15\ KN.m$) (پر وړاندې د مقاومت لپاره (1 No 16) سیخ چې مساحت یې ($A_s = 201\ mm^2$) کېږي په دې عرض کې کافی دی ، که د پایې په تسمه کې په منظمه توګه سیخان ووېشل شي ، نو په ډېره اسانه داساحه پیاوړې کېږي .

(f) د عرضاني تشنجاتو پیداکول : $v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}}$

دلته (M_{u2}) د (w-w) محورته مومنټ دی .

$b_o = 2\ b_1 + b_2 = 2 \times 477 + 654 = 1{,}608\ mm$

$\gamma_{v2} = 1 - \gamma_{f2} = 1 - 0.561 = 0.439$

$J_c = \left(\frac{b_2 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_2^3}{12}\right) + 2(b_1 d)\ c^2$

$J_c = \left(\frac{654 \times 154^3}{12}\right) + \left(\frac{154 \times 654^3}{12}\right) + 2\ (477 \times 154) \times (327)^2$

$J_c = 1.95 \times 10^{10}\ mm^4$

د (CB) او (AD) لورو په اوږدو کې اعظمي تشنجات مساوي کېږي په :

$$\nu_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}} = \frac{167{,}000}{(1{,}608 \times 154)} \pm \frac{(0.439 \times 9.424 \times 10^6) \times 327}{1.95 \times 10^{10}}$$

$$\nu_u = 0.70 \pm 0.07$$

په پایله کې ($0.77\ N/mm^2$) تشنجات د (BC) او ($0.63\ N/mm^2$) د (AD) د څنډو سره عمل کوی . دا چې په دې ساحه کې عرضاني سیخان یا ګڼدمکونه نه شته ،نو ($\phi\nu_n =$ $\phi\nu_c$ او $\phi\nu_c = \phi V_c / b_o d$) سره مساوي کېږي ، چې ($\phi V_c = 313$ KN) سره کېږي .

$$\phi\nu_c = \frac{\phi V_c}{b_o d} = \frac{313\ x\ 1000}{1{,}608 \times 154} = 1.26\ N/mm^2 > \nu_u = 0.77\ N/mm^2$$

د پایې او پوښښ تختې په ننبلبدنې کې عرضاني قوه درسته ده او که ($\nu_u > \phi\nu_c$) شي ، نو اړینه ده چې په ننبلبدنه کې سمون رامنځته شي ، چې د حل لپاره یې د ډراپ پنیل یا عرضاني خولې ، د قوي کانکرېټو اچول ، د پایې د ابعادو ډبرول او د عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو په پام کې نیول دي ، چې له دې څخه د یوه ټاکنه د قیمت د مطالعې پر بنسټ باید تر سره شي .

10 - د داخلي پایو سره د عرضاني قوی ارزول : د (B2) داخلي پایې سره د عرضاني قوي او مومنټ مرکبه انتقال ارزونه په لاندې ډول ترسره کېږي :

(a) د عرضاني قوي دبحراني محیط موقیعیت د شکل له مخې تثبیت شوی او اندازه یې مساوي کېږي په :

$b_o = 2\ (454 + 654) = 2{,}216$ mm

(b) د عرضاني بحراني محیط د ثقل مرکز موقیعیت پیداکول : دا چې محیط په پرله بېړې توګه واقع دی ، نو د ثقل مرکزمحور یې د دواړو له مرکزه تېرېږي .

(c) د انتقالبدونکو قوو پیداکول : مخکې مو حاصله کړې د ($V_u = 328$ KN) عرضاني قوه او د مثال د لومړي جدول څخه تر درېیمه جدول پورې د اوومې کرښې څخه د ټولو پنیلونو لپاره حاصل مومنټونه او د همدې جدولونو له اتمې کرښې څخه حاصل مومنټونه کله چې د نژدې پنیل ژوندی بار کم شړی وی او د نورو پنیلونو نه وی کم شوي انتقالي مومنټونه دی . دا چې ټول پنیلونه په یوشانته بار شوې دي او له ژوندی بار څخه کمښت نه دی تر سره شوی نو د (B2) پایې لپاره ټول مومنټونه د دغه جدولونو له اوومې

کربنې څخه اخېستل کېږي . د لـــومـــړي جدول د دواړو لورو د منفي مومنټودله توپیر څخه په لاس راغلی (124.865 – 107.823 = 17.042 KN. m) او د درېیم جدول د دواړو لورو د منفي مومنټودله توپیر څخه په لاس راغلی (95.104 – 88.311 = 6.793 KN. m) د (B2)پایې لپاره اخلو.

(d) د کږېدنې یا انحناء په واسطه د انتقالېدونکو مومنټونو د فریکشنونو پیداکول :

γ_{f1}(about x-x axise) = 0.643; γ_{f2}(about y-y axise) = 0.556

کله چې ($V_u/\phi V_c \leq 0.4$) ، نو (γ_f) تر (25%) سلنې پورې ډېرېږي ، داچې ($V_u/\phi V_c$ = 0.635) دی ، نو (γ_f) نه ډېرېږي .

(e) د انرشیا د څرخېدنې مومنټ (J_c) پیداکول :

$$J_{c1} = 2(\frac{b_2 d^3}{12}) + (\frac{d b_2^3}{12}) + 2(b_2 d)(\frac{b_1}{2})^2$$

دلته : ($d = 154$ mm) ، ($b_1 = 454$ mm) ، ($b_2 = 654$ mm) ، نو (J_{c1}) مساوي کېږي په :

$$J_{c1} = 2(\frac{654 \times 154^3}{12}) + (\frac{154 \times 654^3}{12}) + 2(654 \times 154)(\frac{454}{2})^2$$

$J_{c1} = 1.8 \times 10^{10}$ mm^4

د(B2) پایې مومنټونو لپاره د (y-y) محور ته ($d = 154$ mm) ، ($b_1 = 654$ mm) ، ($b_2 = 454$ mm) ، نو (J_{c2}) مساوي کېږي په :

$$J_{c2} = 2(\frac{454 \times 154^3}{12}) + (\frac{154 \times 454^3}{12}) + 2(454 \times 154)(\frac{654}{2})^2$$

$J_{c2} = 2.01 \times 10^{10}$ mm^4

(f) د انتقالي مومنټ لپاره د سیخانو محاسبه کول : د پلټنې له مخې په پوښښ تختې کې ځای په ځای کېدونکې سیخانو سم دي .

(g) د عرضاني تشنجاتو پیداکول : مرکبه اعظمي عرضاني تشنجات (v_u) د مخکنې یاد شوې فورمول په واسطه د (x-x) محور ته د بحراني مقطع دیوې څنډې په اوږدو کې په لاندې ډول پیداکېږي:

M_u (shear transfer) = γ_{v1} x 6.793 = 0.357 x 6.793 = 2.425 KN. m

$$\frac{\gamma_{v1} M_u c}{J_{c1}} = \frac{2.425 \times 10^6 \times 227}{1.8 \times 10^{10}} = 0.031 \text{ N/mm}^2.$$

د (y-y) محور ته د بحراني مقطع دیوې څنډې په اوږدو کې په لاندې ډول پیداکېږي :

M_u (shear transfer) = γ_{v2} x 17.042 = 0.444 x 17.042 = 7.567 KN. m

$$\frac{\gamma_{v2} M_u c}{J_{c2}} = \frac{7.567 \text{ x } 10^6 \text{ x } 327}{2.01 \text{ x} 10^{10}} = 0.123 \text{ N/mm}^2.$$

د پورتنيو قيمتونو څخه اعظمي قيمت په پام کې نيسو او اعظمي عرضاني تشنجات په لاندې ډول پيداکوو :

$$\nu_{u(max)} = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}} = \frac{328{,}000}{(2{,}216 \text{ x } 154)} + 0.123$$

$$\nu_{u(max)} = 1.084 \text{ N/mm}^2 < \phi\nu_c = 1.26 \text{ N/mm}^2$$

دا چې ($\phi\nu_c > \nu_{u(max)}$) دي ، نو د دې پايې سره عرضاني قوه صحيح ده .

11- د کنج پايې سره د عرضاني قوي ارزونه : د لومړۍ او (A) تسمود پوښښ تختې څخه د کنج پايې ته انتقالي مومنټ له دويم جدول کې (25.364 KN. m) او (22.41 KN. m) ښودل شوې دي او د دوګوني عرضاني قوې بحراني محيطونه په لاندې ډول شکلونو کې ښودل شوي دي .

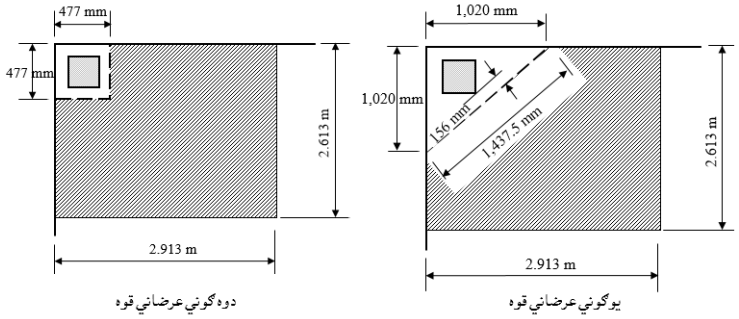
د دوه ګوني عرضاني قوي په وړاندې ارزونې لپاره :

(a) د بحراني محيط د ثقل مرکز پيداکول : په لاندې شکل کې د ښودل شوې بحراني محيط پر بنسټ د (x-x) او (y-y) محورونو ته تشنجات محاسبه کېږي .

(b) د بحراني محيط د ثقل مرکز مساوي کېږي په :

$$\bar{x} = \frac{(477 \text{ x } 154) \text{x } (\frac{477}{2})}{2\ (477 \text{ x } 154)} = \frac{35{,}039{,}466}{247{,}632} = 119.3 \text{ mm}$$

د داخلي کنج څخه په (119.3 mm) فاصله موقعيت لري .



د مثال اړونده شکل : د (A1) پايې لپاره د عرضاني قوو بحراني محيطونه او باري ساحې.

(c) د انتقالېدونکو قوو پیداکول :

V_{u1}=10.752 x[(0.5 x 4.725 + 0.25)x(0.5 x 5.325 + 0.25) – (0.477 x 0.477)]

V_{u1} = 51.60 KN

د دیوال دبار له امله عرضاني قوه مساوي کېږي په :

V_{u2} = [(2.663 + 0.25) +(2.363 + 0.25) – (2 x0.477)] x1.2x3.4=18.70 KN

مجموعي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = V_{u1} + V_{u2}$ = 51.60 + 18.70 = 70.30 KN

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د مومنټ هغه اندازه چې د پ،ښښ تختې څخه د څنډښ پایې ته انتقالېږي د ($0.30M_o$) سره مساوي کېږي ، په همدې ډول د کنج پایې لپاره په همدې اندازه مومنټ انتقالېږي، چې په لاندې ډول یې په لاس راوړو :

له لومړۍ تسمې څخه : M_o = 85.183 KN. m ⇒ $0.30M_o$ = 25.555 KN. m

له (A) تسمې څخه : M_o = 73.234 KN. m ⇒ $0.30M_o$ = 21.97 KN. m

داسې فرضوو چې دامومنټونه اوعرضاني قوه د بحراني محیط د ثقل په مرکز عمل کوي.

(d) د انحناء یا کږېدنې له امله د انتقال شوی مومنټ د فرکشن پیداکول : داچې پایه مربعي ده ، نو باید (γ_f = 0.60) ونیول شي ، کوم چې د داخلي مربعي پایې لپاره قبلېږي . داچې د (ACI) کو د کنج پایې لپاره د (γ_f) کوم ځانګړی قیمت نه دی قایل شوی ، نــو همــدا قیمت (γ_f = 0.60) ورته فرضوو . له بلې خوا د (ACI) کود د پوښښ تختې په تسمې کې د انتقالي مومنټ د اغــېزمنتیا لـــپاره د (γ_f) قیمت تــریوه لـــوړوي ، کــه ($V_u/\phi V_c \leq 0.50$) او ($\rho \leq 0.375\rho_b$) شي ، نو په دې حالت کې د انتقال عرض له (100 + 300 + 1.5 x 180 = 670 mm) سره مساوي کېږي .

b_o = 2 x 477 = 954 mm

$\phi V_c = \frac{1}{3}\phi\sqrt{f'_c}\, b_o d = \frac{1}{3}$ x 0.75 x $\sqrt{25}$ x 670 x 160 = 134 KN

$\frac{V_u}{\phi V_c} = \frac{70.30}{134.00} = 0.525$

داچې ($V_u/\phi V_c > 0.50$) نود کنج پایې لپاره (γ_f = 0.60) قبلوو .

(e) د انحناء یا کږېدنې له امله د انتقال شوی مومنټ لپاره د سیخانو مساحت پیداکول :
دغټیځې - لویدیځې لوري د پوښښ تختې تسمود محاسپط لپاره د مثال په څلورم جدول کې د پوښښ تختې د لومړۍ تسمې د بیرونې یا خارجي نښلېدنې سره ($0.26M_o$) مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره د اړینو سیخانو مساحت ($471\ mm^2$) حاصل شوی ؤ ، نو د ($0.3M_o$) انتقالي مومنټ چې (60%) سلنه د کږېدنې په وړاندې ځای په ځای کږي ،د انتقالي عرض لپاره د اړینو سیخانو مساحت مساوي کږي په :

$$A_s = 471 \text{ x } \frac{0.30}{0.26} \text{ x } 0.60 = 326\ mm^2$$

د دې مساحت له مخې (3 No 12) سیخان چې مساحت یې ($A_s = 339\ mm^2$) کږي ، د پوښښ تختې د لومړۍ تسمې په انتقالي عرض کې ځای په ځای کږي او پاتې نور دوه سیخان د پایې په تمیه کې ځای په ځای کږي . په همدې ډول د شمالي - جنوبي لوري کې د (A) تسمې لپاره محاسبه تر سره کږي، چې د انتقالي عرض لپاره د اړینو سیخانو مساحت ($342\ mm^2$) چې (3 No 12) سیخان په انتقالي عرض کې ځای په ځای کږي .

(f) د څرخېدنې انرشیا مومنټ (J_c) پیداکول : اساسي محورونو ته د څرخېدنې مومنټ په لاندې ډول پیداکږي :

$$J_c = \frac{b_2 d^3}{12} + \frac{d b_2^3}{12} + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c\right)^2 + (b_2 d)\, c^2$$

$$J_c = \frac{477\ x\ 154^3}{12} + \frac{154 \text{ x } 477^3}{12} + (477 \text{ x } 154)\left(\frac{477}{2} - 119.3\right)^2 + (477 \text{ x } 154) \text{x} (119.3)^2$$

$$J_c = 1.19 \text{ x } 10^{10}\ mm^4$$

(g) د عرضاني تشنجاتو پیداکول : لکه د مخکې په څېر (ACI) دغیر مرکزي تشنجاتو معادله یوازې اساسي محورته د کږېدنې لپاره وړاندېز کړې ده، خو سره له دې هم همدا معادله د کنج پایې د دواړو اساسي لپاره په پام کې نیول کږي . دا ځکه چې دا معادله عرضاني بحراني تشنجات په یوګوني نقطه (د بحراني مقطع په کنج کې) په ډېره محافظه کاره توګه ارزولی شي . نو په دې حالت کې د (ACI) کود د لارښوونې له مخې (ϕv_c) باید (1.2) ځلې و کارول شي . د پورتنیو محدویتونو له مخې د بحراني مقطع په کنج کې (v_u) د لاندېنۍ رابطې په واسطه محاسبه کږي :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v1} M_{u1} c}{J_{c1}} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}}$$

$$\nu_u = \frac{70{,}300}{(954 \text{ x } 154)} + \frac{0.40 \text{ x } 25.555 \text{ x } 10^6 \text{x } 119.3}{(1.19 \text{ x } 10^{10})} + \frac{0.40 \text{ x } 21.97 \text{x } 10^6 \text{ x } 119.3}{(1.19 \text{ x } 10^{10})}$$

$\nu_u = 0.669$ N/mm^2.

$1.2\phi\nu_c = 1.2 \text{ x } \frac{1}{3} \phi \sqrt{f'_c} = 1.2 \text{ x } \frac{1}{3} \text{ x } 0.75 \text{ x } \sqrt{25}$

$1.2\phi\nu_c = 1.5$ N/mm^2 > $\nu_u = 0.669$ N/mm^2.

د پورتنۍ پایلې څخه ویلی شو چې د کنج پایه د دوه ګونې عرضاني قوي په وړاندې په کافي اندازه وړتیا لري یا مقاومه ده .

داچې په دې ډول حالت کې د (ACI) د یوګونې عرضاني قوې په وړاندې د ارزونې کومه لارښوونه نه ده کړې ، نو له دې امله اړینه نه برېښي چې د یوګونې عرضاني قوې په وړاندې د کنج پایه وارزول شي . خو په ځینو کتابونو مؤلفینو د کنج پایه د یوګونې عرضاني قوې په وړاندې په لاندې ډول ارزول شوې ده :

(a) د شکل له مخې د بحراني مقطع د کنج د پایې څخه د ($d_{average} = 154$ mm) واقع ده .

(b) د بحراني مقطع عرضاني قوي پیداکول :

$V_{u1} = 10.752 \text{ x } [(2.663 + 0.25) \text{ x } (2.363 + 0.25) - (1.02)^2] = 70.65$ KN

د دیوال دبار له اغېزې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_{u2} = [(2.913 - 1.02) + (2.613 - 1.02)] \text{ x } 1.2 \text{ x } 3.4 = 14.223$ KN

مجموعي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = V_{u1} + V_{u2} = 70.65 + 14.223 = 84.873$ KN

(c) د بحراني مقطع لپاره د (ϕV_c) پیداکول :

$\phi V_c = \frac{1}{6} \phi\lambda \sqrt{f'_c}\, b_o d = \frac{1}{6} \text{ x } 0.75 \text{ x } 1 \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 1{,}437.5 \text{ x } 154 = 138$ KN

$\phi V_c = 138$ KN > $V_u = 84.873$ KN

د پورتنۍ پایلې څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تخته په یوګونې عرضاني قوه کې هم پیاوړې ده .

په پایله کې په دې مثال کې د ورکړل شوي هواره پوښښ تختې د بشپړه محاسبې څخه وروسته په لاس راغلي ټول سیخان په تفصیل سره په (25.2 - شکل) کې د ښودل شوې سیخبندۍ په څېر ځای په ځای کېږي .

20.2- مثال : د لاندېنې شکل د ټولو پايو تر منځ دګاډر لرونکي پوښښ پلان په پام کې نيولوسره که دپوښښ تختې ، خپل او ($0.25\ KN/m^2$) دمسطحې اوځای په ځای شويو ميخانيکي اجناسوتحميلي بار، ($1.2\ KN/m^2$) جداکوونکوديوالونوبار، ($3.9\ KN/m^2$) ژوندي بار اود څنډې ګاډر چې ($4.5\ KN/m$) د بيروني يا خارجي ديوال بار لاندې واقع وي . که دودانۍ دپاسني او لاندېني پوړونو ارتفاع په ترتيب سره ($3.60\ m$) او ($4.20\ m$) وي . هغه افقي بار چې د اليوتور شافت په واسطه متحمل کېږي په پلان کې نه دی ښودل شوی . نود پايې د (A) او (B) ليکو په اوږدو کې د پوښښ تختې د ختيځو - لـويديځو تسمو که ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي د لاندېنيو شرايطو له مخې محاسبه کړئ ؟

(a) د اړين ضخامت د ګاډرونو اغېزمنتيا په پام کې بايد ونيول شي .

(b) د ژوندي بار د کمېدنې ضريب بايد په پام کې ونيول شي .

(c) د پايې په تسمه کې د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ د مومنټونو په وېشنه کې بايد د ګاډرونو اغېزمنتيا په پام کې ونيول شي .

(d) د منفي مومنټونو وېشنه چې په مستقيمې محاسبوي طرېقه کې د اتکاء په هر لوړې کې د مومنټونو تر منځ ډېر توپير قايل شوی دی ، بايد په پام کې ونيول شي .

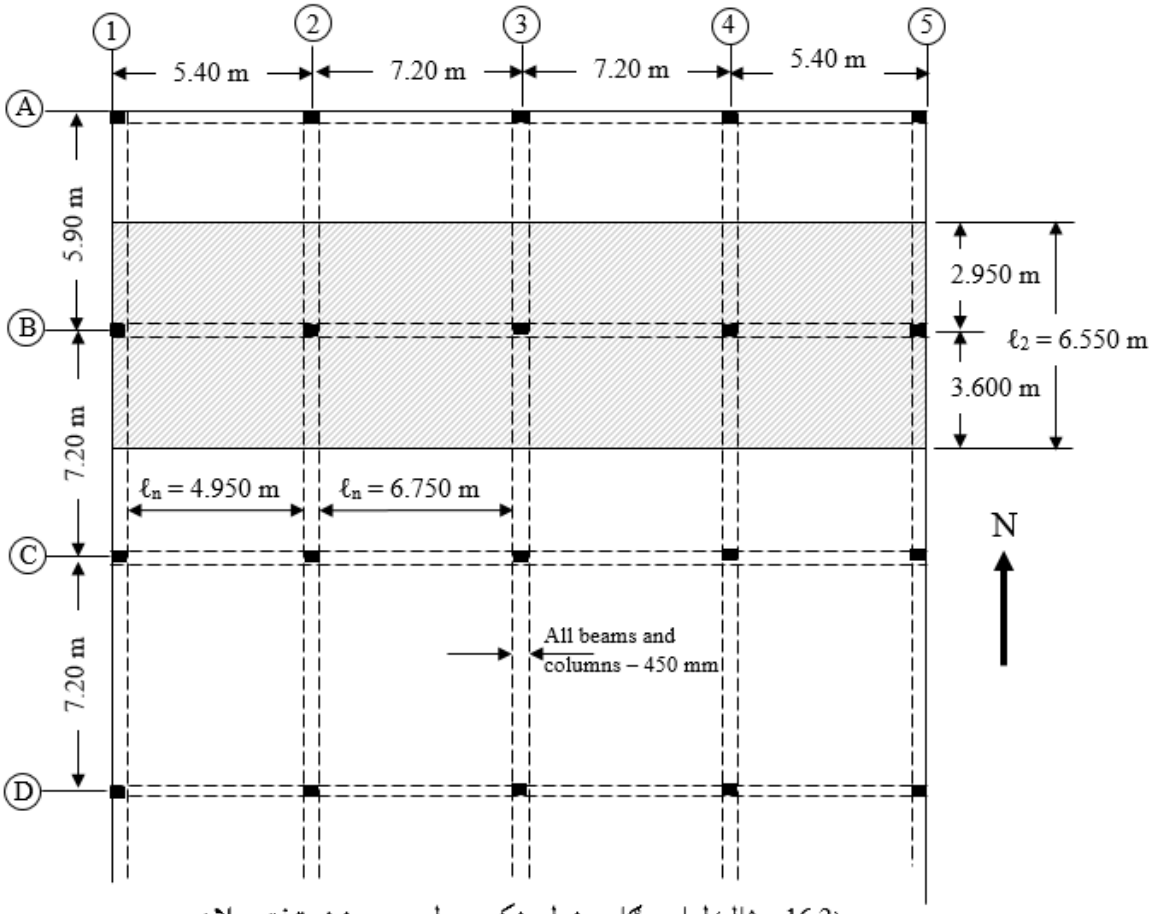
(e) په ګاډر او پوښښ تخته کې د عرضاني قوې په وړاندې محاسبه بايد په پام کې ونيول شي .

که ژوندی بار ($5\ KN/m^2$) او يا له دې څخه کوچنی وي او د پنيل مساحت له ($37\ m^2$) يا ($100\ ft^2$) څخه لوی ، نو ژوندی بار د لاندېني فورمو له مخې کمېږي :

$$L = L_o\ (0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL}A_T}})$$

په پورتنې فورمول کې : (L) او (L_o) په ترتيب سره کم شوی او مشخص ژوندی بار دی، (A_T) د باري ساحې مساحت دی او (K_{LL}) ضريب دی چې د باري ساحې مساحت په اغېزمن مساحت بدلوي ، چې د دې دوه لوريزه پوښښ تختې په محاسبه کې د بارې

ساحې مساحت (A_T) په نارمله توګه د پایو د مرکزونو ترمنځ د پنیلونو مساحت په پام کې نیول کېږي ، نو ($K_{LL} = 1.0$) قبلېږي .



د (16.2- مثال) لپاره د ګاډرونو لرونکي دوه لوریزه پوښښ تختې پلان

1- د محاسبوي طرېقې ، بار او مقاومت ضریب پیداکول : د (ACI) کود د مستقیمې محاسبوي طرېقې لپاره محدودیتونه غوره کړي چې په مخکني (15.2- مثال) کې د تطبیق لپاره بشپړه مالومات ورکړل شو ، خو په دې مثال کې یو اضافي چک اړین برېښي ، داچې د ګاډرونو ارتفاع او عرض سره مساوي دي ، نو په پایله کې ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) نسبت د محدودیتونو له مخې پاتې راځی ، خو کولی شو چې مستقیمه محاسبوي طرېقه کارووو او داچې په محاسبه کې د باد بار شامل دی ،نو د چوکاټ د تحلیل له موډل څخه ګټه اخلو .

2- د پوښښ تختې د ضخامت او د ګاډر د ابعادو ټاکل : د پوښښ تختې ضخامت د کړوپېدنې دارټیا له مخې ټاکل کېږي ،کله چې د ګاډر ابعاد مالوم وي . که د ټولو ګاډرونو لپاره ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) له یوه څخه ډېر شي ، نو د ګاډرونو څخه ټولې عرضاني قوې پایو ته انتقالېږي ، نو له دې امله کله په دې حالت کې د پوښښ تختې دضخامت په ټاکنه کې د عرضاني قوې ارزونې ته ارټیا نه شته . که یو ازې د څنډې ګاډرونه وي ، نو د پوښښ تختې اصغري ضخامت د کړوپېدنې د ارټیا له مخې له جدول څخه ($\ell_n/33$ = 6,750/33=205mm) سره مساوي کېږي . که د داخلي پایو لاندې د ګاډرونو سره دپوښښ تختې ضخامت (15%) سلنه کمېږي ، د ګاډرو د سختۍ د محاسبې په پام کې نیولو سره د پوښښ تختې ضخامت (175 mm) نیسو ، د ګاډر ارتفاع (2.5) ځلي لویه نیول کېږي، چې د (α_f) قیمت یو څه له یوه څخه ډېر شي.

د لـومړۍ هڅې په تـرڅ کې د پـوښښ تخـتې ضخامت (175 mm) او د ګاډر ارتفاع (450 mm) ټاکو ، په لاندې شکل کې د ګاډر ونود مقطع له مخې د ضخامت د ارزونې لپاره (α_f) د لاندې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$\alpha_f = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_{bs}}$$

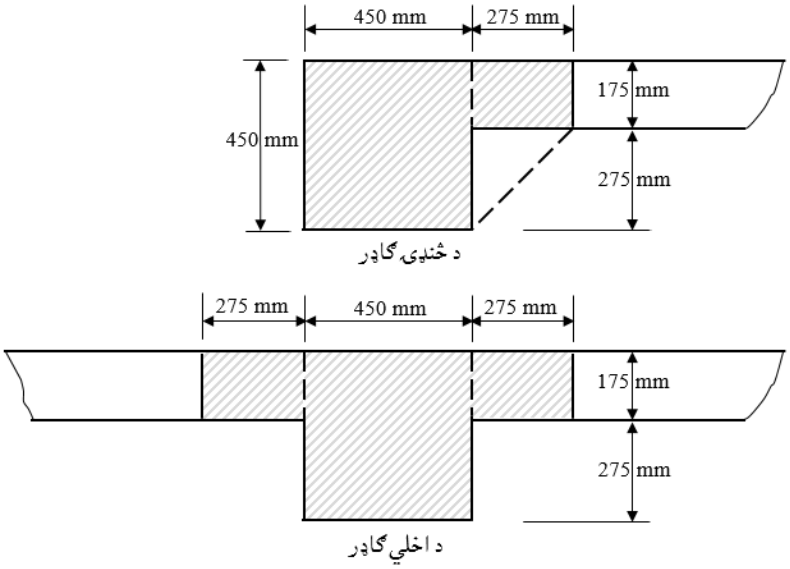
د شکل له مخې د څنډې ګاډر لپاره د دمقطع د پاسنۍ برخې څخه لاندې د ثقل مرکز فاصله (198.5 mm) ، ($I_b = 4.3 \times 10^9$ mm^4) ، د پوښښ تختې هغه عرض چې د (A) لیکې په اوږدو کې له ګاډء سره کار کوي (3,075 mm) دی، ($I_s = 1.4 \times 10^9$ mm^4) او ($\alpha_f = 3.07$) کېږي .

د (1) لـیکې په اوږدو کې دګاډر لپاره د پوښښ تختې عرض (2,925 mm) دی ، نو ($\alpha_f = 3.10$) او د(B) لیکې په اوږدو کې د داخلي ګاډرونو لپاره ($I_b = 4.88 \times 10^9$ mm^4) او د پوښښ تختې د (6,450 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.70$) کېږي ، په همدې توګه د (C) او (3) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې د (7,200 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.52$) کېږي او (2) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې د (6,300 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.74$) کېږي . د (α_f) د لاسته راغلو قیمتونو څخه لوی قیمت ($\alpha_f = 3.10 > 2.0$) دې ، نو هغه پوښښ

تختو لپاره چې په هغې کې ($\alpha_{fm} > 2.0$) وي، نو اصغري ضخامت د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي ، چې په هیڅ وجه باید له (90 mm) ملي مترو یا (3.5 in) انچو څخه لږ نه شي.

$$h = \frac{\ell_n[0.8+(f_y/1{,}500)}{36+9\beta} \geq 90 \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48.2)$$

د پوښښ تختې په لاس راغلی ضخامت په لاندې جدول کې لیکل کېږي، خو مناسب ضخامت (h = 175 mm) ورته غوره کوو .



د (16.2- مثال) لپاره د ګاډرونو مقطعي.

د ګاډر له وزن څخه انصراف کو او (d = 450 – 63 = 387 mm) د ګاډر دفعالي ارتفاع په پام کې نولو سره عرضاني قوه په لاندې ډول پیداکوو :

$q_u = 1.2\ (0.175 \times 24 + 0.25 + 1.2) + 1.6 \times 3.9 = 11.64 \text{ KN/m}^2$

$V_u = 11.64[7.2 \times 7.2 – (0.45 + d_{beam})^2] = 11.64[7.2 \times 7.2 – (0.45 + 0.387)^2]$

$V_u = 595.264 \text{ KN}$

د ۲۰.۲- مثال، لومړی جدول : د اصغري ضخامت پیداکول .

Items	Panel			
	A-B-1-2 (corner)	A-B-2-3	B-C-1-2	B-C-2-3 (Interior)
ℓ_n (Maximum)	5.90 - 0.45 = 5.45m	7.20 - 0.45 = 6.75m	7.20 - 0.45 = 6.75m	5.90 - 0.45 = 5.45m
ℓ_n (Minimum)	5.40 - 0.45 = 4.95m	5.90 - 0.45 = 5.45m	5.90 - 0.45 = 5.45m	5.40 - 0.45 = 4.95m
$\beta = \ell n$ (Maximum)/ℓn (Minimum)	1.101	1.239	1.239	1.101
α_{fm}	(3.10 + 1.74 + 1.70 + 3.26)/4 = 2.45	2.020	2.060	1.62
Applicable equation	Eq (48.2)	Eq (48.2)	Eq (48.2)	Eq (48.2)
h from equation (mm)	126.750	156.000	154.000	172.000
Mininmum (h), (mm)	90.000	90.000	90.000	125.000

$$\Sigma\phi V_c = 4[0.75 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{25} \times 450 \times 387] = 435.38 \text{ KN}$$

په پایله کې ($V_u = 595.264 \text{ KN} \leq 2\Sigma\phi V_c = 2 \times 435.38 = 870.76 \text{ KN}$) ده ، نو که داسې نه وي اړینه ده ،چې عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه وکارېږي .

3- د پایې د (B) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پیداکول: د پوښښ تختې دا تسمه د(B1) ، (B2) او (B3) پایو ترمنځ وایو کې د سخت چوکاټ په څېر کار کوي، چې (ℓ_1) یې د (B) لیکې سره موازي او (ℓ_2) یې پـرې واقع دي ، همـداراز د (B1-B2) او (B4-B5) پنیلونه یې وروستنې او نور دوه پنیلونه یې داخلي موقیعیت لري . د وایو ټولې اندازې د ۱۶.۲- مثال، په دویم جدول کې ځای په ځای کېږي . د ۱۶.۲- مثال، په دویم جدول کې ارقام په لاندې ډول لیکل کېږي :

د (4) کرښې (a) برخه د پنیل اغېزمن مساحت ($\ell_1 \times \ell_2$) او د (b) په برخه کې دژوندی بار کم شوې قیمت لیکل کېږي .

په (5) کرښه کې د وایې په اخر او د وایې په منځ کې محاسبه شوې مومنټونه لیکل کېږي چې د چوکاټ په موډل کې تر ګټه اخېستل کېږي . د پایو د برخو د انرشیا مجموعي مومنټ د پوښښ تختې - ګاډر د درزکېدنې د محاسبې لپاره په پام کې نیول کېږي . د پوښښ تختې او تحمیلي بار له امله بې له ضریبه مړبار چې د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه عمل کوي په لاندې ډول محاسبه کېږي :

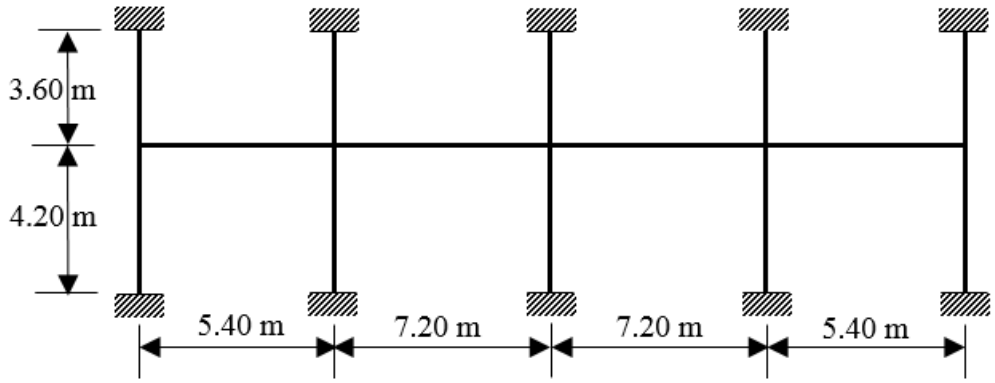
$$w_{D\ (slab\text{-}beam)} = [0.175 \times 24 + 0.25 + 1.2] \times 6.55 = 37.01 \text{ KN/m}$$

د(B1-B2)وایه کې د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه بې له ضربیه ژوندی بار مساوي کېږي په :

$w_{L\ (slab\text{-}beam)} = 3.9 \times 6.55 = 25.55\ KN/m$

د (20.2- مثال) دویم جدول : د ختیځې - لویدیځې پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونو محاسبه .

Items	B1	B2			B3	
1. ℓ_1 (m)		5.400			7.200	
2. ℓ_n (m)		4.950			6.750	
3. ℓ_2 (m)		6.550			6.550	
4. (a) Area, $A_\ell = \ell_1 \times \ell_2$ (m^2)		35.370			47.160	
(b) Reduced Live Load (KN/ m^2)		3.900			3.600	
	End	Mid	End	End	Mid	End
5. Slab-Beam Moments (KN. m)	-103.86	100.87	-237.27	-296.24	164.05	-328.11
6. Beam moments (KN. m)	-4.470	4.340	-10.440	-13.420	7.460	-14.910



د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل لپاره کاربدونکی چوکاټ.

داچې د ژوندی بار قیمت (25.55) د مړبار (37.01 KN/m) د(3/4) یانې (27.76 KN/m) څخه هم لږ دی ، نو د (ACI) کود د لارښوونې له مخې اړینه ده چې په هره وایه کې ژوندی اومړ بار بشپړه ضریبي په پام کې ونیول شي .

په (6) کرښه کې د ګاډر وزن یوازې د ګاډر په واسطه زغمل کېږي ، نو داچې مستقیماً د ګاډر په واسطه زغمل کېږي په ځانګړې توګه تحلیلېږي .

$w_{D\ (beam)} = 0.45 \times 0.275 \times 24 = 2.97\ KN/m$

4- د پاڼې د (A) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پیداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د(A1) ، (A2) او (A3)پایو ترمنځ وایو کې د سخت چوکاټ په څېر کار کوي، چې (ℓ_1) یې د (B) لیکې سره موازي او (ℓ_2) یې پـرې واقع دي ، همـداراز د (A1-A2) او (A2-A3) پنیلونه یې وروستنې او نور دوه پنیلونه یې داخلي موقیعیت لري . د وایو ټولې اندازې د ﴿16.2- مثال﴾ په دویم جدول کې ځای په ځای کېږي . د ﴿16.2- مثال﴾ په درېیم جدول کې ارقام په لاندې ډول لیکل کېږي :

د (4) کرښې (a) د وایې په اوږدو کې د پوښښ سیستم دځنډې لپاره د لږاغېزمن مساحت له امله ، د ټولو وایو لپاره د ژوندي بار کمښدنې ته اړتیا نه شته .

(b) د ساختمان د تحلیل لپاره د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه د بې له ضریبه عامل ژوندي او مړبار په پام کې نیول کېږي .

په (5) او (6) کرښو د پوښښ تختې د شمالي - جنوبي تسمو لپاره مومنټونه پیداکېږي . سره له دې چې د دې پوښښ تختې د بشپړه محاسبې لپاره د شمالي - جنوبي تسمو او د ختیځې - لویدیځې تسمومحاسبه شاملېږي ، خو له دې څخه انصراف کېږي .

7- د ختیځې - لویدیځې تسمو په وایو کې د پایې په تسمې ، په منځنۍتسمې او ګاډرونو د منفی او مثبتومومنټونو وښنه : په (3) اتو (4) قدم کې د پایې د (A) او (B) په لیکو کې مومنټونه پیداشو ، نو دا مومنټونه باید چې د پایې او په منځنیو تسمو تر منځ او همدارنګه د پایې تسمې مومنټونه د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ ووېشل شي .

(a) په پایې او منځنۍ تسمو د پوښښ تختو وېشنه : د (ACI) کود په واسطه د پایې تسمې عـرض د وایـو تر منځ متفاوت تعریف شوی دی . د (B) لیکې په اوږدو کې د (B1-B2) وایې لپاره د پایې د تسمې عرض (2.70 m) او د(B2-B3) وایې لپاره د پایې د تسمې عرض (3.225 m) دی . د وایو ترمنځ د سیخانو د محاسبې د غوښتنې له مخې د پایې تسمې عر ض ثابت (2.70 m) فرضوو .

(b) د پایې او په منځنۍ تسمو د مومنټونو وېشنه : دا محاسبه د﴿16.2- مثال﴾ په درېیم جدول کې په لاندې ډول تر سره کېږي :

د (20.2- مثال) درییم جدول : د ختیځې - لویدیځې پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونو محاسبه .

Items	A1		A2			A3
1. ℓ_1 (m)		5.325			6.000	
2. ℓ_n (m)		4.925			5.500	
3. ℓ_2 (m)		3.175			3.175	
4. (a) Area, A_ℓ (m^2)		16.907			19.050	
(b) Reduced Live Load (KN/ m^2)		3.900			3.900	
	End	Mid	End	End	Mid	End
5. Slab-Beam Moments (KN. m)	-48.67	47.6	-114.3	-146.43	81.48	-162.7
6. Beam moments (KN. m)	-10.850	10.580	-25.220	-32.540	18.170	-36.340

د (20.2- مثال) څلورم جدول : د ختیځې - لویدیځې تسموکې د پایې او ټنځنیو تسمو ترمنځ د مومنټونو وېشنه .

تسمې	د پایې تسمه	منځنۍ تسمه	د پایې تسمه	منځنۍ تسمه	د پایې د څنډې تسمه
د تسمې عرض په (m)	2.700	4.500	2.700	3.090	1.500
بیروني یا خارجي منفي مومنټونه	C1		B1		A1
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	-108.88		-103.86		-48.68
2- د مومنټ ضریبونه	0.880	0.060 0.060	0.880	0.060 0.060	0.790
3- په تسمو د مومنټونو وېشنه	-95.81	-6.23 -6.53	-91.40	-6.23 -6.53	-38.46
4- (a) د پایې تسمې مومنټ په پوښښ	پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر
تختو او گاډرونو (KN. m)	-81.34 -14.47		-76.93 -13.80		-23.99 -5.81
(b) د بارله امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)	-4.470		-4.470		-10.85
5- مجموعي مومنټ (KN.m)	-85.81 -14.468	-12.764	-81.40 -13.801	-16.454	-34.84 -5.807
د وروستني وآیې مثبت مومنټونه	C1		B1		A1
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	105.76		100.88		47.59
2- د مومنټ ضریبونه	0.650	0.175 0.155	0.690	0.155 0.270	0.730
3- په تسمو د مومنټونو وېشنه	68.74	18.51 15.64	69.61	15.64 12.85	34.74
4- (a) د پایې تسمې مومنټ په پوښښ	پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر
تختو او گاډرونو (KN. m)	58.43 10.31		59.17 10.44		29.53 5.21
(b) د بارله امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)	4.340		4.340		10.58
5- مجموعي مومنټ (KN.m)	62.77 10.31	34.14	63.51 10.44	28.49	40.11 5.21
دلومړي داخلي پایې منفي مومنټ	C2		B2		A2
1- د پوښښ تختې مومنټ (KN. m)	-311.86		-296.95		-146.44
2- د مومنټ ضریبونه	0.690	0.155 0.155	0.690	0.155 0.270	0.730
3- په تسمو د مومنټونو وېشنه	-215.18	-48.34 -46.03	-204.90	-46.03 -39.54	-146.44
4- (a) د پایې تسمې مومنټ په پوښښ	پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر		پوښښ تخته گاډر
تختو او گاډرونو (KN. m)	-182.91 -32.28		-174.16 -30.73		-124.47 -21.97
(b) د بارله امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)	-13.420		-13.420		-32.54
5- مجموعي مومنټ (KN.m)	-196.33 -32.28	-94.37	-187.58 -30.73	-85.57	-157.01 -21.97

کرښې د پوښښ تختې په بېلابېلو برخو کې د مومنټونو مقدار ښيي، چې د مومنټونو وېشنه د محاسبوي تسمې سره د موازي لپاره د ګاډر- سختۍ نسبت او د پام وړ پنیل د نسبت له مخې تر سره کېږي . د ختیځې - لویدیځې تسمو لپاره دا موضوع په لاندې ډول سره تر سره کېږي :

د (α_f) قیمتونه په دویم قدم کې محاسبه شوې دي ، د (ℓ_1) او(ℓ_2) قیمتونه په جدولونو کې ورکړل شوي دي و چې ددې محاسبه په لاندې ډول تر سره شوې ده :

د (B1-B2) پنیل لپاره:ℓ_1= 5.40 m ، ℓ_2 = 6.55 m ، α_{f1}= 1.70 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.21 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =2.06 کېږي . د (B2-B3) پنیل لپاره:ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 6.55m ، α_{f1}= 1.70 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.91 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =1.55 کېږي . د (C1-C2) پنیل لپاره:ℓ_1= 5.40m ، ℓ_2 = 7.20m ، α_{f1}= 1.52، 7.20m ، α_{f1}= 1.52 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.33 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =2.03 کېږي . د (C2-C3) پنیل لپاره :ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 7.20m ، α_{f1}= 1.52 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =1.52 کېږي .

په (ACI) کود کې د څنډې پنیل لپاره د (ℓ_2) کاربدنه نه ده څرګنده، خو په دې مثال کې (ℓ_2) د څنډې پنیل د عرض سره مساوي نیول شوی دی .

د (A1-A2) پنیل لپاره:ℓ_1= 5.40m ، ℓ_2 = 5.70m ، α_{f1}= 3.10 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.06 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =3.27 کېږي .

د (A2-A3) پنیل لپاره :ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 5.70m ، α_{f1}= 3.10 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.79 او$\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ = 2.45 کېږي .

لومړۍ کرښه : دا مومنټونه د دې مثال د دویم او دریم جدولونو له پنځمې کرښې اخېستل کېږي او د (C) تسمې مومنټونه د دې سره یوشانته په محاسبه کې نیول کېږي .

د یادلو وړ ده چې د لومړۍ داخلي اتکاء لپاره د پوښښ تختې له دوو مومنټونو څخه لوی مومنټ په پام کې نیول کېږي .

دویمه کرښه - بیروني یا خارجي منفي مومنټ : د دې فصل د(7.2- جدول) څخه د پایې د تسمې په واسطه د بیروني منفي مقاوم مومنټ فریکشن د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) او ($\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$) له مخې اخېستل کېږي او ($\beta_t = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s}$) محاسبه کېږي ،

دلته (C) د ګاډر د څرخېدنې ثابت دی چې د ($C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3 y}{3}\right]$) فورمول په واسطه پیداکېږي . د څنډې ګاډر عرضاني مقطع د دې مثال په توګه شکل کې ښودل شوې ده، د دې لپاره چې د (C) قیمت په لاس راوړو ، نو د ګاډر مقطع په مستطیلونو وېشو، چې د (C) اعظمي قیمت د شکل له مخې ($C = 5.7 \times 10^9\ mm^4$) سره مساوي کېږي . دا چې (I_s) دپوښښ تختې د انرشیا مومنټ دی ، نو د ($I_s = \ell_2 h^3/12$) فورمول په واسطه پیداکېږي او ($E_{cb} = E_{cs}$) سره دی ، نو په لاندې ډول کړنه تر سره کوو:

(a) د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره : ($I_s = 3{,}175 \times 175^3/12 = 1.42 \times 10^9\ mm^4$) کېږي ، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 1.42 \times 10^9} = 2.01$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 5.7/5.4 = 1.06$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 3.27$) او ($\beta_t = 2.01$) قیمتونو له مخې د انټرپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (A1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.79) په لاس راځي .

(b) د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره : ($I_s = 6{,}550 \times 175^3/12 = 2.93 \times 10^9\ mm^4$) کېږي، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 2.93 \times 10^9} = 0.97$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 6.55/5.4 = 1.21$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 2.03$) او ($\beta_t = 2.01$) قیمتونو له مخې د انټرپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (B1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.88) په لاس راځي .

(c) د پوښښ تختې د (C) تسمې لپاره : ($I_s = 7{,}200 \times 175^3/12 = 3.2 \times 10^9\ mm^4$) کېږي ، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 3.2 \times 10^9} = 0.89$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 7.2/5.4 = 1.33$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 2.03$) او ($\beta_t = 0.89$) قیمتونو له مخې د انټرپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (C1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.88) په لاس راځي .

مثبت مومنټونه :

(a) د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره : د ($\ell_2/\ell_1 = 5.7/5.4 = 1.06$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (73) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

(b) د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره : د ($\ell_2/\ell_1 = 6.55/5.4 = 1.21$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (69) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

(c) د پوښښ تختې د (C) تسمې لپاره : د ($\ell_2/\ell_1 = = 7.2/5.4 = 1.33$) ، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (65) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

داخلي منفي مومنټونه : داچې ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) دی ، نو د (7.2- جدول) له مخې د پایې او منځنۍ تسمو ترمنځ مومنټونه د مثبت مومنټونو په څېر په ترتیب سره په (73) ، (69) او (65) سلنه مومنټونه د (A) ، (B) او (C) پوښښ تختوتسمود پایې تسمو ته ځي .

(4a) کرښه : په دې کرښه کې د پایې تسمې مومنټونه د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ وېشل کېږي ، د (ACI) کود د غوښتنې له مخې که ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) وي ، نو د پایې تسمې (85%) سلنه مومنټ ګاډر او پاتې یې پوښښ تختې ته ورکول کېږي .

(4b) کرښه : په دې کرښه کې مومنټونه په شکل کې د ښودل شوي چوکاټ چې د پایې د (A) ، (B) او (C) لیکو په اکړدو کې د ګاډر د تنې وزن او د پایې د (A) لیکې په اوږدو کې د دیوال د وزن د جمعې د عامل بار د تحلیل څخه په لاس راځي .

پنځمه کرښه : د پوښښ تختې اوګاډر پایې د تسمود (B) لیکې په اوږدو کې د پایې د (A) او (B) لیکو ترمنځ د منځنۍ تسمې نهایې مومنټونه په لاندې شکل کې ترسمېږي

8- د پوښښ تختې د سیخانو محاسبه کول : د تېر مثال په څېر د پوښښ تختې د سیخانو مساحت د لاسته راغلو مومنټونو له مخې پیدا کېږي .

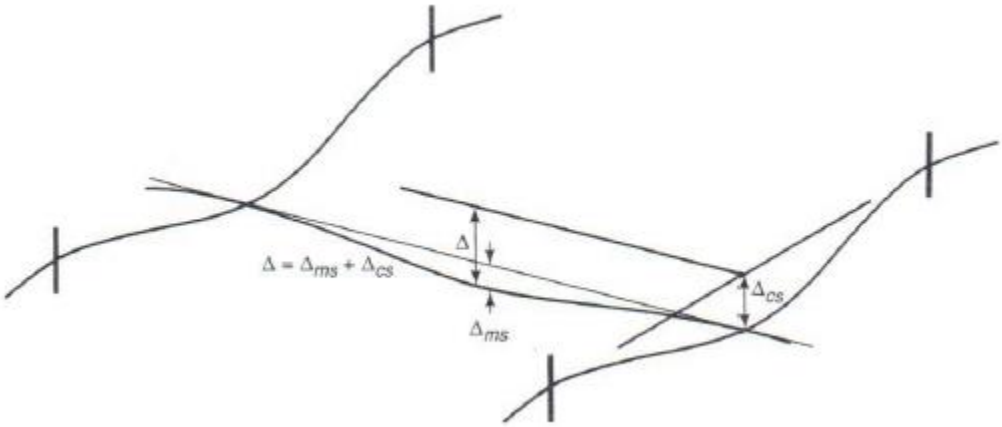
9- د ګاډرونو محاسبه کول : ګاډرونه د مومنټونو، عرضاني قوي محاسبه اود سیخانو قات کېدنه په ترتیب سره تر سره کېږي . د څنډې ګاډرونه هم د عامل څرخېدنې قوي په وړاندې محاسبه کېږي . داچې د ټولو ګاډرونو لپاره ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 \geq 1.0$) دی ، نو د (ACI) د غوښتنې له مخې اړینه ده چې ګاډرونه په خپله باري ساحه کې د بارونو له امله د عرضاني قوي په وړاندې محاسبه شي .

13.2- د دولوریزه پوښښ تختې په سیستمونو کې کړوپېدنه
(Deflection in Two-Way Slab Systems)

د دوه لوریزه پوښښ تختو سیستمونو لپاره ډېره کړوپېدنه د ځولې کېدنې یا شلمېدنې او د ځینو برخو لکه د دروازو او کړکیو د ویجاړېدنې لامل کېږي . نو د کـړوپېدنې د مخنیوي لپاره د (ACI) کـود د دوه لـوریزه پوښښ تختې داصغري ضخامت لپاره د (7.1- جدول) لاربښوونه کوي .

د دوه لوریزه پوښښ تختو کړوپېدنې محاسبه کې د پوښښ تختې د پنیل دځنډې د محیط شرایط، باربدنه، د ژوندي بار حالت (Live Load Patteren)، د کږېدنې یا انحنایې له امله درزکېدنه ، انقباض (Shrinkage) او د څکېدنې (Creeping) له امله د

کړوپېدنې ډېرېدنه په پام کې نیول کېږي . ددوه لوریزه پوښښ تختې سیستمونو کې دکړوپېدنې دستونزې پربنسټ د اوږدې مودې کړوپېدنې ضریب (λ_Δ) د (ACI) کود په احتمالي ډول (2.0) نیسي ، خو دا ضریب کفایت نه کوي . یانې د(λ_Δ) ضریب قیمت د (ξ) ضریب سره ځکه مساوي قبلېږي چې په یولوریزه او دوه لوریزه پوښښ تختو د وایې په منځ کې فشاري سیخان نه کارېږي . خو ځینې مؤلفین د دوه لوریزه پوښښ تختو سیستمونو لپاره د دې ضریب قیمت تر (3.0) پورې هم لوړوي . د پایې د تسمو د څنډې پنیل په اوږدو کې د ورته یا مشابه ګاډرونو په شتون کې د وایې په منځ کې د منځنۍ کړوپېدنه (deflection) په (59.2-شکل) کې ښودل شوې ده .



61.2- شکل: د پایې او منځنۍ تسمو کړوپېدنه (15 :759).

د پایې د تسمود داخلي پنیلونو لپاره اوږده څنډه نیول کېږي ، خو د بیروني یا خارجي پنیلونو لپاره د پنیل د بیروني څنډې سره عمودي نیول کېږي .

د وایې د ګاډر یا پوښښ تختې د انرشیافعال یا اغېزمن مومنټ د لاندې فورمولونو په واسطه پیداکېږي :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^2 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \quad \text{.....(48.2)}$$

دلته :

I_e - دکړوپېدنې د محاسبه کولو له پاره د انرشیا اغېزمن مومنټ دی .

M_{cr}- د کږېدنې یا انحنایي مومنټ دی ، چې په کانکرېټو کې د درز د پیدا کېدو له امله د لاندې فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \quad \text{.....(49.2)}$$

f_r- د کانکرېټو د شلېدنې مودول دی ،چې د (50.2) معادلی په واسطه پیدا کېږي :

$$f_r = 0.623\lambda \sqrt{f'_c} \quad \text{.....(50.2)}$$

λ- ضریب دی چې د نارمل وزن لرونکو کانکرېټو لپاره (1.0) ، د سپکو کانکرېټو لپاره (0.75) او د شګلنو د سپکو کانکرېټو لپاره (0.85) په پام کې نیول کېږي .

I_g- دبې له درزه ګاډر چې د فولادي سیخان په نه شتون کې دانرشیا مجموعي مومنټ دی .

y_t- د ثقل مرکز او نهایي کششي لیکې تر منځ فاصله ده.

M_a- د عنصر د کړوپېدنې په محاسبه کې د کږېدنې یا انحنایي اعظمي مومنټ دی .

هغه ګاډرونه چې دواړولورو ته ادامه لري منځنی فعال یا اغېزمن انرشیا مومنټ د لاندې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$\text{Average } I_e = 0.70I_{em} + 0.15(I_{e1} + I_{e2}) \quad \text{..... (51.2)}$$

هغه ګاډرونه چې یولوري ته ادامه لري منځنی فعال یا اغېزمن انرشیا مومنټ د لاندې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$\text{Average } I_e = 0.85I_{em} + 0.15(I_{e\ continuous\ end}) \quad \text{..... (52.2)}$$

دلته : (I_{em})، (I_{e1}) او (I_{e2}) په ترتیب سره دګاډر د وایې په منځ کې او په دواړو وروستنیو برخو کې د (I_e) قیمتونه دي . د دې فورمولونو په کارېدنه کې اړینه ده چې (M_a) وارزول شي، دا ځکه چې د (ACI) کود یې دیو عنصر په هغه حالت کې چې ګړوپېدنه محاسبه کېږي د غیر ضریبي شوي اعظمي مومنټ په توګه تعریفوي . د پوښښ تختې د کړوپېدنې په محاسبه کې (M_a) دغیرضریبي شویو مړ اوژوندي بارونو د مومنټونو مجموعه او یا هم د پوښښ تختې مړبار مومنټ دوه برابره په اندازه په پام کې نیول کېږي . سربېره پردې په درزکېدنه کې مومنټ (M_{cr}) چېرته چې (M_a) عمل کوي د کانکرېټو د عمر پربنسټ په

پام کې نیول کېږي . کله چې (I_g) او (I_{cr}) محاسبه کېږي ، اړینه ده چې د ډراپ پنیل قناعت ښونکي ابعادد (ACI) کود له مخې وارزول شي . کوچني ډراپ پنیلونه (عرضاني قوي خولې shear caps) او د پایې کیپټلونه څخه انصراف کېږي(15:760-58).

21.2- مثال : د (B-C-2-3) پنیل لپاره د (15.2- مثال) د پلان د شکل له مخې کړوپښدنه محاسبه او د (ACI) کود د محدودیتونو سره پرتله کړئ . داسې فرضوو چې غیر ساختماني جوړښتونه د ډېرې کړوپښدنې له امله نه ویجاړېږي ، د دې حالت لپاره د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپښدنه او د پارتیشنونو د وصلېدنې څخه مجموعي کړوپښدنه هم باید وارزول شي . داچې د دې پوښښ سیستم لومړنې ضخامت (190 mm) غوره شوی دی ، نو کړوپښدنه په (165 mm) خطرناکه ضخامت کې تر مطالعې لاندې نیسو، که د دې ضخامت لپاره کړوپښدنه کافي وه ، نو د (190 mm) لپاره خو بیخې درسته ده .

حل :

1- د پایې تسمې د (B2) او (C2) تر منځ د سملاسي او اوږدې مودې کړوپښدنې پیداکول (د B3 او C3 تر منځ کړوپښدنه په همدې شانته فرضوو) :

(a) - د (Ma) په لاندې ډول پیداکېږي : د (15.2- مثال) څخه د پوښښ تختې له پاسه عامل بار (W_u = 10.752 KN/m^2) او ضخامت یې (190 mm) په پام کې نیسو.

د کړوپښدنې د محاسبې لپاره بارونه (د پوښښ تختې ضخامت 165 mm)

Dead load, 1.0(dead) = 0.165 x 24 + 1.4 = 5.36 KN/m^2

Service load, 1.0(dead + live) = 5.36 + 2.4 = 7.76 KN/m^2

Construction load, 2.0 (slab dead load) = 2.0 x 3.96 = 7.92 KN/m^2

په پایله کې درز د ساختماني بارونو له امله رامنځته او (M_a) د (7.92/10.752 = 0.736) ځلې د پایې تسمې د مومنټ په اندازه نیول کېږي .

د(B2) او (C2) سره منفي مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

Negative moment at B2 and C2 = 0.736 x 93.649 = 68.926 KN. m

دوايې په منځ کې مثبت مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

Positive moment at midspan = 0.736 x 40.341 = 29.691 KN. m

(b) - د (Mcr) پیداکول : فرضوو چې د پوښښ تختې له پاسه ساختماني بار د (14) ورځو لپاره واقع کېږي، نو د (14) ورځو مودې لپاره د پوښښ تختې مقاومت ($0.88f'_c$) په پام کې نیول کېږي ، نو د (ACI) کود پربنسټ (M_{cr}) مساوي کېږي په :

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \; ; \; f_r = 0.623\lambda \sqrt{f'_c} = 0.623 \text{ x } 1.0 \text{ x} \sqrt{0.88 \text{ x } 25} = 2.92 \text{ MPa}$$

$$I_g = \frac{2{,}363 \text{ x } (165)^3}{12} = 0.88 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4; \; y_t = 165/2 = 82.5 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \frac{2.92 \text{ x } 0.88 \text{ x } 10^9}{82.5} = 31.15 \text{ KN. m}$$

(c)- د (I_{cr}) او (I_e) پیداکول : د 15.2- مثال، دختیځې - لویدیځې پوښش تختې تسمې د (B2-B3) او (C2-C3) سیخبندۍ ته په کتو سره په منفي مومنټ ساحه کې ، سره له دې چې د پوښښ تختې سیخبندي بدلون مومي، نو د(12 No 15 =A_s) لپاره فعاله ارتفاع مساوي کېږي په : $d_{(East\text{-}West)} = h - 25mm = 165 - 25 = 140$ mm ، نو د سیخبندۍ نسبت یې مساوي کېږي په :

$$\rho = \frac{15 \text{ x } 113}{2{,}363 \text{ x } 140} = 0.00512$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \Rightarrow E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \text{ x} \sqrt{25} = 23{,}500 \text{ MPa}, \; E_s = 0.2 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$$

$$n \text{ (at time of cracking)} = \frac{0.2 \; x \; 10^6}{23{,}500} = 8.51 \Rightarrow n\rho = 0.0436$$

$$k = \sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho = \sqrt{2 \text{ x } 0.0436 + (0.0436)^2} - 0.0436 = 0.255$$

$$I_{cr} = \frac{1}{3}(2{,}363) \text{ x } (0.255 \text{ x } 140) + 15 \text{ x } 113 \text{ x } 8.51 \; (140 - 0.255 \text{ x } 140)$$

$$I_{cr} = 28{,}119.7 + 1{,}504{,}470.14 = 1{,}532{,}590 \text{ mm}^4$$

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3$$

$$I_e = 1{,}532{,}590 + (0.88 \text{ x } 10^9 - 1{,}532{,}590) \text{ x } \left(\frac{31.15 \; x \; 10^6}{68.926 \; x \; 10^6}\right)^3 = 0.4 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4$$

داچې د مثبت مومنټ په ساحه کې ($M_a \approx M_{cr}$, $I_e = I_g = 0.88 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4$) نیول کېږي . د ($I_e$) منځنی قیمت په لاندې ډول پیداکېږي :

$$I_{e,\,Average} = 0.70I_{em} + 0.15(I_{e1} + I_{e2})$$

$I_{e,\,Average}$= 0.70 x 0.88 x10^9 + 0.15 (0.4 x10^9 + 0.4 x10^9) = 0.736 x 10^9 mm^4

(d) - د مړ او ژوندي بارونو له امله د سملاسي اود اوږدې مودې کړوپېدنې پیداکول : د دې لپاره چې د پایې او منځنۍ تسمو کړوپېدنه محاسبه کړو، اړینه ده چې د د پوښښ تختې د دې تسمو له پاسه د مړبار او ژوندي بار د عمر سلنه (%) پیداشي . دا سلنه د پایې او منځنۍ تسمو د مومنټ د سلنې سره مساوي قبلېږي . داچې دا سلنه د منفي او مثبتو ساحو لپاره سره توپیر لري ، نو د هري تسمي منځنۍ اندازه په پام کې نیول کېږي . په (15.2- مثال) کې د داخلي پنیل د وایې په وروستنې برخې لپاره (75%) سلنه منفي مومنټ او مثبت مومنټ (60%) سلنه د پایې د تسمې لپاره اختصاص شوی دی ، نو د پایې د تسمې په واسطه (67.5%) سلنه مړ او ژوندی وېشلې بار اختصاصېږي ، چې له هغې څخه د منځنۍ تسمې د پنیل د دویمې برخې لپاره (32.5%) سلنه د کړوپېدنې لپاره اختصاصېږي:

w_D = 5.36 x 4.725 x 0.675 = 17.10 KN/m

w_L = 2.4 x 4.725 x 0.675 = 7.65 KN/m

د پوښښ تختې د باربدنې په پام کې نیولو سره د مړ او ژوندی بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$\Delta_{D\,(max)} = 0.0026\,\frac{w_D \ell^4}{EI}$ (row1); $\Delta_{L\,(max)} = 0.0048\,\frac{w_L \ell^4}{EI}$ (row4)

دلته: (ℓ = 6.0 m)، ($I = I_e$ =0.736 x 10^9 mm^4)او د (f'_c = 25 MPa) لپاره ($E = E_c$) دي.

$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c}$ = 4,700 x$\sqrt{25}$ = 23,500 MPa

$\Delta_{D\,(max)} = 0.0026 \text{ x } \frac{17.10\,x\,(6{,}000)^4}{23{,}500 \text{ x } 0.736 \text{ x}(10)^9} = 3.33$ mm

$\Delta_{L\,(max)} = 0.0048 \text{ x } \frac{7.65\,x\,(6{,}000)^4}{23{,}500 \text{ x } 0.736 \text{ x}(10)^9} = 2.75$ mm

د دې لپاره چې د اوږدې مودې کړوپېدنه پیداکړو، نو د اوږدې مودې لپاره د ژوندی بار پایښت (25%) سلنه فرضوو او مړ بارلپاره سملاسي کړوپېدنه قبلېږي. همداراز د

اوږدې مودې کړوپېدنې ضریب (3.0) پیشنهاد ږي ،نو د پایې تسمې د وایې په منځ کې د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{(long\text{-}term)} = 3.0 \times (3.33 + 0.25 \times 2.75) = 12.05$ mm

2- د پایې د (2) او (3) لیکو ترمنځ د منځنۍ تسمې لپاره د کړوپېدنې محاسبه :

(a)- د (M_a) او (M_{cr}) پیداکول : د ساختماني بارونو له امله (M_a) مساوي کېږي په:

Negative at line 2: 0.736 x 23.776 = 17.50 KN. m

Positive at midspan: 0.736 x 19.021 = 14.0 KN. m

Negative at line 3: 0.736 x 22.078 = 16.25 KN. m

د تېر په څېر : $I_g = \frac{3,636 \times (165)^3}{12} = 1.4 \times 10^9$ mm^4; $y_t = 165/2 = 82.5$ mm

$M_{cr} = \frac{2.92 \times 1.4 \times 10^9}{82.5} = 48.18$ KN. m

(b) - د (I_e)پېـــداکول: داچې ($M_a < M_{cr}$) دی ، نــو په ټــولــو نقطو کې سره قبلېږي ($I_e=I_g=1.4x10^9mm^4$).

(c)- د مړ او ژوندي بارونو له امله سملاسي او اوږدې مودې کړوپېدنې پیداکول :

د تېر په څېر : $w_D = 5.36 \times 6.0 \times 0.325 = 10.452$ KN/m

$w_L = 2.4 \times 6.0 \times 0.325 = 4.68$ KN/m

د($\ell = 4.725$ m) لپاره د کړوپېدنې فورمول له مخې په لاندې ډول کړوپېدنه پیداکېږي :

$\Delta_{D\ (max)} = 0.0026 \times \frac{10.452\ x\ (4.725)^4}{23,500 \times 1.4\ x(10)^9} = 0.412$ mm

$\Delta_{L\ (max)} = 0.0048 \times \frac{4.68\ x\ (4.725)^4}{23,500 \times 1.4\ x(10)^9} = 0.340$ mm

بیاهم د تېر په څېر : $\Delta_{(long\text{-}term)} = 3.0 \times (0.412 + 0.25 \times 0.340) = 1.491$ mm

3- د (ACI) کود د محدودیتونو له مخې د کړوپېدنې ارزونه:

(a)- د ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې ارزونه :

$\Delta_{L\ (max\ for\ Panel)} = 2.75 + 0.34 = 3.09$ mm

ACI Code limit = $\ell/360 = 6,000/360 = 16.67$ mm (OK)

(b)- د پارتیشنونو د وصلېدنې څخه وروسته د مجموعي کړوپېدنې محاسبه کول : د پارتیښن د وصلېدنې پرمهال په سملاسي کړوپېدنې د مړبار اغېزه (90%) سلنه قبلېږي .

په پایله کې دکړوپېدنې د محاسبو د تجربو له مخې د پارتیشن په واسطه کړوپېدنه د ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې (10%) جمع د اوږدې مودې د (100%) سلنې سره مساوي کېږي:

$\Delta_{(\text{max for partitions})} = 0.1 \text{ x } (3.33 + 0.412) + 3.09 + (12.05 + 1.491) = 17.0 \text{ mm}$

ACI Code limit = $\ell/240 = 6{,}000/240 = 25$ mm (OK)

لـــنډيز

د اوسپنيزکانکريټي ودانيو د پوښښونو له اجزاوو څخه يوه هم د پوښښ تختې (slabs) دي ، چې بېلابېل ډولونه لري ، خو د اوږد او لنډ لورو د اوږدوالي د نسبت له مخې په دوو ډولونو يولوريزه پوښښ تختې او دوه لوريزه پوښښ تختې دي.

دوه لوريزه پوښښ تختو محاسبې په بېلابېلو طريقو تر سره کېږي ، خو په دې فصل کې د ضريبي محاسبوي طريقې ، مستقيمي محاسبوي طريقې (Direct Desigm Methd) او د معادل چوکاټ محاسبوي طريقې (Equivalent Frame Design Metrhod) څخه يادونه شوې ده ، چې د هرې طريقې لپاره په ډېر دقت سره مثالونه د ګاډرلرونکو او بې له ګاډره ياهواره دوه لوريزه پوښښ تختو لپاره حل شوي دي .

د دوه لوريزه پوښښ تختو د محاسبو لپاره اړينه بربښې چې د هغې ضخامت په ډېر دقت سره وټاکل شي ، چې د همدې موخې د لاسته راوړنې لپاره د (7.2- جدول) او د (ACI) کود د غوښتنو او د عرضاني قوي د ارزونې په پام کې نيولو سره غوره او ټاکل کېږي .

د دوه لوريزه پوښښ تختو کې د محاسبې لپاره اړينه ده چې د عاملو بارونو له امله د انحنايې مومنټونه بايد د پوښښ تختې د سيستم د پنيلونو په پام کې نيولو سره ووېشل شي او د هغې له مخې په خپلو ټاکلو برخو کې د مثبتو اومنفي مومنټونو په پام کې نيولو سره د محاسبوي سيخانو په واسطه سيخبندي شي .

له پوښښ تختې سربېره پر کششي سيخانو د يولوريزه او دوه لوريزه عرضاني قوو په وړاندې ارزول کېږي او د اړتيا پر مهال په اړينو برخو کې عرضاني سيخان هم اچول کېږي . همداراز د عرضاني قوو پر وړاندې د پوښښ تختې په اړينو برخو کې د مقاوم کېدنې لپاره ګل ميخ لرونکي سيخان هم ځای په ځای کېږي ، چې په اړه يې مثال محاسبه شوی دی. د دې لپاره چې ددوه لوريزه پوښښ تختې ضخامت لا هم ډېر دقيق تحليل شي ، نود مړواو ژوندیو بارونو له امله د سملاسي ، اوږدې مودې او مجموعي کړوپېدنې محاسبه تر سره کېږي . چې په دې اړه يو مثال چې په هغې کې د دوه لوريزه پوښښ تختې

سیستم لپاره مړواو ژوندیو بارونو له امله د سملاسي ، اوږدې مودې او مجموعي کړوپېدنې محاسبه او د (ACI) کود د محدودیتونو سره پرتله شوې ده .

پـــوښـــتنې

1- په پوښښ تختو کې د سیخانو یولوریزه اویا دوه لوریزه کړنې لامل څه شی دی .

2- د دوه لوریزه پوښښ تختو ډولونو نومونه واخلئ .

3- د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت څنګه ټاکل کېږي .

4- د دوه لوریزه پوښښ تختو د محاسبې شرایط واضح کړئ .

5- دکومو شرایطو لاندې دوه لوریزه پوښښ تختې په ضریبي محاسبوي طریقه محاسبه کېږي .

6- دکومو شرایطو لاندې دوه لوریزه پوښښ تختې په مستقیمې محاسبوي طریقه محاسبه کېږي .

7- په مستقیمه محاسبوي طریقه کې ستاتیکي مومنټ ، په منځنیواو اړخیزوستنو کې محاسبوي مومنټ څنګه پیداکېږي .

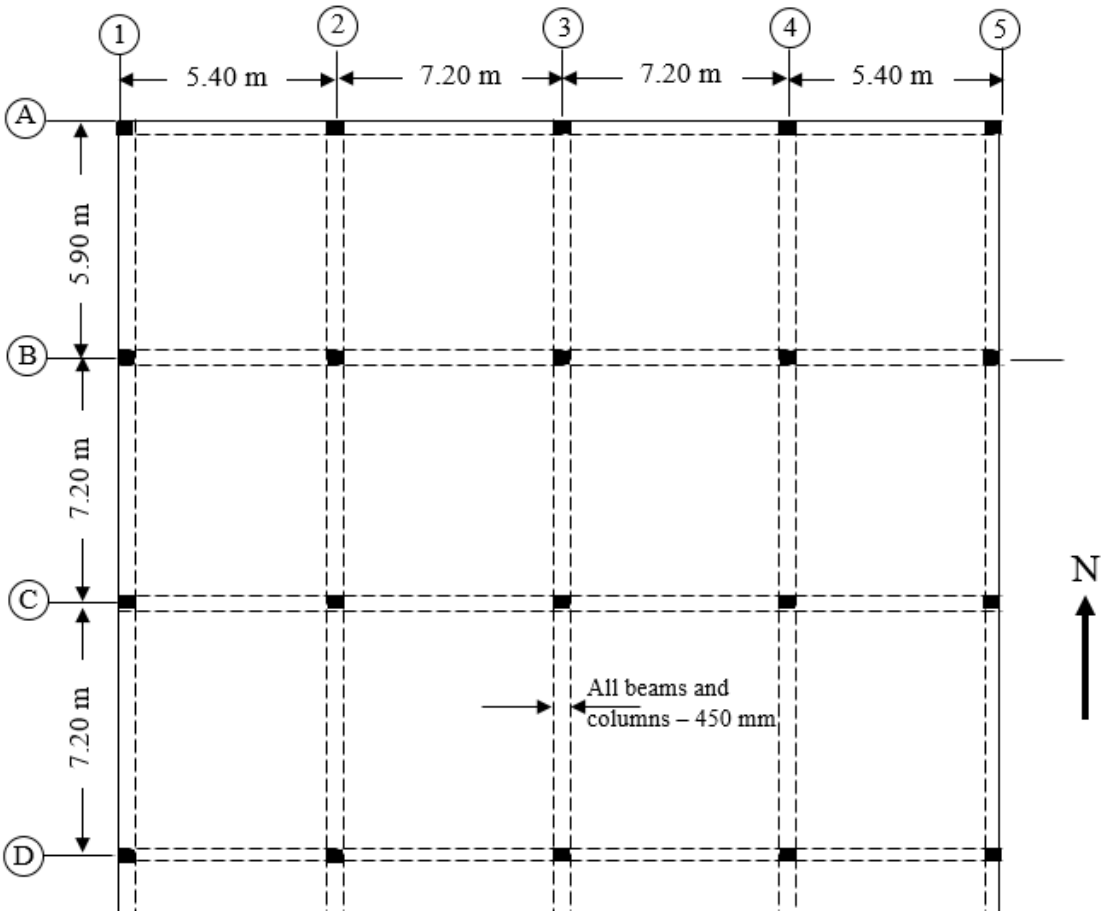
8- په معادله محاسبوي طریقه کې د یوې تسمې د اجزاونومونه واخلئ او دا اجزاوي د کومومعیارونو له مخې یوله بله جدا کېږي .

9- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې یولوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوي قوې کومې دي او څنګه پیداکېږي .

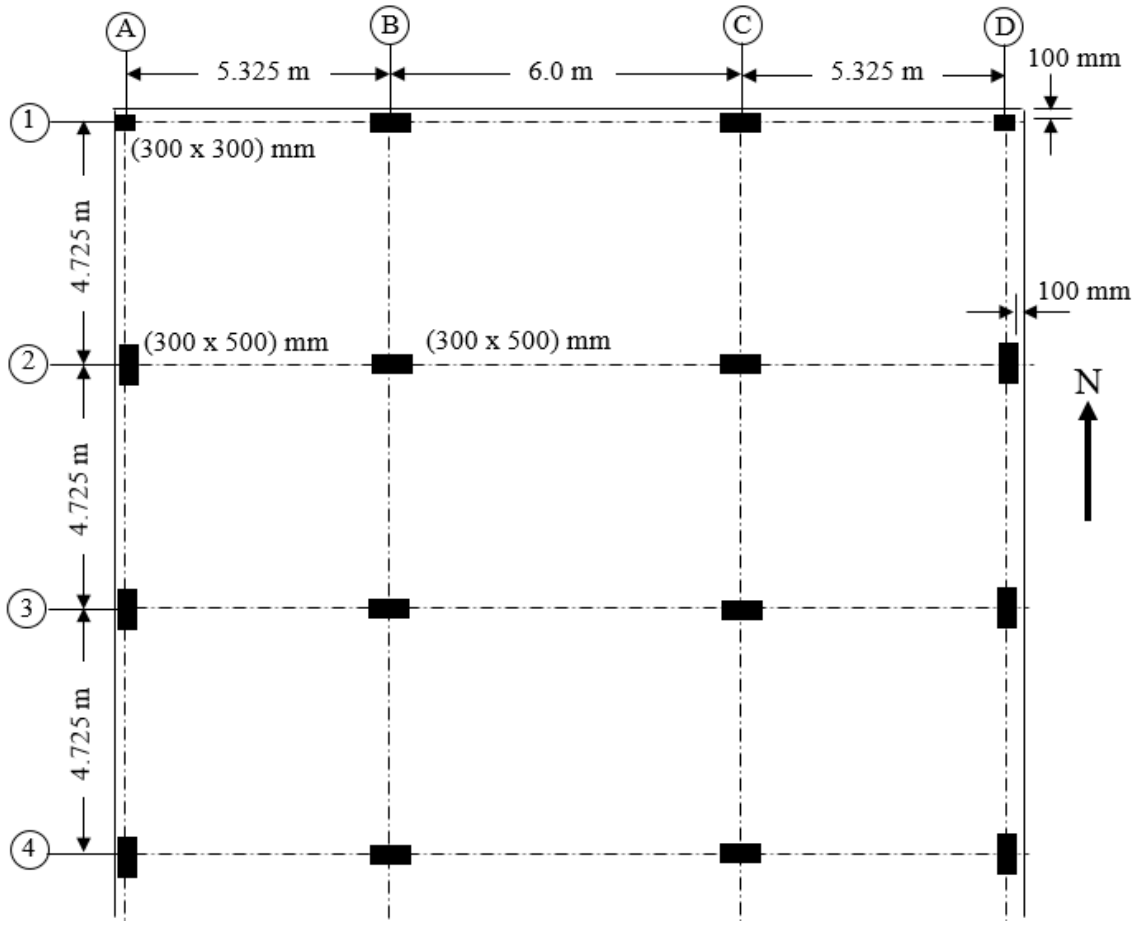
10- یوه (6 x 4 m) پوښښ تخته چې درې لوروته د اوسپنیزکانکرېټي دیوالونه سره نښتې ده او بې له پوښښ تختې له وزنه ($2\ KN/m^2$) مړ او ($3\ KN/m^2$) ژوندي بارونو پرې عمل کړی وي او ($f'_c = 30\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي محاسبه کړئ .

11- په لاندېنې شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې د مستقیمې محاسبوي طرېقې په واسطه د (2) محور په اوږدو د محاسبوي تسمواجــزاو مومنټونه محاسبه او همداراز د منځۍ وایې د محاسبوي تسمې په اجزاو کې فولادي سیخان ځای په ځای کړئ . که د پوښښ تختې ضخامت ($h_s = 180\ mm$) ، د ګاډر بشپړه ارتفاع ($h = 500\ mm$) ، عرض یې ($b_w = 400\ mm$) او د ستنې ابعاد ($400\ mm \times 400\ mm$) وي . همداراز د پوښښ

تختې له پاسه د پرته لـه خـپل وزن څخه يې مړ بار ($W_D = 2.10\ kN/m^2$) او ژوندی بار ($W_L = 4.2\ kN/m^2$) عمل کـړی وي او د کانکـرېټو حجـمي وزن ($\gamma = 24\ KN/m^3$) ، ($f'_c = 30MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي . په مستقيمې او معادل چوکاټ محاسبوي طريقو بشپړه محاسبه او بيا يې سره پرتله کړئ .



12- په لاندنۍ شکل کې ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري او د خپل بار سربېره د جداکوونکو دیوالونو او فرشونو ($1.1\ KN/m^2$) مړ بار او ($2.2\ KN/m^2$) ژوندی بارپرې عمل کوي . د پوښښ تخته د تکیه شوې بیرونۍ پایې د اړخ له پاسه (100 mm) تیرېږي چې بیرونی دیوال د دیوال په اوږدو کې (2.5 KN/m) وزن هم پرې تکیه دی . د پورتر پوړه ارتفاع (2.65 m) ، ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420$ MPa) او د پوښښ تختې لاندې پایې (300 mm x 300mm) او (300 mm x 500 mm) ابعادلري ، په مستقیمې او معادل چوکاټ محاسبوي طریقو بشپړه محاسبه او بیا یې سره پرتله کړئ .



مـــاخـــــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران. ص ص (600-554).

2- فدا ، سهراب . (1390) . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید. ص ص (182-168) .

3- کی نیا ،امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (490-454) .

4- مستوفی نـژاد داود. (1383). ســـازه هـــای بتن آرمه جلد دوم . اصفهان : انتشارات ارکان . ص ص (433-283) .

5- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (109-127).

6- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (447).

7- Code 0f Practice for Structural Use of Concrete. (2013). Published by Building Department 12/F-18/F Pioneer Center 750 Nathan Road Hong Kong. P(82).

8- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (253-255).

9- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (500-505).

10- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (498-527).

11- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(228-231).

12- Nawy, G. Edward. (2009). Reinforced Concrete A Fundamental Approach sixth edition. Pearson Education Ltd, Upper Saddle River, New Jersey USA. Pp (312-318).

13- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (442-467).
14- Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. P(282).
15- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(622-1066).

درېم فـصل

داوسپنیزو کانکرېټي ګاډرونو ګټې اخیستنې وړتیا
(Serviceability of Reinforced Concrete Beams)

1.3- پیلیزه

د بارونو د اغېزې (کږېدنې مومنټ، عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ) پر وړاندې د کږېدونکو اوسپنیزوکانکرېټي عناصرو تحلیل او محاسبې دهغوې محکمیت او استحکام تأمینوي چې په تیرو فصلونو کې پرې بشپړه بحث وشو، چې په هغې کې د اوسپنیزکانکرېټي عنصراو یا دهغې د مقطع د نهایي مقاومت په اړه بحثونو کې ، په یوه عنصر حتی تر وړاندوینې د ډېرو بارونو پر وړاندې د هغې د نه ویجاړېدنې او تخریب څخه ډاډمنتیا حاصله شوه. خو سره له دې هم د اوسپنیزکانکرېټي عنصر څخه د ګټې اخېستنې پرمهال د ګټې اخېستنې یا خدمتي بارونو(بې له ضریبه بارونو) لاندې یو لړ مسئلې مطرح کېږي ، چې د ساختمان څخه په مناسبه ګټه اخېستنه کې ښایي یو لړستونزې رامنځته کړي او په پایله کې د ویجاړېدنې او تخریب سره مخ شي. دا مسئلې د ګټې اخېستنې وړتیا (Serviceability) او د ګټې اخېستنې د حدي حالتونو (Serviceability Limit States) تر عنوان لاندې مطرح کېږي.

د اوسپنيزوکانکريټي عناصرو څخه د ګټې اخېستنې په مهال کړوپېدنه يا خميده ګي (Deflection) او درزکېدنه (Cracking) اړينې مسئلې دي، چې مخکې له مخکې بايد مطرح شي . ښکاره ده چې په کشش کې د کانکريټود کمزورتيا دليل له مخې د ګټې اخېستنې په شرايطوکې په اوسپنيزکانکريټي عنصر کې درزونه پيداکېږي او کېدای شي دا درزونه عنصر ته کومه ستونزه هم رامنځته نه کړي ،خو که درزونو تر يوه مناسبه بريده کنټرول نه شي ، د لمدبل سره د ځينوحمله کوونکوايونونو د تېرېدنې په پايله کې د سيخانو د خوړنې له امله ګټه اخېستونکې ډاډمنتيا نه احساسوي . په همداراز که د عناصرو کړوپېدنه تر مناسبه بريده کنټرول نه شي ، نوپه عناصرو کې د درزونود رامنځته کېدنې له امله هم ګټه اخېستونکې ډاډمنتيا نه احساسوي . نو له دې امله اړينه برېښې چې د اوسپنيزوکانکريټي عناصرو د ګټې اخېستنې څخه مخکې د ګټې اخېستنې وړتياتحليل او محاسبه شي .

2.3- د ګټې اخېستنې وړتيا پېژندنه(Introduction of the Serviceability)

سره له دې ، چې په ساحه کې د کانکريټي ګاډرونو دکاري وړتيا شرايطو لاندې دهغې د دندې د سرته رسولو يوه برخه ده، خوهغه نيمګړتياوې چې د اوسپنيزوکانکريټي ګاډرونو، پوښښ تختو اونورو عناصرو د ګټې اخېستنې د شرايطو لاندې دهغې په کاري وړتيا کې مداخله کوي ، په لاندې ډول ترې يادونه کېږي :

الف - ډېر ه درزکېدنه (Excessive cracking) : د فولادي سيخانو اود کانکريټو د نښلېدنې په پايله کې کېدای شي ډېر ه درزکېدنه رامنځته شي، چې له امله يې زيانمن (مضره) مواد د لويو درزونو له لارې ګاډر ته ورسېږي او په پايله کې د فولادي سيخانو د خورنې او زنګ وهلو لامل شي . درزونه په بشپړه توګه د ودانۍ جوړښت بې ډوله کوي او کېدای شي د بد ګمانۍ تر بريده يې ورسوي(151:10) .

ب - ډېر ه کړوپېدنه (Excessive deflection) : ډېره کړوپېدنه په فرعي عناصرو کې چې ساختماني جوړښت نه لري لکه په ښلوونکو ديوالونو، کړکيو او دروازو چوکاټونو کې د

ړنګېدنې په پايله کې رامنځته کېږي . په دې حالت کې ژوندی بار يا د ژوندي بار حرکت د کړوپېدنې د ډېرېدنې لامل کېږي . دفرش د اهتزاز او لړزېدنې له امله ښايي په هغه عناصرو کې چې ساختماني جوړښت نه لري، ډېره ويجاړېدنه او ړنګېدنه را منځته کړي . ډېره کړوپېدنه په بشپړه توګه د ودانۍ جوړښت او ساختمان بدغوني کوي اوکېدای شي د بد ګمانۍ تر بريده يې ورسوي (195:14).

ج - بد رنګه کېدنه يا بد بڼه کېدنه (Discoloring) : بـد بڼه کېدنه د دوه سرچـينود کانکرېټود ښوره وهـنې (Efflorescence) او د فولادي سيخانو خوړنې او زنګ وهنې (Corrosion) له امله رامنځته کېږي . د کانکرېټو ښوره وهنه (سپين رنګه ، چې يو شانته ورقه ، ورقه يا پوستک شوي نه وي، بدرنګ کېدنه) چې لامل يې د کانکرېټو سطحې ته د کلسيمي مالګو فلتر کېدنه ده ، چې دا عمل د ډېرو اوبو د ګډولو، دپورتلنډسمنټو د يورنګ نه لرلو، يا په کانکرېټو کې ديوځای کېدونکو (Additives) لکه د ډېروسکرو ايرو(fly ash) او يانورو پوسولانونو(Pozzolans) د غلطو کارولو(Misuse) له امله رامنځته کېږي . ښوره وهنه د کانکرېټو مقاومت او پايښت ته ، پرته له دې چې د سختۍ موده يې غځوي ، زيانمنه هم نه ده . خود فولادي سيخانو خوړنه او زنګ وهنه ، د کانکرېټو د سطحې د بدرنګه او بدبڼه کېدنې (تيت او پرک سوړوله خاپونو او نښانونوپيداکېدنه) مهمه سرچېنه ده . سره له دې چې دفولادي سيخانود زنګ وهنې له امله بدرنګه او بد بڼه کېدنه د دومره زيانمنه نه ده ، خو د فولادي سيخانو د ويجاړېدنې او د کانکرېټو او فولادي سيخانو د نښلېدنې د رامنځته کېدلو لامل کېږي .

د - سطحې ټوټه کېدنه (Surface disintegration) : سطحې ټوټه کېدنه د يو لړ ستونزو چې په هغې کې سوري - سوري کېدنه لکه د شاتو مچيو د ګبين په شانته (Honeycombing) ، نغښتنه، تاووښتنه يا جال ډول کېدنه شاملېږي، رامنځته کېږي. سوري - سوري کېدنه لکه د شاتو مچيو د ګبين په څېر ، دکانکرېټو د مخلوط د

نامناسبې طرحې او محاسبې یا نامناسبې کلکېدنې له امله پېښېږي . د لویو ډکوونکوساحه داسې بربنبي چې پرته له سمنټو د خمېرې یا مسالې سره نښتې وي . دتاووښتنې یا جال په شانته کېدنې لامل د کانکرېټو د سطحې څخه په کوڅو ، سړکونواو اوسپنې پټلېو کې د ګاډو ټایرونو د اصطکاک او د بندونو په پرچاوو کې د غورځېدنې له امله د لویو ډکوونکو د ذرو بېلېدنه د بېلګې په توګه یادولی شو . دا هم د کانکرېټو د کمزورې طرحې او محاسبې له امله رامنځته کېږي . سوري - سوري کېدنه د سمنټو د خمیرې او د ډکوونکو د نامناسبه ذرو تر منځ د انبساط وړکیمیاوي تعامل په پایله کې د کانکرېټو د پوښښ تختو سطحې ته نژدې رامنځته کېږي . دارنګه بېلې - بېلې شوې سطحې د کانکرېټو په ښکلا ډول- ډول اغېزه څرګندوي . کړوپېدنې او درز پیداکېدنې هغه موضوعګانې دي ، چې د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې د ساختماني طرحې او محاسبې او د ساختماني عناصرو د کارېدنې پورې اړه لري . بدرنګه کېدنه او د سطحې جال - جال کېدنه د لومړنیو موادو د کارېدنې موضوع ده ، چې د کانکرېټو د مخلوط د طرحې او محاسبې پورې تړلې ده . په دې فصل کې د اوسپنیزکانکرېټې ګاډرونو او پوښښ تختو د کړوپېدنې یا د شکل بدلون او درز کېدنې په اړه بحث کېږي.

3.3- کړوپېدنه (Deflection)

د دې لپاره چې دپام وړ عنصر څخه د ډاډمنتیا او ګټې اخېستنې تمه وي ، نو اړینه ده چې ټول وارده بارونه بې له کومې خرابۍ څخه په بشپړه ډاډمنتیا سره وزغمي . کرېدونکې اجزاء لکه ګاډرونه او یو لوریزه پوښښ تختې د وارده بارونو لاندې انحنایي شکل بدلېدنه کوي، چې دې ډول شکل بدلېدنې ته کړوپېدنه یا خمیده ګي ویل کېږي ، چې د کرېدونکي عنصر د باربدنې او سختۍ پورې اړه لري (261,262:6).

1.3.3- بې له درزه مقطعو بدلېدنه (Transformed Uncracked Sections)

کله چې دفولادو نسبتي اوږدېدنه (ε_s) د کانکرېټې ګاډر د هغه نژدې برخې د نسبتي اوږدېدنې(ε_c) سره مساوي وي او د غیرفعال محور څخه په مساوي فاصله ځای په ځای

شوي وي، نو په عنصر کې بشپړه نښلېدنه فرضېږي . مخکې له دې چې په کانکرېټو کې درزونه پیداشي اړینه ده چې دکانکرېټو او فولادي سیخانو د ارتجاعیت بریدته پاملرنه وشي ، چې د هوک قانون له مخې دپاتې کېدنې وړ وي . د دې په پایله کې په فولادي سیخانو او نژدې کانکرېټو کې تشنجات په لاندې ډول څرګندېږي :

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s \qquad \sigma_c = E_c \cdot \varepsilon_c$$

دلته :

(E_s)او(E_c) په ترتیب سره د فولادي سیخانو او کانکرېټو د ارتجاعیت مودولونه دي .

که $(\varepsilon = \varepsilon_s = \varepsilon_c)$ شي ، نو $(\sigma_s = \varepsilon . E_s)$او$(\sigma_c = \varepsilon . E_c)$ کېږي .

دلته :

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 7 - 9 \qquad \text{.....(1.3)}$$

په پایله کې حاصلېږي چې : $\sigma_s = n . \sigma_c$

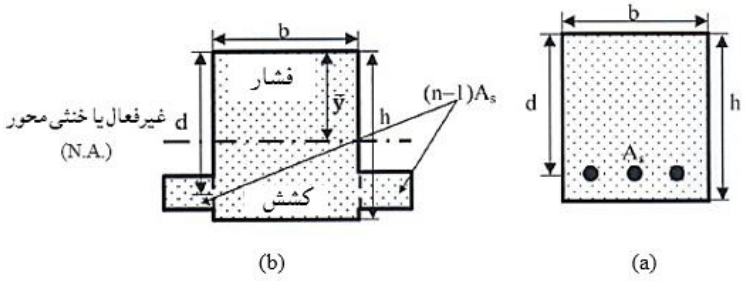
د پورتنیو رابطو پربنسټ د فولادوکشي قوه له $(F_s = \sigma_s . A_s)$ سره مساوي کېږي ،چې دلته (A_sد فولادي سیخانو مساحت دی. که (A_c) د نژدې کانکرېټو مساحت وي اود(F_c) قوې پرې عمل وکړي نو :

$$\frac{F_s}{F_c} = \frac{\sigma_s . A_s}{\sigma_c . A_c} = n$$

که د فولادي سیخانومساحت (A_s) د (n) ځلي تشنجاتو یا قوو لاندې واقع شوی وي، نویوازې دکانکرېټو لپاره (nA_c) په پام کې نیول کېږي ، چې د مقطع د بدلون نظریې له مخې د فولادي سیخانو مساحت (A_s)،د کانکرېټودمعادل مساحت (nA_c) سره مساوي کېږي . کله چې د فولادي سیخانو مساحت د کانکرېټو په معادل مساحت سره بدلون ومومي او مقطع په یوه متجانسه کانکرېټي مقطع بدلېږي . د مقطع د شکل بدلون د دې لپاره په پام کې نیول کېږي ، تر څود اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو په ګډون د مرکبو ګاډرونو (چې د څو ډولــه موادو څخه جــوړ شوي وي) انــرشیایي مومنټ ، تشنجات ،

نسبتي اوږدبـدنــه (Strain) او همداراز د کړوپېدنې محاسبه ساده او اسانه شي ، د(1.3- شکل) د مقطع د شکل بدلون نظریه څرګندوي (137:12).

په (1a.3- شکل)کې د ګاډر عرضي مقطع په بدله شوې (په بشپړه کانکرېټي) بڼه مقطع په (1b.3- شکل) بدول شوې ده . کله چې د فولادي سیخانو مساحت (A_s)د کانکرېټود معادل مساحت (nA_c) سره بدل شي، نو ($\frac{E_s}{E_c} = n$) په پام کې نیول کېږي. د فولادي سیخانو د مساحت دا ډېرېدنه د دې لپاره نیول کېږي، هغه تشه چې مخکې د فولادي سیخانو په واسطه اشغال شوې وه ، ډکه شي ، یعنې A_s (n - 1) د مستطیلي ډوله ګاډر د اړخونو سره پیوست په پام کې نیول شوې وه .



1.3- شکل: داوسپنیزکانکـــرېټي ګاډرمقطع بې له درزه شکل بدلون.(a) دګاډر عرضي مقطعه، (b) بدله شوې مقطع (263:6).

دبې له درزه بدله شوې کانکرېټي مقطع د انرشیا مومنټ د لاسته راوړنې لپاره، لومړی د غیر فعال محور موقعیت پیداکېږي . د (1b.3- شکل) په څېر غیر فعال محور د ګاډر د پاسنۍ برخې څخه د($\bar{y}$) په فاصله (دفشاري نسبتي اوږدېدنې په اخرني موقعیت کې) واقع دی ، نو د ګاډر له غیرفعال محور څخه د پاسنۍ برخې د مساحت لومړنې مومنټ (مساحت x د غیرفعال محور څخه فاصله) لازمي دي ، چې د ګاډر له غیرفعال محورڅخه د لاندېنۍ برخې د مساحت لومړنې مومنټ سره مساوي شي :

$$(b.\ \bar{y})\ \frac{\bar{y}}{2} = [b\ (h - \bar{y})\ .\ \frac{(h-\bar{y})}{2} + (n - 1)\ A_s\ (d - \bar{y})$$

پورتنۍ رابطه په لاندې ډول سره هم لیکلی شو :

$$b\ \frac{(h^2-2h\bar{y})}{2} + (n - 1)\ A_S\ (d - \bar{y}) = 0$$

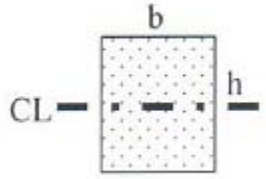
په پایله کې د ($\bar{y}$) قیمت د لاندنۍ رابطې په واسطه په لاس راوړو :

$$\bar{y} = \frac{\frac{bh^2}{2} + (n-1)dA_s}{bh + (n-1)A_s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.3)$$

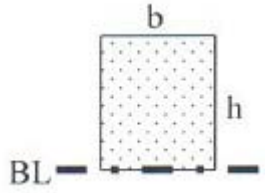
که مقطع د ارتجاعیت په حدودو کې پاتې شي ، نو د غیر فعال محور موقعیت ثابت پاتې کېږي ،چې د بیروني باربدنې او مومنټ پورې تړلی وي . په (2.3- رابطه) کې ($\bar{y}$) د مقطع د هندسي ابعادو(b, d, h) ، (A_s) او بې له کږېدنې مومنټ څخه د ($n = \frac{E_s}{E_c}$) پورې تړاو لري. د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر دبدلې شوې مقطع انرشیا مومنټ ، د ګاډر له غیر فعال محورڅخه دپاسنۍ برخې او دلاندنۍ برخې په ډېرېدنې سره پیداکېږي (430:15) .

داچې د فولادي سیخانو د انرشیا مومنټ د هغې د مرکزي محور له مخې په پام کې نه نیول کېږي نولاندنۍ رابطه د انرشیا مومنټ لپاره کارېږي :

د مستطیلي مقطع د انرشیا مومنټ :



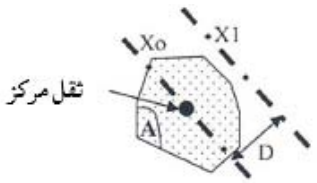
د مرکزي محور له مخې مساوي کېږي په : $bh^3/12$ سره .



د قاعدی د محور له مخې مساوي کېږي په : $bh^3/3$ سره .

2.3.3- د انرشیا مومنټ د موازي محورونو قضیه

د غیرمرکزي محور له مخې د مقطع انرشیا مومنټ ، د موازي مرکزي محور له مخې انرشیایي مومنټ او د مقطع مساحت د محورونو ترمنځ فاصلې مربع د ضرب حاصل سره مساوي کېږي ، دا څرګندونه په لاندې ډول لیکلی شو:



$$I_{X1} = I_{X0} + AD^2$$

د بدلې شوې مقطع د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په :

$$I_{tr} = b\frac{(\bar{y})^3}{3} + b\frac{(h-\bar{y})^3}{3} + nA_S (d - \bar{y})^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.3)$$

I_{tr} - د کانکرېټي ګاډر د بدلې شوي مقطع د انرشیا مومنټ دی.

b - د کانکرېټي ګاډر د مقطع عرض دی.

d - د ګاډر فعاله ارتفاع ده.

h - د ګاډر مکمله ارتفاع ده.

$\bar{y}$ - په (2.3 - رابطه) کې دغیر فعال محور ارتفاع ده.

A_s - د فولادي سیخانو مساحت دی.

n - د فولادو او کانکرېټو د ارتجاعیت مودول نسبت دی(263,264:6) .

1.3- مثال: د یوه اوسپنیزکانکـــرېټي ګاډر لـــپاره چې هندسي ابعـــاد یې په تـــر تیب سره ($b = 450$ mm, $d = 525$ mm, $h = 600$ mm) او ($A_s = 5 \# 25 = 2{,}453$ mm^2) سیخان په کې ځای په ځای شوي وي، که ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي. د ($n, \bar{y}$) او (I_{tr}) قیمتونه پیدا کړئ .

حل : د کانکرېټو د ارتجاعیت مودول مساوي کېږي په :

$$E_c = 4{,}700(\sqrt{f'_c}) = 4{,}700 \times (\sqrt{25}) = 0.024 \times 10^6 \text{ MPa}$$

د فولادو د ارتجاعیت مودول ($E_s = 0.2 \times 10^6$ MPa) دی،نو :

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2\ x\ 10^6}{0.024\ x\ 10^6} = 8.333$$

$$\bar{y} = \frac{\frac{bh^2}{2} + (n-1)dA_s}{bh + (n-1)A_s} = \frac{\frac{450 \times (600)^2}{2} + (8.33-1)x525 \times 2{,}453}{450 \times 600 + (8.33-1)x\ 2{,}453} = 314 \text{ mm}$$

$$I_{tr} = b\frac{(\bar{y})^3}{3} + b\frac{(h-\bar{y})^3}{3} + nA_s (d - \bar{y})^2$$

$$I_{tr} = 450 \times \frac{(314)^3}{3} + 450 \times \frac{(600-314)^3}{3} + 8.33 \times 2{,}423 \times (525 - 314)^2$$

$$I_{tr} = 0.91x10^{10} \text{ mm}^4.$$

3.3.3- د اوسپنيزکانکرېټي ګاډرونو د انر شيا مجموعي مومنټ
(Gross Moment of Inertia of Reinforced Concrete Beams)

د کانکرېټوله درز کېدنې څخه مخکې د ځينو لاندېنيو دليلونو له مخې د سيخبندي کېدونکې فولادي سيخانو په مرسته د کرېدنې مومنټ لاندې اوسپنيزکانکرېټي ګاډر خواص يو څه محدود کړو :

الف - په نسبي توګه د کانکرېټو لويه بې له درزه ساحې سره د کشش په وړاندې دمقاوم کېدنې مرسته کېږي، چې په پايله کې يې د فولادي سيخانو رول پټېږي .

ب - په کشش کې دکانکرېټوله درز کېدنې څخه مخکې په ګاډر کې د کرېدنې مومنټونه کوچني وي او بې سيخه کانکرېټ پرته له فولادي سيخانوپه بشپړه توګه د کشش په وړاندې د مقاومت وړتيا لري .

د دې دليلونو له مخې د (ACI 318) کود منلې ده ، چې د انرشيا مجموعي مومنټ د کانکرېټي ګاډرونو د درز کېدنې څخه مخکې د بې له درزه د شکل بدل شوي ځای د انرشيا مومنټ لپاره وکاروي . د اوسپنيزکانکرېټي ګاډر د انرشيا مجموعي مومنټ ، د انرشيا هغه مومنټ فرضېږي چې په هغې کې فولادي سيخان په پام کې نه نيول کېږي . د مستطيلي مقطع لرونکي ګاډر لپاره د انرشيا مجموعي مومنټ (I_g) د لاندېني فورمول په واسطه پيداکېږي (220,221:2):

$$I_g = b\frac{(h)^3}{12} \text{.....(4.3)}$$

2.3- مثال: د (1.3- مثال) د ارقامو له مخې د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر لپاره د(I_g) قيمت په لاس راوړئ اوهمداراز د(I_g) او (I_{tr}) ترمنځ توپير د سلنې له مخې پيداکړئ.

حل :

$$I_g = b\frac{(h)^3}{12} = 450 \text{ x } \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$(I_{tr} - I_g) = \frac{(0.91x100^{10} - 0.81x100^{10})}{(0.91x100^{10})} \text{ x } 100 = 10.98\%$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګندېږي ، چې د(I_g) قیمت د(I_{tr}) د قیمت په پرتله د (10.98%) سلنې په اندازه خطا لري یا لږ دی،چې دا اټکلي کمښت د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو د کړوپېدنې د محاسبې پېچلتیا ده . سرېږه پر دې ، د(I_{tr}) قیمت د(I_g) دقیمت سره عوض کول ، د کړوپېدنې په محاسبه کې د خوندي توب په لوری اټکل ته نږدېوالي ښیي ، سره له دې چې دانرشیا مومنټ له اټکلي قیمت څخه ټیټ او د ګاډر د کړوپېدنې له اټکلي قیمت څخه لوړ دی خو پایله یې د پام وړ نقطی ته ډېره ښه او محتاطانه طرحه ده .

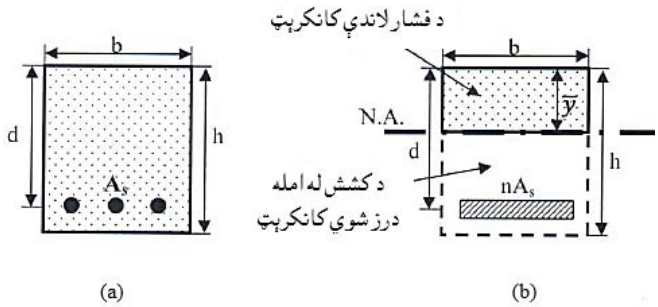
4.3.3-د درز شویو مقطعو دشکل بدلېدنه (Transformed Cracked Sections)

دکرېدنې لاندې اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د خواصوپه دویمه مرحله کې د فشار لاندې ارتجاعیت یو څه غځېدنې ته پریښودل شوې فرضېږي ،چې په پایله کې یې کانکرېټ په کشش کې درز کېږي. سرېږه پر دې، سیخبندي کېدونکي فولادي سیخان په مقطع کې د کانکرېټو د درز کېدنې د کششي قوویوازېنۍ رامنځته کېدونکې سر چینه ده . فولادي سیخان او کانکرېټ په ترتیب سره په کشش او فشار کې د ارتجاعیت په ښلا ښلو حدونو کې پاتې کېږي او د کانکرېټي ګاډر د خواصو دویمه مرحله د کاري یا ګټې اخېستنې د شرایطو سره د پرتله کېدو وړ ده (138:12).

د انرشیا مومنټ د درز شوي اوښتې (بدلې شوې) مقطع د کارولو له مخې پیداکېږي ، چې د فولادي سیخانو مساحت د کانکرېټو په معادل مساحت ، د($n = \frac{E_S}{E_C}$) د ضرب حاصل په پایله کې بدلېږي. په (Transferred cracked section) درز شوې بدله شوې مقطع کې دغیرفعال محور څخه لاندې یوازې د فولادي سیخانوپه شتون کې چې د کانکـرېټو درز کـېدنه په پام کې نه وي نیول شوي،کانکرېټ د درزکېدنې څخـه وروسـته د تشنجاتو په وړاندې مقاومت نه شي کولی . په (2.3- شکل) کې د کانکرېټي ګاډر دبدلې شوې درز شوې مقطع نظریه ښودل شوې ده.

داچې د فولادي سیخانو مساحت (A_s) د کانکرېټو په معادل مساحت (nA_s) بدلېږي، نود فولادي سیخانو د مساحت دا ډېرېدنه د فولادي سیخانو د موقعیت پر عوض نیول

کېږي ، کله چې د ګاډر دننني، لاندېنۍ برخه د درز کېدنې له امله له پامه ورغورځول شي،نو هغه تشې چې مخکې د فولادي سیخانو په واسطه نیول شوې وه ،د شته کړنلارې له مخې بیرته نه شي ډکېدلی او په اړول شوې درز شوې مقطع کې د (2b.3- شکل) په څېر د فولادي سیخانو پر عوض(nA_s) کارېږی .



2.3- شکل: د درزشوې اوسپنیزکانکرېټي ګاډرمقطع دشکل بدلون.(a) مستطیلي مقطع او (b) د درز شوې بدله شوې مستطیلي مقطع (266:6).

بدله شوې درز شوې مقطع په ارتجاعیت کې د غیرفعال محور د موقعیت د پیداکېدلو لپاره کټ مټ دمخکنۍ کړنلارې په ډول په پام کې نیول کېږي . د غیر فعال محور موقعیت د ګاډر د مقطع د پاسنۍ برخې څخه د($\bar{y}$) په فاصله د(2b.3- شکل) له مخې ،د کانکرېټو د فشاري ساحې د ارتجاعیت په برید کې محدودېږي . د غیر فعال محور له پاسه د ګاډر د برخې ،د مساحت د لومړي مومنټ (مساحت د غیرفعال محور د فاصلې دضرب حاصل) لازمي دی ،چې د غیر فعال محور څخه د لاندې برخې د ګاډر د برخې ، د مساحت د لومړي مومنټ سره مساوي شي :

$$(b\ \bar{y})\ \frac{\bar{y}}{2} = n\ A_s(d - \bar{y})$$

پورتنۍ رابطه کولی شو ،چې په لاندې ډول هم ولیکو :

$$b\ \frac{\bar{y}^2}{2} + nA_s\bar{y} - nA_sd = 0$$

په پایله کې د($\bar{y}$) قیمت د لاندېنۍ رابطې له مخې په لاس راځي :

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_sbd)}}{b} \qquad \text{.....(5.3)}$$

کانکرېټ او فولادي سیخان په ترتیب سره په فشار او کشش کې د ارتجاعیت په حالت کې پاتې کېږي ، په درز شوې مقطع کې دغیر فعال محورموقعیت ثابت او د بیروني باربدنې او مومنټ څخه خپلواکه پاتې کېږي . په یاد ولرو چې د(5.3) رابطې په واسطه ($\bar{y}$) دمقطع د هندسي ابعادو او اندازو (b, d, h, A_s) او همداراز بې له کربدنې مومنټ څخه د ($n = \frac{E_s}{E_c}$) ، پورې تړاو لري او د فولادي سیخانو او کانکرېټو د ارتجاعیت په برید کې د درز ژوروالی (d- $\bar{y}$) ثابت پاتې کېږي. د ارتجاعي برید څخه اخوا د باربدنې یا تشنجاتو ډېرښت ، د درز د ژوروالي ، په غیر ارتجاعي برید کې د فولادي سیخانو او کانکرېټود ارتجاعیت مودول د بدلېدنې له امله ډېرېږي .

د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر د اووښتې درز شوې مقطع د انرشیا مومنټ د غیرفعال محور څخه دپاسنۍ فشاري ساحې د انرشیا مومنټ او د فولادي سیخانو د انرشیا مومنټ د ډېربدنې په واسطه لاس ته راځي اومرکزي محور ته د فولادي سیخانو انرشیا مومنټ په پام کې نه نیول کېږي(223:2) :

$$I_{cr} = b\frac{\bar{y}^3}{3} + nA_s(d - \bar{y})^2 \text{.....(6.3)}$$

دلته :

I_{cr} - د کانکرېټي درز شوي ګاډر د اوښتې یا بدلې شوې مقطع د انرشیا مومنټ دی .

b - د کانکرېټي ګاډر د مقطع عرض دی.

d - د ګاډر فعاله ارتفاع ده.

h - د ګاډر مکمله ارتفاع ده.

$\bar{y}$ - د (5.3) رابطې په څېر دغیر فعال محور ارتفاع ده.

A_s - د فولادي سیخانو مساحت دی.

n - د فولادو او کانکرېټو د ارتجاعیت مودول نسبت دی.

3.3- مثال : د(1.3- مثال) د ارقامو له مخې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر لپاره د(I_{cr}) قیمت په لاس راوړئ اوهمداراز د($\frac{I_{cr}}{I_{tr}}$) او ($\frac{I_{cr}}{I_g}$) ترمنځ توپیر د سلنې له مخې پیدا کړئ .

حل :

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-8.33 \times 2{,}423 + \sqrt{(8.33 \times 2{,}423)^2 + 2(8.33 \times 2{,}423 \times 450 \times 525)}}{450} = 115 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = b\frac{(\bar{y})^3}{3} + nA_S (d - \bar{y})^2$$

$$I_{cr} = 450 \times \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \times 2{,}423 \times (525 - 115)^2 = 0.36 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_g = b\frac{(h)^3}{12} = 450 \times \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\frac{I_{cr}}{I_{tr}} = \frac{0.36 \times 10^{10}}{0.91 \times 10^{10}} \times 100 = 39.56\% \; ; \quad \frac{I_{cr}}{I_g} = \frac{0.36 \times 10^{10}}{0.81 \times 10^{10}} \times 100 = 44.4\%$$

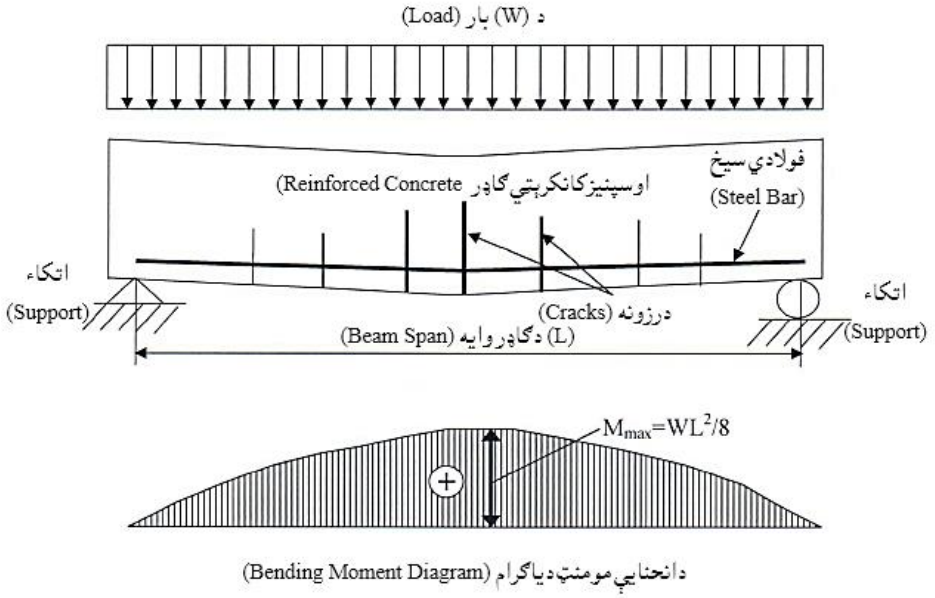
دکانکرېټو درز شوې کششي ساحه د کانکرېټي ګاډر د مساحت د پام وړ هغه برخه ده،چې د د درز کېدنې پورې فعالیت نه کوي . له همدې امله ، د درزکېدنې په پایله کې د ګاډر په مساحت او انرشیا مومنټ کې د پام وړ کمښت راځي ، چې د تشنجاتو په وړاندې د مقاومت او کړوپېدنې لپاره مخالف دي . د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو درزکېدنه ، په کانکرېټو کې دتشنجاتود ډېر ژر لوړېدنې اوهمداراز په فولادي سیخانو کې د کړوپېدنې د ناڅاپي ډېرېدنې په پایله کې رامنځته کېږي .

5.3.3- د انرشیا فعال مومنټ (Effective Moment of Inertia)

په (3.3- شکل) کې د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر د ګټې اخېستنې شرایط ښودل شوي دي . د ګادر دانحنایي خواصو دویمه مرحله کولی شو د ګټې اخېستنې د شرایطو سره ورته په پام کې ونیسو . د وایې په منځ کې ګاډر د اعظمي کېږدنې مومنټ له امله درز کېږي ،چې د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ ښلېدنه نه پاتې کېږي او کششي تشنجات صفر کېږي . د کانکرېټو په جوړښت کې د کششي تشنجاتو درز بې له ځنډه د فولادي سیخانو او کانکرېټو ترمنځ دښلېدنې له امله تشنجات انتقالوي ، چې له امله یې د کانکرېټو کششي مقاومت ډېرېږي او په ګاډر کې نوره درزکېدنه دروي . کله چې په ګاډر کې د کېږدنې مومنټ او تشنجات لږ وي ، نو د وایې له منځ څخه لیري اتکاء ته نژدې د درزونو ډېرښت او ژوروالې کمښت مومي او په کانکرېټو کې د

غیرمنظموعناصرو په شتون کې درزونه پیداکېږي . همدارازدکانکرېټ دخواصو بدلېدنه، د هغې د جوړېدنکو طبیعی موادو (اوبو، شګې، ډبرو او سمنټو) د یوځای کېدنې د عملیي پورې تړلې ده (لومړی برخې دویم فصل وګورئ). همداراز دا ناسمه ده،چې هوارکانکرېټ یوه ارتجاعي ماده انګیرل کېږي، چې د غیر خطي خواصو په پایله کې حتی که د ګټې اخېستنې لاندې هم وي ، دکېږدنې مومنټ سره د هغې د درز په ژوروالی کې بدلون رامنځته کېږي،نو ځکه ګاډر د وایی په اوږدو کې ډېر بدلون مومي او په ګاډرونو کې د تشنجاتو بدلون د کېږدنې مومنټ او د درز پیداکېدنې د شرایطو پورې اړه لري .

د کړوپېدنې په محاسبه کې د ګټې اخېستنې شرایطولاندې د کانکرېټي ګاډر د انرشیا مومنټ پیدا کـول ډېره ستونزمن دي ، نو ځکه د(ACI 318) کود دکانکرېټي ګاډرونود کــړوپېدنې لــپاره اټکلي انرشیایي مومنټ ، چې د انرشیا اغېزمن مومنټ (Effective moment of inertia) یا(I_e) نومېږي ، تجویزوي . که ګاډر د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې درز شوی نه وي ، نو د کړوپېدنې د محاسبې لپاره بې له درزه مقطع انرشیا مومنټ کارېږي .



3.3- شکل: د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې اوسپنیزکانکرېټي ګاډر(268:6) .

ډان ای برانسون (Dan E. Branson) په (1963) زکال کې د پراخه تجربوي مطالعو پر بنسټ د کړوپېدنې په محاسبو کې دانرشیا اغېزمن مومنټ (I_e)د پیداکولو لپاره لاندېنې فورمول وړاندې کړ(400:5) :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7.3)$$

دلته :

I_e - دکړوپېدنې د محاسبه کولو لپاره د انرشیا اغېزمن مومنټ دی.

M_{cr}- د کرېدنې مومنټ دی ، چې په کانکرېټو کې د درز د پیداکېدو له امله د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي(221:2) :

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8.3)$$

f_r- د کانکرېټو د شلېدنې مودول دی ، چې د نارمل وزن لرونکو کانکرېټو په شتون کې په (1.0) ، د سپکو کانکرېټو په شتون کې په (0.75) او د شګلنو سپکو کانکرېټو په شتون کې په (0.85) کې ضربېږي او د (ACI 318) کود په واسطه د لاندېنې فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9.3)$$

I_g- دبې له درزه ګاډر د مقطع چې فولادي سیخان په کې په پام کې نه وي نیول شوی دانرشیا مجموعي مومنټ دی.

y_t- په بې له درزه مقطع کې د غیرفعال محور موقعیت دی.

M_a- د عنصر دکړوپېدنې په محاسبه کې د کرېدنې یا انحنایي اعظمي مومنټ دی.

د برنولي د فرضیي له مخې ،د درز د پیل سره ، د کششي درز پیداکېدنې تشنجات له (M_y/I) او د کششي درز پېداکېدنې تشنجات د شلېدنې د مودول (f_r) سره مساوي کېږي،چې د(9.3 - رابطې) په واسطه ښودل شوی دی . (M) د درز کېدنې د پیل سره د درزکېدنې مومنټ دی ، (M_r) پورته په د(8.3 - رابطه) کې تشریح شوه.

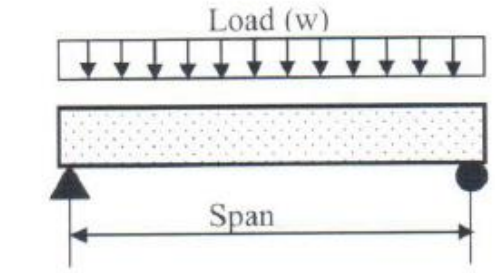
($y = y_t$) - دغیرفعال اود د درز کېدنې څخه مخکې اود ګاډر د کششي لوری تر ټولو لری موقعیت ، چېرته چې کششي تشنجات په اعظمي برید کې واقع وي ، تر منځ فاصله ده. مخکې څرګنده شوه ،چې د(ACI) کود اجازه ورکوي ، چې (I_g) (د انرشیا مجموعي مومنټ) د درزکېدنې څخه مخکې د انرشیا مومنټ لپاره وکارېږی(144:4).

4.3- د کانکرېټي ګاډر سملاسي کړوپېدنه

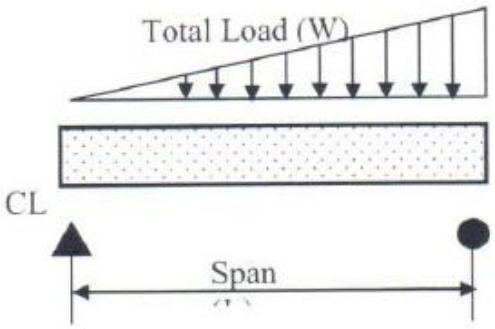
(Immediate or Instantaneous Deflection of Concrete Beam)

په یوه اوسپنیزکانکرېټي ګاډر کې د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې باید دهغې ارتجاعیت ته پاملرنه وشي . د جامداتود میخانیک د کړوپېدنې رابطې له مخې کولی شو د اوسپنیزوکانکرېټو د (E_c) او(I_e) په مرسته ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنه محاسبه کړو(613:3) .

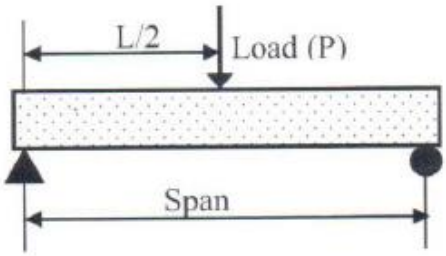
په دې ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنه کې د اوږدي مودې بار له امله کړوپېدنه نه ده شامله چې د غیرارتجاعي یا پلاستیکی کړوپېدنې لامل کېږي . د دې لپاره ، د(ACI) کود د اسپنیروکانکرېټي ګاډرونو ، د (E_c) او(I_e) په مرسته د ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنې د محاسبه کولو لپاره د ارتجاعي کړوپېدنې رابطې د کارولوتجویز کړی دی ، چې دا رابطې په (4.3) او(5.3) شکلونو کې ښودل شوي دي(220:13) .



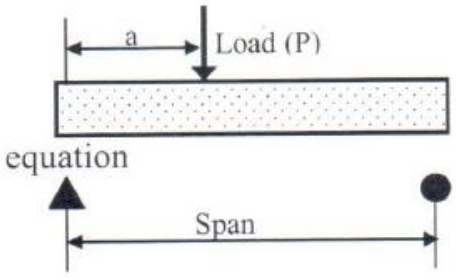
$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{5wL^4}{384EI}$$



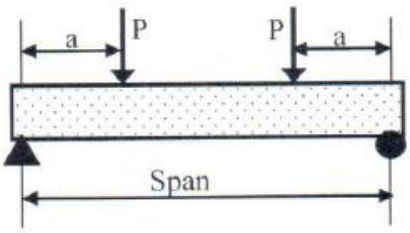
$$\Delta_{max} = 0.013\,\frac{wL^3}{EI}$$



$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{PL^3}{48EI}$$

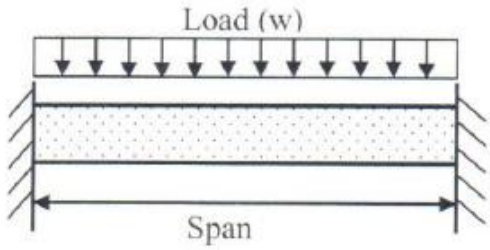


$$\Delta_{max} \text{ (at x= } \sqrt{\frac{a(a+2b)}{3}} = \frac{Pab(a+2b)\sqrt{3a(a+2b)}}{27\,EIL}$$

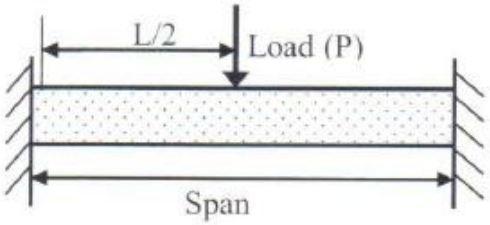


$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{Pa}{24EI}\,(3L^2 - 4a^2)$$

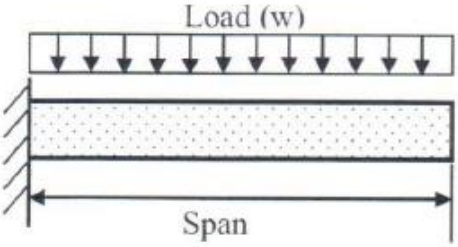
4.3- شكل: دساده اتكاء لرونكو ګاډرونولپاره دارتجاعي کړوپېدنې معادلي(157:9) .



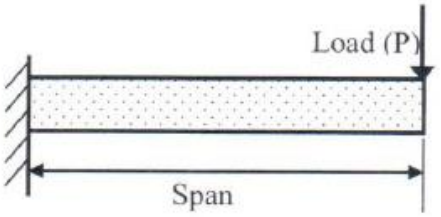
Δ_{max} at CL = $\frac{wL^4}{384EI}$



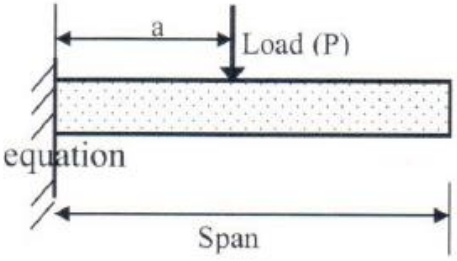
Δ_{max} at CL = $\frac{PL^3}{192EI}$



Δ_{max} at free end = $\frac{wL^4}{8EI}$



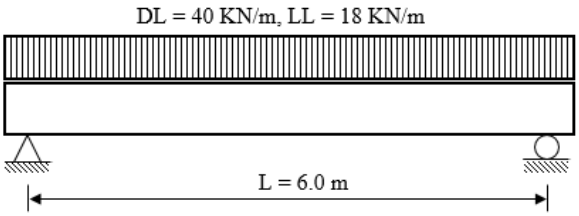
Δ_{max} at free end = $\frac{PL^3}{3EI}$



Δ_{max} at free end = $\frac{Pa^2}{6EI}$ (3L – a)

5.3- شكل: دسختې اتكاء لرونكو او كانټيليور ګاډرونولپاره دارتجاعي كړوپېدنې معادلي(158:9).

4.3- مثال : د لاندې شکل سره سم د بارېدنې حالت اود عادي کانکرېټوسره د يوه کانکرېټي ګاډر د مقطع د (1.3) ، (2.3) او (3.3) مثالونو دارقامو په پام کې نيولوسره د مرکزي ليکې بې له ځنډه يا سملاسي کړوپېدنه محاسبه کړئ ؟



حل : د جامداتو ميخانيک ارتجاعي کړوپېدنې رابطه په لاندې ډول ليکو :

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI}$$

د مړ بار له املې بې له ځنډه يا سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iDL} = \frac{5DLL^4}{384E_cI_e}\ ; \quad DL = 40\ KN/m,\ L = 6.0\ m = 6{,}000\ mm$$

$$E_c = 4{,}700(\sqrt{f'_c}) = 4{,}700 \times (\sqrt{25}) = 0.024 \times 10^6\ MPa$$

$$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \times \sqrt{25} = 3.5\ MPa,\ y_t = \frac{h}{2} = \frac{600}{2} = 300\ mm$$

$$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} = 450 \times \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \times 10^{10}\ mm^4$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.5 \times 0.81 \times 10^{10}}{300} = 94.5 \times 10^6\ N.\ mm = 94.5\ KN.\ m$$

$$M_a = DL\,\frac{L^2}{8} = 40 \times \frac{(6)^2}{8} = 180\ KN.\ m$$

$$I_{cr} = 450 \times \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \times 2{,}423 \times (525 - 115)^2 = 0.36 \times 10^{10}\ mm^4$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{94.5\ x10^6}{180\ x10^6}\right)^3 \times 0.81 \times 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\ x10^6}{180\ x10^6}\right)^3\right] \times 0.36 \times 10^{10}$$

$$I_e = 0.1172 \times 10^{10} + 0.3079 \times 10^{10} = 0.425 \times 10^{10}\ mm^4.$$

$$\Delta_{iDL} = \frac{5 \times 40 \times (6 \times 10^3)^4}{384 \times 0.024 \times (10)^6 \times 0.425\ x\ (10)^{10}} = 6.618\ mm.$$

د ګټې اخېستنې د مجموعي بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iTL} = \frac{5(DL+LL)L^4}{384E_cI_e}$$

د ګټې اخېستنې یا خدمتي مجموعي بارونه مساوي کېږي په :

$$TL = DL + LL = 40 + 18 = 58 \text{ KN/m} = 58 \text{ N/mm}$$

$$M_a = \frac{(DL+LL)x\,L^2}{8} = \frac{(58)x\,(6)^2}{8} = 261x10^6 \text{ KN. m}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{94.5\ x10^6}{261x\ 10^6}\right)^3 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\ x10^6}{261x\ 10^6}\right)^3\right] \text{ x } 0.36 \text{ x } 10^{10}$$

$$I_e = 0.038 \text{ x } 10^{10} + 0.343 \text{ x } 10^{10} = 0.381 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4.$$

$$\Delta_{iTL} = \frac{5 \text{ x } 58 \text{ x } (6000)^4}{384 \text{ x } 0.024 \text{ x } (10)^6 \text{ x } 0.381 \text{ x } (10)^{10}} = 10.704 \text{ mm.}$$

د ګټې اخېستنې یا خدمتي ژوندیو بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iLL} = \Delta_{iTL} - \Delta_{iDL} = 10.704 - 6.618 = 4.086 \text{ mm}$$

یادونه : د انرشیا اغېزمن مومنټ دګټې اخېستنې د اعظمي کږېدنې مومنټ (M_a) پورې او دا مومنټ د باربدنې د بدلېدنې پورې تړلی دی . د باربدنې شرایط له مخې یوازې مړ بار کېدای شي ،چې د مړ بار د کړوپېدنې لپاره وکاربرې او ژوندي بار د مړ بار په نه شتون کې باید وارد نه شي . کله چې د ژوندي بار له امله کړوپېدنه پیداکېږي ، نو لازمه ده چې کړوپېدنه د مړ او ژوندي بارونو(د ګټې اخېستنې یا خدمتي بارونو) له امله محاسبه شي او له دې څخه د مړ بار له امله د محاسبه شوې کړوپېدنې د منفی کولو په پایله کې د ژوندي بار له امله کړوپېدنه لکه د(4.3 - مثال) په څېر په لاس راوړل شي . ځکه نو د(I_e) قیمت څو ځلې پیداکېدنه، د بېلابېلې باربدنې دشرایطو په پام کې نیولو لپاره اړینه ده . د دې لپاره چې د کړوپېدنې محاسبه ساده شي ، نو کېدای شي چې په هغې کې د(I_e) قیمت یو ځلې د ګټې اخېستنې د مجموعي بار لپاره پیداشي او د ټولو بارونو د حالتونو لپاره وکاربرې، دا ډول فرضېدنه په درز شوي ګاډر کې د انرشیامومنټ د درز کېدنې دغځونې اغېزه محدودوي ، چې د (ACI) کود دکړنلارې

څخه په دې کې یو څه انحراف څرګند ښيي . د پورتنی مثال حل په بله ساده طریقه په لاندې ډول سرته رسيږي :

په ساده طریقه د (4.3 - مثال) لپاره حل :

د جامداتو میخانیک ارتجاعي کړوپېدنې رابطه په لاندې ډول لیکو:

$\Delta_{iDL} = \frac{5DLL^4}{384E_cI_e}$; DL = 40 KN/m, L = 6.0 m = 6,000 mm

$E_c = 4{,}700(\sqrt{f'_c}) = 4{,}700 \times (\sqrt{25}) = 0.024 \times 10^6$ MPa

$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \times \sqrt{25} = 3.5$ MPa, $y_t = \frac{h}{2} = \frac{600}{2} = 300$ mm

$I_g = b\frac{(h)^3}{12} = 450 \times \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \times 10^{10}$ mm^4

$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.5 \times 0.81 \times 10^{10}}{300} = 94.5 \times 10^6$ N. mm = 94.5 KN. m

$I_{cr} = 450 \times \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \times 2{,}423 \times (525 - 115)^2 = 0.36 \times 10^{10}$ mm^4

TL = DL + LL = 40 + 18 = 58 KN/m = 58 N/mm

$M_a = \frac{(DL+LL) \times L^2}{8} = \frac{(58) \times (6)^2}{8} = 261 \times 10^6$ KN. m

$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$

$I_e = \left(\frac{94.5\ x10^6}{261 \times 10^6}\right)^3 \times 0.81 \times 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\ x10^6}{261 \times 10^6}\right)^3\right] \times 0.36 \times 10^{10}$

$I_e = 0.038 \times 10^{10} + 0.343 \times 10^{10} = 0.381 \times 10^{10}$ mm^4.

L = 6.0 m = 6,000 mm; DL = 40 KN/m = 40 N/mm.

د مړ بار له امله بې له ځنډه کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iDL} = \frac{5DL.\ L^4}{384E_cI_e} = \frac{5 \times 40 \times (6{,}000)^4}{384 \times 0.024 \times 10^6 \times 0.381 \times 10^{10}} = 7.381$ mm

LL = 18 KN/m = 18 N/mm

د ژوندي بار له امله سملاسي یا بې له ځنډه کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iTL} = \frac{5 \times 18 \times (6{,}000)^4}{384 \times 0.024 \times (10)^6 \times 0.381 \times (10)^{10}} = 3.322$ mm.

د مړ او ژوندي بارونو له امله بې له ځنډه کړوپېدنه مساوي کېږي په :

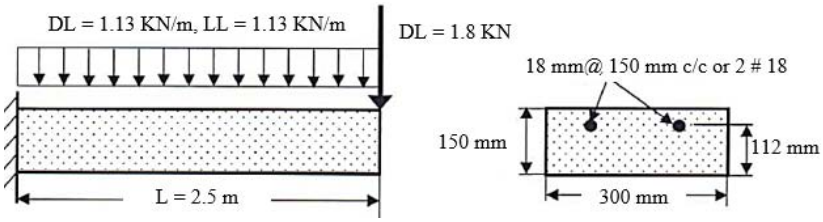
$\Delta_{iTL} = \Delta_{iDL} + \Delta_{iLL} = 7.381 + 3.322 = 10.703 \approx 11.0$ mm.

په لاندېني جدول کې د دواړو طريقو په واسطه د بې له ځنډه کړوپېدنې ډپيدا شوي قيمتونه پرتله کوو :

طريقې	د مړاو ژوندي بارونو له املې کړوپېدنه	د ژوندي بار له املې کړوپېدنه	د مړ بار له املې کړوپېدنه
تفصيلي طريقه	10.704 mm	4.086 mm	6.618 mm
ساده طريقه	10.703 mm	3.322 mm	7.381 mm

په پورتني جدول کې څرګنده شوه چې په ساده طريقې سره د سملاسي کړوپېدنې محاسبه د مجازي انحراف له مخې د قبلېدنې ورډه .

5.3- مثال : د لاندېني شکل سره سم د يو لوريزه - کانټيليور پوښښ تختې چې د جوړېدونکو موادو ځانګړتياييې (f'_c = 28 MPa)او (f_y = 420 MPa) وي ، د يو متر تسمې عرضي مقطع د ازاد لوري سملاسي کړوپېدنه محاسبه کړئ ؟



حل : د کړوپېدنې لپاره د جامداتو ميخانيک د ارتجاعيت رابطه په لاندې ډول ده :

د وېشلي بار له املې په ازاد لوري کې کړوپيدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{max} \text{ at free end} = \frac{wL^4}{8EI}$$

د متمرکز بار له املې په ازاد لوري کې کړوپيدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{max} \text{ at free end} = \frac{PL^3}{3EI}$$

د پوښښ تختې د تسمې عرضي مقطع لپاره د انرشیا اغېزمن مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي:

$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{300 \text{ x } (150)^3}{12} = 84.38 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4.$$

$$E_c = 4{,}700(\sqrt{f'_c}) = 4{,}700 \text{ x } (\sqrt{28}) = 0.025 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \text{ x } (10)^6}{0.025 \text{ x } (10)^6} = 8,\ A_s = 2.\ \frac{\pi d^2}{4} = 2 \text{ x } \frac{\pi(18)^2}{4} = 508 \text{ mm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-8.0 \text{ x } 508 + \sqrt{(8.0 \text{ x } 508)^2 + 2(8.0 \text{ x } 508 \text{ x } 300 \text{ x } 112)}}{300} = 43 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b\bar{y}^3}{3} + nA_s (d - \bar{y})^2$$

$$I_{cr} = \frac{300 \text{ x } (43)^3}{3} + 8.0 \text{ x } 508 \text{ x } (112 - 43)^2 = 19.6 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_r = 0.7(\sqrt{f'_c}) = 0.7 \text{ x } (\sqrt{28}) = 3.7 \text{ MPa},\ y_t = \frac{h}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.7\ x\ 84.38\ x(10)^6}{75} = 4.16 \text{ x } 10^6 \text{ N. mm} = 4.16 \text{ KN. m}$$

$$M_a = \frac{wL^2}{2} + PL = \frac{(1.13+1.13)x\ (2.5)^2}{2} + 1.8 \text{ x } 2.5 = 11.56 \text{ KN. m}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{4.16\ x10^6}{11.56 \text{ x } 10^6}\right)^3 \text{ x } 84.38 \text{ x } 10^6 + \left[1 - \left(\frac{4.16\ x10^6}{11.56 \text{ x } 10^6}\right)^3\right] \text{ x } 19.6 \text{ x } 10^6$$

$$I_e = 3.932 \text{ x } 10^6 + 18.687 \text{ x } 10^6 = 22.619 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4.$$

د مړوښلي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{i1} = \frac{wL^4}{8EI} = \frac{1.13 \text{ x } (2{,}500)^4}{8 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 9.76 \text{ mm}$$

د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{i2} = \frac{wL^4}{8EI} = \frac{1.13 \text{ x } (2{,}500)^4}{8 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 9.76 \text{ mm}$$

د مړمتمرکز بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{i3} = \frac{PL^3}{3EI} = \frac{1.8 \text{ x } (10)^3 \text{ x } (2{,}500)^3}{3 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 16.58 \text{ mm}$$

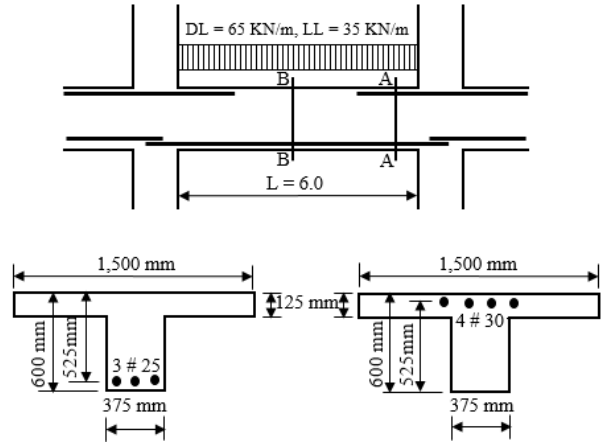
دوښلي او متمرکز مړه بارونو له اغېزې مجموعي سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iDL} = \Delta_{i1} + \Delta_{i3} = 9.76 + 16.58 = 26.34 \text{ mm}$$

په ازاد لوري کې مجموعي سملاسي کړوپېدنه يا اعظمي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

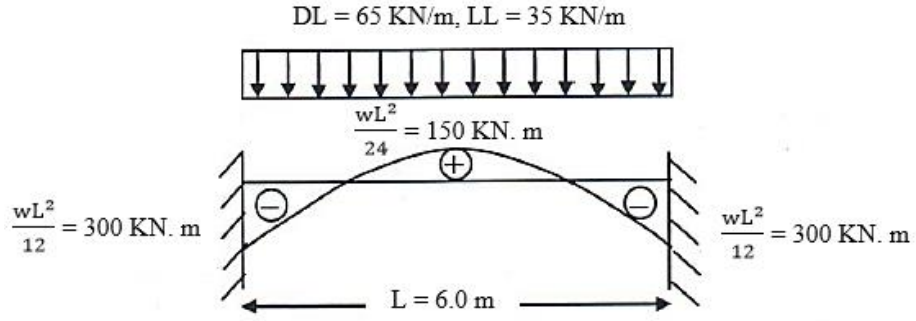
$$\Delta_{iT} = \Delta_{i1} + \Delta_{i2} + \Delta_{i3} = 9.76 + 9.76 + 16.58 = 36.1 \text{ mm}$$

6.3- مثال : د يوه مسلسل ګاډر چې يوه وايه او مقطع يې په لاندې شکل کې ښودل شوې ده، چې دموادو ځانګړتياوې يې ($f'_c = 30$ MPa)او ($f_y = 420$ MPa) وي، بې له ځنډه کړوپېدنه محاسبه کړئ .



د(A-A) مقطع د يو T- ډوله ګاډر چې د فرش سيستم ورسره يو ځای فرض شوی ، چې دفعاله مقطع د طاقچې عرض يې (b = 1,500 mm) پيدا شوی ده .

حل : په مثال کې د ښودل شوې وايي له مخې دواړو لورو ته مسلسل ګاډر چې سخته اتکاء لري د مومنټ دياګرام يې په لاندې ډول ښودل شوې دی :



د دې مثال لپاره د جامداتو میخانیک ارتجاعي کړوپېدنې رابطه په لاندې ډول لیکو:

$$\Delta = \frac{w\,L^4}{384EI}$$

د مسلسل ګاډر په دیاګرام کې دوه ډوله مومنټونه ښودل شوي دي چې د T- ډوله ګاډر د کږېدنې مثبت مومنټ پورته او مستطیلي ډوله ګاډر د کږېدنې منفی مومنټ لاندې واقع دی هر یو په ځانګړې توګه په پام کې نیول کېږي (214:7).

د(A-A) مقطع د انرشیااغېزمن مومنټ پیداکول : د انرشیا مجموعي مومنټ (I_g) پیداکولو لپاره د مقطع د مرکزي لیکي (LC) موقعیت ($\bar{y}$) په لاندې ډول پیداکوو:

$$\bar{y} = \frac{(A_1y_1+A_2y_2)}{(A_1+A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{[(125 \text{ x } 1{,}500)\text{x } 62.5 +(375 \text{ x } 500)\text{x } (125 + 250)]}{(125 \text{ x } 1{,}500)+(375 \text{ x } 500)} = 218.75 \approx 219 \text{ mm}$$

د انرشیا مجموعي مومنټ (I_g) دپیداکولو لپاره د موازي محورونو فرضیه کاروو :

د(A_1) مساحت لپاره :

$$I_{gA1} = 1{,}500 \text{ x } \left(\frac{125^3}{12}\right) + (1{,}500 \text{ x } 125)\text{x}(219 - 62.5)^2$$

$$I_{gA1} = 0.484 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

د(A_2) مساحت لپاره :

$$I_{gA2} = 1{,}500 \text{ x } \left(\frac{125^3}{12}\right) + (1{,}500 \text{ x } 475)\text{x}(362.5 - 219)^2$$

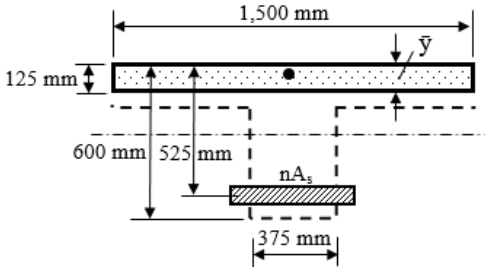
$$I_{gA2} = 1.52 \text{ x}10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_g = 0.484 \text{ x } 10^{10} + 1.52 \text{ x}10^{10} = 2.004 \text{ x}10^{10} \text{ mm}^4$$

د درز کېدنې مومنټ (M_{cr}) مساوي کېږي په :

$$y_t = 600 - 219 = 381 \text{ mm}; \; f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \text{ x } \sqrt{30} = 3.834 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.834 \text{ x } 2.004 \text{ x } 10^{10}}{381} = 20.17\text{x}10^6 \text{ N. mm} = 20.17 \text{ KN. m}$$



د(A-A) مقطع د انرشیا لپاره د ګټې اخېستنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_a = 150$ KN. m

د درز شوي مقطع د انرشیا مومنټ (I_{cr}) ارزوو:

په درز شوي مقطع کې ، د مقطع د مرکزي لیکي (LC) موقعیت ($\bar{y}$) په لاندې ډول پیداکوو:

$$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \times \sqrt{30} = 0.026 \times 10^6 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \times 10^6}{0.026 \times 10^6} = 7.69,\ A_s = 3 \# 25 = 3 \times \frac{\pi x\,(25)^2}{4} = 1{,}472 \text{ mm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-7.69 \times 1{,}472 + \sqrt{(7.69 \times 1{,}472)^2 + 2(7.69 \times 1{,}472 \times 375 \times 525)}}{1{,}500} = 37.6 \text{ mm}$$

پورتنۍ رابطه داسې فرض شوې ده ، چې د کانکرېټو ارتجاعي فشاري ساحه د غیرفعال محور څخه دپاسه د طاقچې په دننه کې واقع ده، نو ګاډر د مستطیلي مقطع لرونکی ګاډر په ځېر کار کوي ،خو عرض یې د طاقچې د عرض سره مساوي په پام کې نیول کېږي . د ($\bar{y}$) قیمت د پورتنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي،خو له (125 mm) څخه باید لږ وي ،نود پورتنۍ فرضوني په واسطه تائید ږي . دارنګه فرضېدنه هغه مهال د T-ډوله ګاډر لپاره قانوني ده چې د پراخه کانکرېټي طاقچې له امله هغه په ګاډر کې دا ږین فشاري مساحت لپاره وړ او مناسبه وي . که ($\bar{y}$) د طاقچې له عرض څخه لوي وي ، نو د حل ورته طریقه ، چې په هغې کې باید د مساحت پر بنسټ لومړی مومنټ کار ږي .

د انرشیا درز شوي مومنټ (I_{cr}) کولی شو د موازي قضیې په کارېدنې سره په لاندې ډول په لاس راوړو :

د کانکرېټو د(A_1) مساحت لپاره :

$$I_{A1} = \frac{b \times (\bar{y})^3}{3} = \frac{1{,}500 \times (37.6)^3}{3} = 26.6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

دفولادي سیخانود(nA_s) مساحت لپاره :

$$I_{AS} = nA_s\,(d - \bar{y})^2 = 7.69 \times (1{,}472) \times (525 - 37.6)^2 = 2{,}689.1 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{cr} = I_{A1} + I_{AS} = 26.6 \times 10^6 + 2{,}689.1 \times 10^6 = 2{,}715.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{20.17 \text{ x } (10)^6}{150 \text{ x } (10)^6}\right)^3 \text{ x } 2{,}004 \text{ x} 10^6 + \left[1 - \left(\frac{20.17 \text{ x } (10)^6}{150 \text{ x } (10)^6}\right)^3\right] \text{ x } 2{,}715.7 \text{ x } 10^6$$

$I_e = 4.87 \text{ x } 10^6 + 2{,}78.40 \text{ x } 10^6 = 2{,}718.14 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4$.

د(B-B) مقطع انرشيا يې اغېزمن مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي :

د(B-B) مقطع ته د مستطيلي مقطع په څېر پاملرنه کېږي ، دا ځکه چې منفي مومنټ پرې عمل کوي ، کانکرېټي طاقچه د ګاډر په کششي لوري کې واقع ده ، نو ځکه يې د کرېښې يا انحنايي مومنټونو لپاره درز شوي او غير فعاليت ته پاملرنه کېږي .

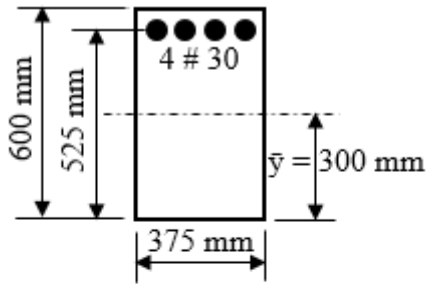
د انرشيا مجموعي مومنټ مساوي کېږي په :

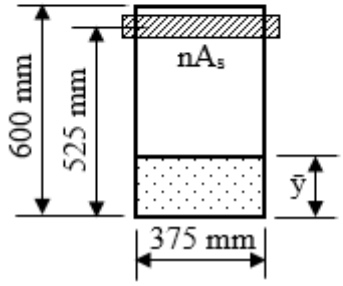
$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{375 \text{ x}(600)^3}{12} = 6{,}750 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4$$

د درز کېدنې مومنټ مساوي کېږي په :

$$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \text{ x } \sqrt{30} = 3.834 \text{ MPa}, \; y_t = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm}.$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.834 \text{ x } 6{,}750 \text{ x } 10^6}{300} = 86.265 \text{ KN. m}$$





د درز شوي انرشيا مومنټ مساوي کېږي په :

$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \times \sqrt{30} = 0.026 \times 10^6$ MPa

$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \times 10^6}{0.026 \times 10^6} = 7.69$, $A_s = 4 \# 30 = 4 \times \frac{\pi x (30)^2}{4} = 2{,}826$ mm^2

$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$

$\bar{y} = \frac{-7.69 \times 2{,}826 + \sqrt{(7.69 \times 2{,}826)^2 + 2(7.69 \times 2{,}826 \times 375 \times 525)}}{375} = 195.44$ mm

$I_{cr} = \frac{b\bar{y}^3}{3} + nA_s (d - \bar{y})^2 = \frac{375 \times (195.44)^3}{3} + 7.69 \times 2{,}826(525 - 195.44)^2$

$I_{cr} = 3{,}234.45 \times 10^6$ mm^4

د(B-B) مقطع د انرشيا لپاره د ګټې اخېستنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_a = 300$ KN. m; $I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$

$I_e = \left(\frac{86.265 \ x \ 10^6}{300 \ x \ 10^6}\right)^3 \times 6{,}750 \times 10^6 + \left[1 - \left(\frac{86.265 \ x \ 10^6}{300 \ x \ 10^6}\right)^3\right] \times 3{,}234.45 \times 10^6$

$I_e = 3{,}317.60 \times 10^6$ mm^4.

د مسلسل ګاډر په وايه کې د(A-A) مقطع چې د کږېدنې مثبت مومنټ په کې واقع کېږي ($I_e = 2{,}718.14 \times 10^6$ mm^4) او د(B-B) مقطع چې د کږېدنې منفی مومنټ په کې واقع کېږي ($I_e = 3{,}317.60 \times 10^6$ mm^4) دی . د کږېدنې مومنټونو د دیاګرام له مخې په وايه کې نژدې (40%) سلنه منفی مومنټ او نژدې (60%) سلنه مثبت مومنټ عمل کوي ، نوله دې امله ، د وایی د دننه لپاره (I_e) د دواړو مقطعو منځنې قیمت په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$I_e = 0.40\ I_{eB\text{-}B} + 0.60 I_{eA\text{-}A}$

$I_e = 0.40 \times 3{,}317.60 \times 10^6 + 0.60 \times 2{,}718.14 \times 10^6$

$I_e = 2{,}957.924 \times 10^6$ mm^4.

د مړ بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iDL} = \frac{DL.L^4}{384 E_c I_e} = \frac{65 \times (6{,}000)^4}{384 \times 0.026 \times 10^6 \times 2{,}957.924 \times 10^6} = 13.21$ mm

د ژوندی بار له امله بې سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iLL} = \frac{LL\,L^4}{384E_cI_e} = \frac{35 \text{ x } (6{,}000)^4}{384 \text{ x } 0.026 \text{ x } 10^6 \text{x } 2{,}957.924 \text{x } 10^6} = 7.11 \text{ mm}$$

د مړ او د ژوندي يا مؤقت بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iTL} = \Delta_{iDL} + \Delta_{iLL} = 13.21 + 7.11 = 20.31 \text{ mm}$$

د (6.0 m) وايه لرونکی مسلسل ګاډر داکړوپېدنه ، په پرتليزه توګه کوچنۍ ده . هغه ګاډر چې په پای کې سخته اتکاء لري ، کړوپېدنه يې (80%) سلنه د ساده اتکاء لرونکي ګاډر سره په پرتله لږه وي . د ساده اتکاء لرونکی ګاډر لپاره ، چې منظم وېشلی بار ولري ، کړوپېدنه يې د ($\Delta = \frac{5w\,L^4}{384EI}$) او د هغه ګاډر چې په پای کې سخته اتکاء او منظم وېشلی بار ولري ، کړوپېدنه يې د ($\Delta = \frac{w\,L^4}{384EI}$) فورمول په واسطه پيداکېږي . سربېره پر دې د ګاډر هغه برخې چې د کږېدنې مثبت مومنټ زغمي ، په پرتليزه توګه د پوښښ تختې يا د طاقچې د مرستې له امله د انرشيا لوی مومنټ لري ، دا کمښت د وړاندويل شوي کړوپېدنې څخه ډېر دی .

په لنډه توګه د مسلسل وايه لرونکو ګاډرونو لپاره د (I_e) رابطې په لاندې ډول ليکلی شو :

د دواړه وروستنيو لورو ته ادامه لرونکي (مسلسلو) ګاډرونو لپاره :

$$I_e = 0.60I_{eM+} + 0.40I_{eM-} \quad \text{.....(10.3)}$$

د يوه وروستني لوري ته ادامه لرونکي (مسلسلو) ګاډرونو لپاره :

$$I_e = 0.80I_{eM+} + 0.20I_{eM-} \quad \text{.....(11.3)}$$

دلته :

I_{eM+}- د هغه مقطع اغېزمن انرشيايي مومنټ دی ،چې مثبت مومنټ زغمي.

I_{eM-} - د هغه مقطع اغېزمن انرشيايي مومنټ دی ،چې منفی مومنټ زغمي.

5.3- د کانکرېټي ګاډرونو د اوږدې مودې کړوپېدنه

(Long – Term Deflection of Concrete Beams)

هغه کړوپېدنه چې په کانکرېټي ګاډر يا پوښښ تختې کې د سملاسي بار له امله پېښېږي ، ارتجاعي کړوپېدنه ده چې مخکې پرې بحث وشو . دا چې بار پرې په دوامداره توګه عمل کوي ، نو نسبتي اوږدېدنه (Strain) او کړوپېدنه (Deflection) ډېرېږي ، چې په پايله کې يې د کانکرېټو څکېدنه (Creep) او انقباض (Shrinkage) د کانکرېټود ګټې اخېستنې د مودې په لومړيو څو کلونوکې فشاري کړوپېدنه ډېرېږي ، چې لـــه امله اضافي غير ار تجاعي کړوپېدنه رامنځته کـــېږي ، چې د جـــبران کولـــو وړ نه وي(157:10) .

دا اضافي کړوپېدنه د اوږدې مودې کړوپېدنې (Long-term Deflection) په نوم يادېږي ،چې د (ACI) کود له مخې د دوامداره بار له امله رامنځته کېږي . نور هغه فکتورونه چې په اوسپنيزوکانکرېټو کې د اوږدې مودې کړوپېدنه اغېزمنه کوي ،په لاندې ډول ترې يادونه کېږي :

1- عامل بار او تشنج: د بار او تشنج په ډېرېدنې سره په څرګنده توګه د اوږدې مودې کړوپېدنه ډېرېږي.

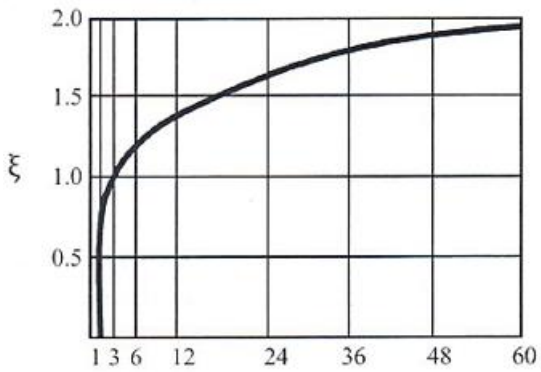
2- د کانکرېټو فشاري مقاومت: د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) د ډېريدنې په پايله کې څکېدنه او انقباض کمېږي،چې په پايله کې يې د اوږدې مودې کړوپېدنې هم کمېږي.

3- د باربدنې پرمهال د کانکرېټو عمر يا وخت ته رسېدنه: کله چې کانکرېټ د وخت د رسيدلو څخه مخکې بار شي ،نوداوږدې مودې کړوپېدنه د ډېرېدنې لامل کېږي. د کانکرېټو وخت ته په رسيدنې سره ، د کانکرېټو د هايدريشن رسېدنه لوړېږي ،چې د مقاومت او ارتجاعيت مودول د ډېريدنې لامل کېږي . په کانکرېټو کې د هايدريشن په ودې او بشپړېدنې سره د بار په وړاندې مقاوم کرستلونه ډېرېږي او د هوا تشې او خلاګاني کمېږي او په پايله کې يې څکېدنه او انقباض کمښت مومي(121:11) .

4- فشاري سيخان: د فشاري سيخانو په کارولو سره د کانکرېټو د څکېدنې اغېزه کمېږي. د کانکرېټو د څکېدنې ډېرېدنه د کانکرېټو د فشاري نسبتي اوږدېدنې د ډېرېدنې لامل کېږي او په څرګنده توګه د اوږدې مودې کرېپېدنې ډېروي . په فولادي سيخانو کې د فشاري قوي د ډېرېدنې له امله دارنګه نسبتي اوږدېدنه هم ډېرېږي ، چې په پايله کې د څکېدنې په وړاندې يې مقاومت لوړېږي او له امله يې د څکېدنې اغېزه محدودېږي(160:9) .

د (ACI) کود دتوصيي له مخې لاندينی فورمول د اوسپنيزوکانکرېټو د اوږدې مودې کرېپېدنې د قيمت د پيداکولو لپاره کارېږي :

$$\lambda = \frac{\xi}{1+50\rho}, \quad \ldots\ldots\ldots\



6.3- شکل: د بار د مودې ضریب (ξ) (402:5).

د څرګند او محدود شوي بار د اوږدې مودې او مجموعي کړوپېدنې لپاره رابطې په لاندې ډول لیکو :

$$\Delta_{LT} = \lambda\Delta_i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13.3)$$

$$\Delta_T = \Delta_i.(1 + \lambda) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.3)$$

دلته :

Δ_i, Δ_{LT}, Δ_T - په ترتیب سره دبار له امله د سملاسي، اوږدې مودې او مجموعي (سملاسي + اوږدې مودې) کړوپېدنې دي.

λ - د بار لپاره د اوږدې مودې د کړوپېدندې ضریب دی چې د (2.3 - معادلې) په واسطه پیداکېږي .

د اوسپنیزکانکرېټي عنصر مجموعي ګټې اخېستنې کړوپېدنه په لاندې ډول څرګندېږي:

$$\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.3)$$

دلته :

Δ_{TL} - د عنصر د ګټې اخېستنې مجموعي کړوپېدنه ده .

Δ_{iDL} - د دایمي یا مړ بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده .

λ_∞- د مړ بار له امله اوږدې مودې کړوپېدنه ده (په رابطه کې په لایتناهي مودې کې) .

Δ_{iLL}- د مؤقت یا ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده.

Δ_{iSLL} - د دوامداره ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده.

λ_{SLL} - د اوږدې مود ی د کړوپېدنې یا شکل بدلون ضریب دی ،چې د دوامداره ژوندیار لپاره په پام کې نیول کېږي او د (12.3) رابطې په کارولو سره پیداکېږي.

داوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو لپاره د ژوندي بار یوه برخه په دوامداره توګه ، د استوګنې ساختمانونو لپاره نژدې (30%) سلنه ،دځو کلنو لپاره او د ګودامونو او خوندي خونو لپاره د ژوندي بار (70%) سلنه دوامداره په پام کې نیول کېږي . د ژوندي بار دوامداری موده او سلنه د محاسبه کوونکی انجنیر په واسطه ټاکل کېږي . د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو د کړوپېدنې په هکله دځوځانګړو ځېړنو په پایله کې ، د کړوپېدنې واقعی قیمت د محاسبه شوي د کړوپېدنې نژدی (30%) سلنه په پام کې نیول کېږي ، د کانکرېټي ساختمان لپاره اړینه ده،چې د کړوپېدنې محاسبه د خوندي توب له پلوه د کود لپاره د منلو وړ وي (282:6).

6.3- د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو د کړوپېدنې لپاره د کود غوښتنې
(Code Requirements for Deflection of Reinforced Concrete)

ډېره زیاته کړوپېدنه زیانمنه ده، هغه ساختمانونه چې ساختماني جوړښت نه لري او د نیمګړتیاو (درزکېدنې ، نامنظمه جوړېدنې، جلا کېدنې او داسې نورو) د زغم سره مل وي، کېدای شي ،چې دپام وړ دنده په ښه ډول ترسرنه کړي او د ظاهری بڼې له مخې خطر سره مخ شي . استوګن د ساختمان د بې عیبی په اړه ډاډمن وي او د کړوپېدنې تر ډېرېدنې پورې په ډاډمنه توګه تري ګټه اخلی . په دارنګه ګټه اخېستنه کې ښایي د ودانۍ او د ساختمان د مرغومیت د لږوالی په پایله کې د عنصر د ضخامت یا ارتفاع د ډېروالی له امله د انرشیا مومنټ ډېر او په ځرګنده توګه په عنصر کې د کړوپېدنې دکمښت لامل کېږي. سره له دې چې ، د عنصر د ضخامت په ډېرېدنې سره د عنصر وزن ډېرېږي او د هغې په پایله کې د انرشیاقوه هم ډېرښت مومي، نو په ساختمان (مړ او د زلزلې بار) اغېزه کوي چې دکاري وړتیا موده یې کمېږي ،خواضافي قوې او موده کېدای

شي چې د طرحې اومحاسبې عملیي د پېچلتیا مخنیوی وکړي،له همدې دلیله په محاسبه کې باید د کړوپېدنې د کمېدنې لپاره د عنصر د ارتفاع ډډېر زیات ډېرښت څخه ډډه وشي . د ساختمان د طرحې اومحاسبې د ښه والي لپاره چې په هغې کې د کړوپېدنې اندازه لږه وي ، لازمي ده چې د اتکاء شرایط ښه (سخت) شي او د عنصر د ساختمان اغېزمنتیا ویشنې په کاربدنې سره کېدای شي چې کړوپېدنه را کمه شي . د(ACI) کود داوسپنیزوکانکرېټي عناصرو د کړوپېدنې د محدودیت لپاره د کړوپېدنې مجازي اندازه ښودلې ده ،چې باید له هغې اندازې څخه تجاوز ونه کړي(226:13) .

د کړوپېدنې لپاره د کود د غوښتنو له مخې دوه لاندې طریقې په پام کې نیول کېږي :

الف - لومړۍ طریقه : د عناصرو (ګاډرونو او پوښښ تختو) د غوښتنې او اړتیا له مخې د اصغر ي ضخامت د ټاکنې اود هغې وړتیا ته په پاملرنې سره موافقه کول . د(ACI) کود ځانګړې کړې ده ، چې د کړوپېدنې پیداکول ترهغه اړینه نه ده ،تر څو چې د عنصر د اتکاګانو حساسې برخې ښایي د کړوپېدنې د ډېرېدنې له امله ویجاړې شیاو په اړه یې پوښتنې حل نه شي .

ب - دویمه طریقه : د(ACI) کود د غوښتنې له مخې د یوه عنصراصغري ضخامت یا د حساسونښلېدونکو برخوسره کړوپېدنه چې د(E_c) او(I_c) په کاربدنې سره پیداکېږي د قناعت وړ نه وي ، تر څو د ځانګړې شویو مجازي محدودوشویو قیمتونو سره مطابقت ونه کړي . د(ACI) کود د کړوپېدنې په هکله غوښتنې چې د بامونو، فرشونو او د هغوې د عناصروپه تکیه کولو متمرکز ې دي ، څرګندې کړي دي . سربېره پردې دهغو ساختمانونو چې ساختماني جوړښت نه لري ،د ننښلېدونکو برخوسره د کړوپېدنې تر اغېزې پورې پرې تمرکز کېږي . سره له دې چې د(ACI) کود د ساختماني عناصرو کړوپېدنې اغېزه باید د ساختمان په تحلیل کې دهغه اضافي قوو یا مومنټونود پیداکولو لپاره په پام کې ونیول شي ، چې د کړوپېدنې لامل کېږي(282,283:6) .

2.3 - جدول: اعظمي مجازي پيداشوي کړوپېدنې(620:3) .

دعنصر ډول	هغه کړوپېدنه چې بايد پاملرنه ورته وشي	د کړوپېدنې محدوديت
هغه هوار بامونه چې په غيرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکيه يا نښتې نه وي او په احتمالې توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ويجاړ يا تخريب شي	د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه (Δ_{iLL})	$(\frac{\ell}{180})$*
هغه فرشونه چې په غيرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکيه يا نښتې نه وي او په احتمالې توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ويجاړ يا تخريب شي	د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه (Δ_{iLL})	$(\frac{\ell}{360})$**
هغه فرشونه او بامونه چې په غيرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکيه وي او يا ورسره نښتې وي ،چې په احتمالې توګه د ډېرې کړوپېدنې له امله ويجاړ يا تخريب شي .	د مجموعي کړوپېدنې هغه برخه چې د غيرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو سره د نښلېدنې څخه وروسته پېښېږي ، (دټولو دوامداره بارونو د اوږدې مودې د کړوپېدنې او دهر اضافي ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې مجموعه ده)****	$(\frac{\ell}{110})$***
هغه فرشونه او بامونه چې په غيرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکيه يا نښتې نه وي او په احتمالې توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ويجاړ يا تخريب شي .		$(\frac{\ell}{240})$****

د (2.3- جدول) لپاره ياد داشتونه :

*- دا هغه حد دی ، چې د ډند کېدنې په وړاندې ، د خوندیتوب لپاره په پام کې نه وي نيول شوی. ډنډ بايد د کړوپېدنې له امله چې په هغې کې د ډنډشويواوبو اوټولودوامداره بارونو له امله کړوپېدنه لکه د محدب شکله ساختمان قبلېدنې او د زابر يا زيم ويستنې په مناسبه توګه برابرېدنې چې د اوږدې مودې اغېزه هم په کې شامله وي ،د مناسبې او وړ محاسبې په واسطه وارزول شي .

**- د اوږدې مودې کړوپېدنه بايد د(ACI) کود د غوښتنې له مخې په پام کې ونيول شي ، خو د غيرساختماني جوړښت لرونکې عناصرو سره د نښلېدنې څخه مخکې دمحاسبه شوې کړوپېدنې په اندازه کې بايد کمښت را شي.

***- له دغه حده بايد ډېر شي ، که په تکيه شويويا نښلېدونکو عناصرو کې وړ اندازې د ويجاړېدنې يا تخريب مخنيوی وکړي.

****- له دغه حده بايد ډېره نه شي، كه د غيرساختماني جوړښت لرونكي عناصرد قبلېدنې وړ اندازې تيارې شوې وي له دغه حده بايد ډېر شي ، كه كړوپېدنه داسې په پام كې نيول شوې وي ، چې مجموعي كړوپېدنه منفي وي اودكړوپېدنه له ټاكلى حد څخه تجاوز ونه كړي (305,306:8).

دلته :

ℓ - د عنصر وايه ده چې د خالصې وايې او د عنصر د ارتفاع د مجموعې څخه په لاس راځي، په داسې حال كې چې د عنصر ارتفاع د ساده او مسلسلې اتكاء لرونكو ګاډرونو د مركز تر مركزه پورې د وايې د اندازې او په كانټيليور ګاډرونو كې د خالصې وايې د اندازې څخه تجاوز ونه كړي .

Δ_{iLL} - سملاسي كړوپېدنه ده چې د ژوندي بار له امله را منځته كېږي . دا د غيرساختماني جوړښت لرونكو عناصرو له نښلېدنې څخه وروسته كړوپېدنه ده چې د دې ډول عناصر سره د نښلېدنې څخه وروسته پېښېږي ، د ژوندي بار له امله سملاسي كړوپېدنه + د مړو بارونو له امله د اوږدې مودې كړوپېدنې + د ژوندي دوارده بار له امله د اوږدې مودې كړوپېدنې دي چې د لاندېنۍ رابطې په واسطه تشريح كېږي :

$$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_{\infty}\Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16.3)$$

دلته :

Δ_{ATT}- دغيرساختماني جوړښت لرونكو عناصرو د نښلېدنې وروسته كړوپېدنه او نوره يادېدنه كټ مټ د (15.3) رابطې په څېر دي . ډنډ كېدنه په بام باندې د باران د اوبو راغونډېدنه ده چې د بام د نا مناسبه ميلان له امله رامنځته كېږي او اوبه نه شي كولى په ښه توګه ناوو ته لاره پيداكړي . تحدب په كانكرېټي قالبونو كې دمنفي كړوپېدنې كمربند دى،چې د راتلونكې كړوپېدنې د جبران لپاره په پام كې نيول كېږي.

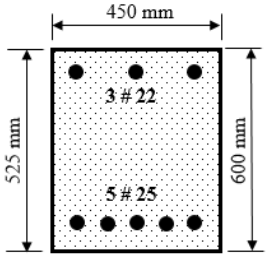
7.3- مثال: د يو كانكرېټي ګاډرد مركزي ليكي (CL)داوږدې مودې ګټې اخېستنې مجموعي كړوپېدنه پيداكړئ ،چې په هغې كې د (4.3- مثال) ارقامو ،سربېره د فشاري فولادي سيخانولكه څرنګه چې په لاندېنې شكل كې ښودل شوي دي ،كه ژوندي بار د

درېوکلنو لپاره په (50%) سلنه په دوامداره توګه په پام کې نیول شوی وي ، د ګاډر دلاندې نیو حالتونو په پام کې نیولوسره یې د کود د غوښتنو په مطابق وارزوئ:

(a)- پرته له نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې د هوار بام لرونکی ګاډر.

(b)- پرته له نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې فرش لرونکی ګاډر.

(c)- د نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې سره د بام او فرش ساختمان او جوړښت.



حل : د (4.3- مثال) **دحل لپاره** :

Δ_{iDL} = 7.381 mm

Δ_{iLL} = 3.322 mm, A'_s = 3 x $\frac{\pi(22)^2}{4}$ = 1,140 mm;

$\rho' = \frac{A'_s}{bd} = \frac{1,140}{450 \times 525} = 0.0048$

$\xi_\infty = 2.0 \Rightarrow \lambda_\infty = \frac{\xi_\infty}{(1+50\,\rho')} = \frac{2}{(1+50 \times 0.0048)} = 1.611$

د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$= \lambda_\infty x\ \Delta_{iDL} = 1.611 \times 7.381 = 11.89$ mm

د دوامداره ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

Δ_{iSLL} = 50% x Δ_{iLL} = 0.50 x 3.322 = 1.661 mm

د درېیو کلونو لپاره د (ξ_{3year}) **قیمت د دولس میاشتو** (یوکال) **قیمت** (1.4) **او پنځو کلونو قیمت** (2.0) **د انترپولیشن څخه** (1.85) **په لاس راځي ، نو** :

ξ_{3year} = 1.85 $\Rightarrow \lambda_{3year} = \frac{\xi_{3year}}{(1+50\,\rho')} = \frac{1.85}{(1+50 \times 0.0048)} = 1.49$

SLL long term deflection = ξ_{3year} x Δ_{iSLL} = 1.49 x 1.661 = 2.47 mm

$\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL}$

$\Delta_{TL} = 7.381 \times (1 + 1.611) + 3.322 + 1.49 \times 1.661 = 25.1$ mm

$\Delta_{iLL} = 3.322$ mm

د غیرساختماني جوړښت لرونکي ننښلېدونکي عنصر څخه وروسته کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_{\infty}\Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL}$$

$$\Delta_{ATT} = 3.322 + 1.611 \times 7.381 + 1.49 \times 1.661 = 17.7 \text{ mm}$$

اوس د کود د غوښتنو له مخې ارزونه کوو:

د (a) حالت لپاره :

$$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{180} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{6{,}000}{3.322} = 1{,}806 > 180 \Rightarrow \text{OK}$$

د(b) حالت لپاره :

$$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{360} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{6{,}000}{3.322} = 1{,}806 > 360 \Rightarrow \text{OK}$$

د (c) حالت لپاره :

$$\Delta_{ATT} \leq \frac{\ell}{240} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \geq 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{6{,}000}{17.7} = 339 > 240 \Rightarrow \text{OK}$$

په یاد ولرو چې ، دفرشونو لپاره د حساسو ننښلېدنو څخه پرته کړوپېدنه د کود دوه غوښتنې یوه (ΔiLL) او بله د(Δ_{ATT}) لري چې په پورته ډول تر یادونه شوې ده .

8.3- مثال: د یوې کانکرېټې پوښښ تختې د مرکزي لیکي (CL)داوږدې مودې ګټې اخېستنې مجموعي کړوپېدنه پیداکړئ ،چې په هغې کې د (5.3- مثال) ارقامو سربېره که ژوندي بار د یوه کال لپاره (25%) سلنه په دوامداره توګه په پام کې نیول شوي وي او که د پوښښ تختې ($\rho' = 0$)وي،نو دلاندېنیو حالتونو په پام کې نیولوسره د کود د غوښتنو سره یې سم وارزوئ:

(a) - پرته د ننښلېدنې له حساسې کړوپېدنې هوار بام لرونکي پوښښ تخته.

(b) - پرته دننښلېدنې له حساسې کړوپېدنې فرش لرونکي پوښښ تخته.

(c)- د ننښلېدنې له حساسې کړوپېدنې سره د بام او فرش ساختمان او جوړښت.

حل : د(5.3- مثال) دحل څخه لرو چې :

$\Delta_{iDL} = 26.34$ mm, $\Delta_{iLL} = \Delta_{i2} = 9.76$ mm, $\rho' = 0$

$\xi_\infty = 2.0 \Rightarrow \lambda_\infty = \frac{\xi_\infty}{(1+50\,\rho')} = \frac{2}{(1+50 \text{ x } 0.0)} = 2.0$

د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$= \lambda_\infty \text{x } \Delta_{iDL} = 2.0 \text{ x } 26.34 = 52.68$ mm

د(25%) دوامداره ژوندي بار له املې سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iSLL} = 0.25 \text{ x } 9.76 = 2.44$ mm

د درېيو کلونو لپاره د (ξ_{3year}) قيمت د دولس مياشتو (يوکال) قيمت (1.4) او پنځو کلونو قيمت (2.0) د انټرپولیشن څخه (1.85) په لاس رائي ، نو :

$\xi_{3year} = 1.85 \Rightarrow \lambda_{3year} = \frac{\xi_{3year}}{(1+50\,\rho')} = \frac{1.85}{(1+50 \text{ x } 0.0)} = 1.85$

SLL long term deflection = $\xi_{3year} \text{ x } \Delta_{iSLL} = 1.85 \text{ x } 2.44 = 4.514$ mm

Total deflection = $\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL}$

$\Delta_{TL} = 26.34 \text{ x } (1 + 2.0) + 9.76 + 4.514 = 93.3$ mm

LL immediate deflection = $\Delta_{iLL} = 9.76$ mm

د غيرساختماني جوړښت لرونکي نښلېدونکي عنصر څخه وروسته کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_\infty \Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL} = 9.76 + 2.0\text{x } 9.76 + 1.85\text{x } 2.44 = 33.8$mm

اوس د کود د غوښتنو له مخې ارزونه کوو:

د (a) حالت لپاره :

$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{180}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{2,400}{9.76} = 245.9 > 180 \Rightarrow$OK

د(b) حالت لپاره :

$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{360}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{2,400}{9.76} = 245.9 > 360 \Rightarrow$OK

د (c) حالت لپاره :

$\Delta_{ATT} \leq \frac{\ell}{240}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \geq 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{2,400}{33.8} = 71.01 < 240 \Rightarrow$N. G

$$\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{480} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 480 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{2,400}{33.8} = 71.01 < 480 \Rightarrow \text{N. G}$$

Case Code Requirement Example 14.7

(d) $\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{180}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{(8x\ 12)}{0.23} \approx 417 > 180 \Rightarrow$OK

(e) $\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{360}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{(8x\ 12)}{0.23} \approx 417 > 360 \Rightarrow$OK

$\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{240}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{(8x\ 12)}{1.57} \approx 61 < 240 \Rightarrow$NG

(f) $\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{480}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 480 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{(8x\ 12)}{1.57} \approx 61 < 480 \Rightarrow$OK

یادونه : په (4.3) او (7.3) مثالونوکې د ګاډر په اړه څرګندونې وشوې،چې په هغې کې د ارتفاغ او وايي تر منځ نسبت ($\frac{600}{1,000} = \frac{6}{10} > \frac{1}{10}$) کېده ،چې د ساده اتکاء لرونکي ګاډرونو لپاره د (3.1- جدول) له مخې د کود اصغري غوښتنه بشپړوي . دا چې کړوپېدنه پرته دفرش دحساسې نښلېدنې له کړوپېدنې نه شي محاسبه کېدلی، نوله دې امله د کړوپېدنې محاسبه د کود د پورتنيو غوښتنو په پام کې نيولو سره تر سره کېږي .

په (5.3) او(8.3) مثالــونو کې د پــوښښ تخــته چې د ضخامت او د وايي تر منځ نسبت يې ($\frac{150}{2,400} = \frac{1}{16} < \frac{1}{8}$) دی ، چې د کانټيليورډوله پوښښ تختو لپاره د (1.3- جدول) له مخې د کود اصغري غوښتنه بشپړوي . نوله دې امله اړينه ده چې د ټولو حالتونو لپاره کړوپېدنه دکود د اعظمي مجازي کړوپېدنې سره چې په (2.3- جدول) کې ښودل شوې ده د پرتلنې له مخې پيداکېږي ، نو د کړوپېدنې محاسبه د کود د پورتنيو غوښتنو په پام کې نيولو سره تر سره کېږي .

7.3- درزکېدنه (Cracking)

په اوسپنيزو کانکرېټي عناصرو کې د ببلابېلو دليلونو له امله درزونه پيدا کېږي ، چې شمېر او عرض يې دببلابېلوشرايطو له مخې سره توپير لري . په يوه مشخصه سطحه کې دتشنجاتو له امله چې هرځومره د درزونو شمېر ډېر اوسره وېشلي وي نو عرض يې لږ وي . لږعرضه درزونه د ګټې اخېستنې په ډېرو ښو شرايطو کې هم رامنځته کېږي ، دا برخــه د درزونــو درامنځته کېدنې او د هغې د عــرض په اړه بحــث ته ځــانګــړې شوې ده (124:4).

1.7.3- دکانکرېټو ددرزکېدنې خواص (Concrete Cracking Behavior)

درزونه د خپلې بدغونې له امله کېدای شي ،چې د کانکرېټو له لارې فولادي سيخانو او د اوسپنيزوکانکرېټي عناصرو دننيو برخو ته د زيان رسوونکو موادو د لېږدېدنې لامل شي . د فولادي سيخانو او کانکرېټو د زنګ وهلو ، خوړنې او ويجاړېدنې په اړه په لاندې ډول بحث کېږي : د درزکېدنې دغځېدنې په پايله کې کېدای شي د استوګنو بار د ودانۍ د ساختمان استحکام د کړوپېدنې د غځېدنې د حالت په شان له لاسه ورکړي(437:15) .

اوسپنيزکانکرېټ د ګټې اخېستنې په موده کې دنه باربدنې مرحلې په ګډون په هره مرحله کې درز کېږي . د درزکېدنې پراختيا د کانکرېټو د ټيټ کششي مقاومت او د ځينو نورو فکتورونو(لومړني انقباض) له امله رامنځته کېږي .

کششي تشنجات د بارونو د ډېريدنې سره ډېرېږي، کله چې دکانکرېټو کششي مقاومت ټيټ وي ،نو درزونه پيداکېږي او په کانکرېټو کې د درز کېدنه دفولادي سيخانو دکشش دډېرېدنې له امله کمېږي . ددرز پيداکېدنې شکل دباربدنې د ډول پورې اړه لري ،د کرېدنې له امله درزونه،د عرضاني قوولە امله درزونه، د کرېدنې - عرضاني قوو له امله درزونه او همداراز د نښلېدنې درزونه د درزونو ډولونه دي(4 :125) .

د درزونو د رامنځته کېدنې لاملونه په لاندې ډول دي :

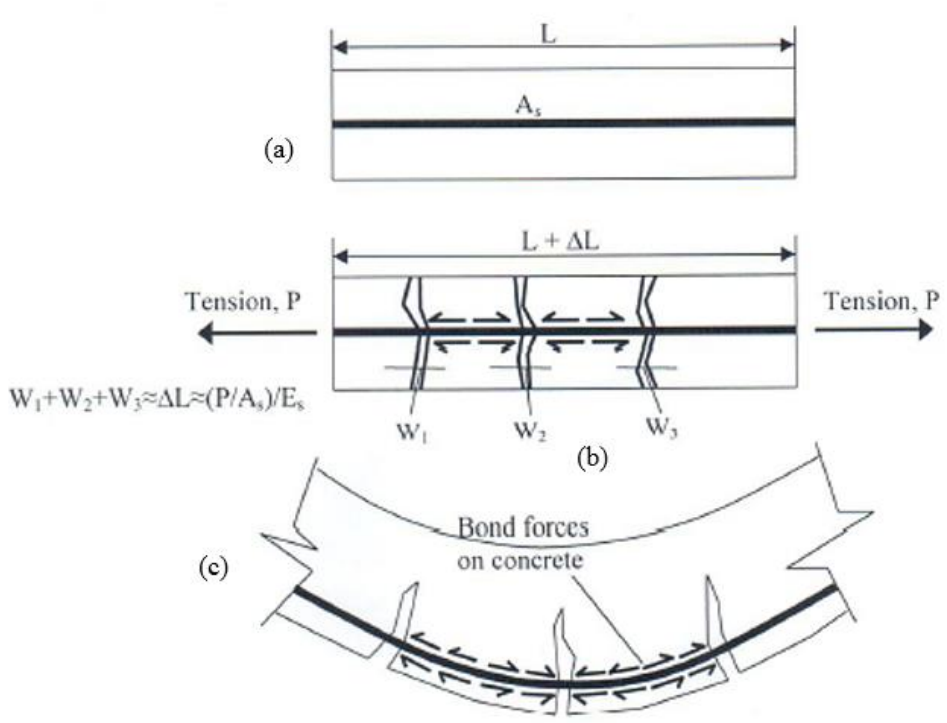
الف - په فولادي سيخانو کې کششي تشنجات : څېړنو څرګنده کړې چې د درز عرض د فولادي سيخانو کې د کششي تشنجاتو سره مستقيمې اړيکې لري . د ګټې اخېستنې شرايطو لاندې په کانکرېټو کې بې له کششي تشنجاتو يوازې وېښته ډوله درزونه پيدا کېږي . د درز د عرض کمېدنې لپاره اړينه ده،چې د فولادي سيخانو مساحت (A_s) ډېر شي ، په دې وسيله په فولادي سيخانو کې د ګټې اخېستنې په موده کې تشنجات (f_s) کمېږي . ځېنې مهال په محاسبه کې په ډېره چټکۍ سره د ګټې اخېستنې شرايطو لاندې حالت کې په فولادي سيخانو کې د کششي تشنجاتو د لوړولو لپاره دلوړ مقاومت فولادي سيخانو(f_y = 420 MPa څخه تر f_y = 700 MPa پورې)کارولو ته مخه کېږي ، چې په دې وسيله په اوسپنيزوکانکرېټو کې د درزونو عرض او شمېر ډېرېږي(334:1) .

ب - بارېدنه : دبار د دوامداره عمل يا د بارېدنې د ډېريدنې د پرله پسې د انقباض (Shrinkage)او څکېدنې (Creep) د شکل بدلون سره ، لومړني وېښته ډوله کششي درزونه په عرض پراخېږي او شمېر يې ډېرېږي ، نو له دې امله د پام وړ اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې د درز پيداکېدنې شرايط شدت پيداکوي او بدحالت اختياروي . همداراز په اوسپنيزوکانکرېټوکې د بارونو تکرارېدلو حالت د شکل بدلون ډېروي ،چې په پايله کې يې ددرز شرايط لا پسې خرابوي (153:12).

ج - د کانکرېټو ډول : لوړ فشاري مقاومت (f'_c) لرونکی کانکرېټ د ټيټ فشاري مقاومت (f'_c) لرونکو کانکرېټو په پرتله د ژرماتېدنې خواص لوړ او د نسبتي اوږدېدنې ظرفيت يې ټيټ دی . هغه اوسپنيزکانکرېټ چې د لوړمقاومت لرونکو کانکرېټو څخه جوړېږي ، په ځانګړې توګه د ګټې اخېستنې پرمهال دبارېدنې د ډېرېدنې له امله په کې په لوی عرض لږ درزونه لېدل کېږي ، خو دفولادي سيخانود ښې طرحې او محاسبې له مخې کېدای شي ، دا شرايط بهتر او ښه شي . ټيټ مقاومت لرونکی کانکرېټ په عنصر کې د درزونو وېشنه په ښه توګه تنظيموي اوداوسپنيزوکانکرېټي عناصرو ښه کانکرېټ اچونه

هم په کانکرېټوکې د درزونو په وړاندې دمقاوم کېدنې خواص لوړوي . دارنګه کاري سرته رسونه د کانکرېټو د مخلوط د ښې طرحې او محاسبې ، ښه محکمیت ، کلکېدنې ، مناسبې اوبو پاشلو او ځارنې پورې تړلی ده (144:11).

د - فولادي سیخان : له درزکېدنې مخکې په فولادي سیخانواو نژدې کانکرېټو کې نسبتي اوږدېدنې سره مساوي وي . ځومره چې باربدنه یا کشش ډېرېږي په هماغه اندازه د کانکرېټو د نسبتي اوږدېدنې ظرفیت «د شلېدنې نسبتي اوږدېدنه» ډېرېږي ، چې په پایله کې یې درز پیداکېږي . د درز د موقعیت سره کشش په بشپړه توګه فولادي سیخان زغمي اوله درز څخه لیرې په فولادي سیخانو او کانکرېټو کې نښلېدنه (bond)پاتې کېږي او فولادي سیخان ،کانکرېټو ته کششي تشنجات او قوې د نښلېدنې له لارې لیږدوي . دقووپه لیږدونې سره په تدریجي توګه په کانکرېټو کې له یوې خواکششي مقاومت لوړېږي او له بلی خوا درز پراخېږي . دنژدې درزونوتر منځ کانکرېټ د نښلېدنې د قوو له امله دکشش لاندې پاتې کېږي او په اوسپنیزوکانکرېټي عناصروکې ، په اټکلي ډول سره د درز د عرضونو مجموعه د فولادي سیخانود کشش د تداوم سره مساوي کېږي . په کانکرېټو کې د کششي قوو او تشنجاتو د ښې وېشنې لارښوونه ،دکوچني عرض لرونکو ډېر شمېر درزونو په واسطه د درز کېدنې خواص په څرګنده توګه سمون مومي او په کانکرېټي عناصرو کې د کششي تشنجاتو وېشنه،کېدای شي ،چې د فولادي سیخانو د سطحې د مساحت د ډېرېدنې په واسطه لوړه شي، هغه چې کانکرېټو ته د نښلېدنې له لارې کشش لیږدوي چې په پایله کې یې د درزونو یوشان منظمه وېشنه را منځته کېږي . فولادي سیخان لازم دي چې په هغه ځایونو کې ځای په ځای شي ،چې د کشش او انقباض له امله د درزونو دپیداکېدنې احتمال وي . سره له دې چې په نظـــری توګه محاسبه کوونکي انجنیران په کـــنجونو، په پرانیستو، د دیوالـــوپه سرونواوداسې نورو ځایونو کې سیخان نه کاروي، خو د درزونو د پیداکـــــېدنې په وړاندې د خوندیتوب لپاره ترې ګټه اخېستل کېږي(286,287:6) .



7.3- شکل: په اوسپنیزکانکریټي کششي عناصرو او ګاډرونو کې درزونه. (a) په مستقیم کشش کې درزکېدنه، (b) په ګاډر کې ددرزکېدنې کششي قوې، (c) په کرښدنه کې درزکېدنه (287:6).

8.3- د درز د عرض ارزونه (Crack Width Evaluation)

د کــرښدنې مومنټ د عمل لاندې ګاډر کې د اعظمي کشش درز عرض د ارزونې لپاره کــړنلاره او طــریقه په دې توګه وړاندې کېږي : د درز د عرض ارزونه د ګرګلی - لوټز (Gergley-Lutz) رابطې په واسطه تــرســره کــېږي ،چې د احصاییوي ارقامو او د یو لړ مثالونو د څېړنو پر بنسټ منځته راغلې ده ، چې په لاندې ډول یې څرګندونه کېږي(4 :131) :

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\, \beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.3)$$

دلته :

W_{max} - په ملي متر سره په انحناء کې د درز اعظمي عرض دی .

β_h- د فعالې ارتفاع ضریب دی چې له $(\frac{h-\bar{y}}{d-\bar{y}})$ سره مساوي کېږي.

دلته د ($\bar{y}$) قیمت د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې دارتجاعي در ز شوي مقطع لپاره پیداکېږي ، چې د ګاډر لپاره (1.2) او د پوښښ تختی لپاره (1.2) قبلېږي .

f_s- د ګټې اخېستنې شرایطو یا د کږېدنې مومنټ لاندې په فولادي سیخانو کې تشنجات دي ،چې د انحنایي درز لامل کېږي. د(f_s) د پیداکولو لپاره د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر په ارتجاعي حالت کې درز کېدنه په پام کې نیول کېږي . د درزشوې مقطع بدلېدنه د مقطع د تشنجاتو د پیداکولو لپاره کارېږي . همدارازد(f_s) د محاسبه کولو لپاره اړینه ده ، چې د فولادي سیخانو په ډېر شوي مساحت باندې د عاملو تشنجاتو او ($n = \frac{E_s}{E_c}$) ضریب د ضرب حاصل په پایله کې په لاندې ډول حاصلېږي:

$$f_s = n \times \frac{M_{service}}{I_{cr}} \times y_{steelbars} = n \times \frac{M_{service}}{I_{cr}} \times (d - \bar{y})$$

یا لاندېنۍ اصلاح شوې رابطه کارېږي :

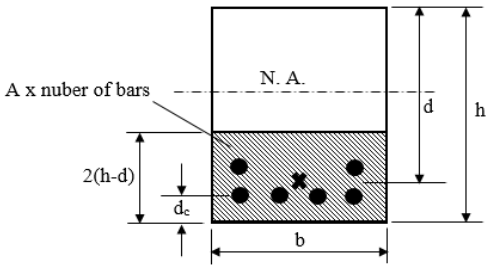
$$f_s \approx 0.6\, f_y \text{ (MPa)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(18.3)}$$

d_c- د کانکرېټو محافظوي طبقه ده.

A- د کششي فولادي سیخانو د مرکز ګردچاپیره د کانکرېټي ګاډر لوي مساحت دی، چې دکششي فولادي سیخانو په شمېر وېشل کېږي او د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$A = \frac{2b(h-d)}{\text{number of steel bars}} \text{ (mm}^2\text{)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(19.3)}$$

دلته : (b)- د ګاډر په کششي لوری کې د ګاډر د مقطع عرض دی ، (h)- د ګاډر د مقطع بشپړه ارتفاع او (d)- د ګاډر د مقطع فعاله ارتفاع ده.



8.3- شکل: د (20.3) رابطې اړیکي ښیي (288:6).

له (17.3) رابطې څخه څرګندېږي ،چې د فولادي سيخانو د موقعيت سره د درز عرض د(f_y) ، دهغې ګردچاپيره د کانکرېټو د مساحت او د فولادي سيخانو د شمېرپورې تړلی دی . د فولادي سيخانو سره د درز عرض ، د اخرنۍ کششي ليکې سره د درزد عرض پورې تړلی دی ، چې د يوځای کېدنې ضريبونو(β) او(d_c) په واسطه پيداکېږي . د(β) ضريب د فولادي سيخانو د موقعيت سره د انحنايي درزونو د عرض او په اخرنۍ کششي ليکه کې د انحنايي درزونودعرض نسبت دی . تجربو ښودلې ده ، چې د اخرنۍ کششي ليکې د موقعيت سره ځايي درزد فـولادي سيخانو د محافظوي طبقې د يوپر درې په درجه ($d_c^{1/3}$) سره متناسب دی . د(ACI) کود دسپارښتنو او غوښتنو د بشپړولو پرته له ګرګلی - لوټز (Gergley-Lutz) رابطې د دې کود د مقررې له مخې نه قبلېږي(488:6) .

9.3- د درزونو د عرض لپاره سپارښت شوي محدوديتونه
(Recommended Limits of Crack Width)

د(17.3) رابطې ته په کتنې سره د درز کچې له کمېدنې څرګندېږي،چې کېدای شي د (d_c,f_y) او (A) قيمتونوپه بشپړولو کنترول شي . د (d_c) قيمت دکمېدنې په پايله کې د اعظمي کړېدنې درز عرض کمېږي . سره له دې چې په محاسبه کې د خوړنې يا زنګ وهلو څخه د خوندیتوب لپاره بايد د(ACI) کود دغوښتنو له مخې د فولادي سيخانو له پاسه د محافظوي طبقې اصغري اندازې ته پاملرنه وشي ، کېدای شي چې يوازې د(d_c) د قيمت په طرحې سره د لږ شمېر درزونو اغېزه کنترول شي . د (f_y) دقيمت وړ محدوديت د درز د عرض د کمېدنې بله لاسته راوړنه ده ، چې بايد په پام کې ونيول شي . د (f_y) قيمت د معمولي فولادي سيخانو لپاره له (280 MPa) څخه تر(420 MPa) پورې په پام کې نيول کېږي . سرله دې (f_y) کېدای شي چې تر(820 MPa) پورې ونيول شي ، چې له امله يې د اوسپنيزکانکرېټي ساختماني عناصرو ، د کړېدنې مومنټ ظرفيت لوړېږي ، خو په محاسبه کې د لوړ مقاومت لرونکي موادو ،فولادي سيخان او کانکرېټ، د کارېدنې له امله ښايي د درز عرض ډېرشي . د هغه عناصرو لپاره چې په هغې کې لوړ مقاومت

لرونکي (f_y) فولادي سیخان په ځانګړې سیخبندۍ کې باید داسې طرحه او محاسبه شي،چې د هغې له امله درز کېدنه راکمه شي(288:6) .

د سیخانو مناسبه ځای په ځای کېدنه او دکوچني قطر ډېر شمېر فولادي سیخانو کارېدنه ،چې د سیخبندۍ اړینه مساحت (A_s) بشپړکړي، د کړېدنې درزونو د عرض د کمېدنې لپاره ډېر اغېزمن دي . په (17.3) رابطه کې د(A) قیمت په کمېدنې سره، په څرګنده توګه (W_{max}) قیمت کمېږي او په اوسپنیزکانکرېټو کې د درز کمښت په منظمو فاصلود کوچنیو قطرونو لرونکو سیخانو د ځای په ځای کېدنې په پایله کې حاصلېږي(203:14) .

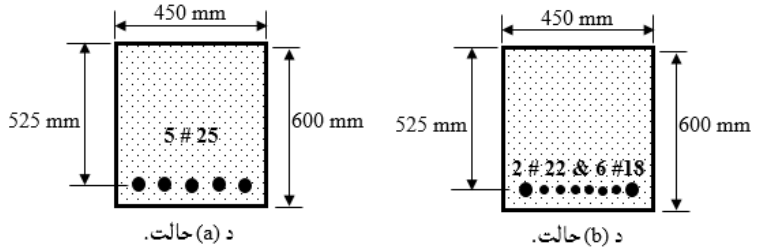
(3.3) جدول (د ACI د کمېټۍ 224 پر بنسټ) دلوڅېدنې دېېلابېلو شرایطو لپاره داعظمي درزونو د عرض سپارښت شوي محدودیتونه د زنګ وهلوپه وړاندې د فولادي سیخانو د خوندیتوب لپاره په پام کې نیول کېږي . سره له دې چې د کانکرېټو درزکېدنې مخه نه نیول کېږي ، خود درز د اعظمي عرض حتی ، داوبو په وړاندې د مقاومو یا استنادي ساختمانونولپاره (د اوبو ضد طبقې او د درز ډکولوپه کارونې) سره یې مخه نیول کېږي . په (3.3) جدول کې قیمتونه د واقعي او نه بدلېدونکومحدوشویو قیمتونو په څېر نه ، بلکې د یوه لارښودي قیمتونو په څېر په پام کې نیول شوي دي . په اوسپنیزوکانکرېټو کې د درز د عرض اټکلول پېچلی کار دی ، ځکه چې د یو لړ ېېلابېلو اغېزولکه د باربدنې موده، د کانکرېټو څکېدنه او انقباض له امله اغېزمن کېږي ، چې د(17.3) رابطې او(3.3) جدول له مخې اټکلېږي(289:6) .

3.3 - جدول: دلوڅېدنې دېېلابېلو شرایطو لپاره د درزونو د عرض سپارښت شوي محدودیتونه (402:5) .

د لوڅېدنې شرایط	د درزونو د عرض سپارښت شوې اعظمي اندازه
وچه هوا	0.4 mm
لمده هوا ، خاوره	0.3 mm
د کنګل ویلې کوونکي کیمیاوي مواد	0.2 mm
د بحراوبه او د بحر اوبو پاشل	0.15 mm
د اوبو په وړاندې مقاوم او استنادي ساختمانونه	0.10 mm

9.3- مثال: په (7.3) مثال کې د ښودل شوي ګاډر لپاره د درز اعظمي عرض محاسبه کړئ او د لوڅېدنې شرایطو د رضایت لپاره د (3.3) جدول پر بنسټ د کششي سیخانو لپاره (f_y = 420 MPa) فرضوو:

(a) (5 N 25) سیخان او (b) (2 N 22) د کنج سیخان او (6 N 18) سیخان د دوو کنجونو تر منځ سیخان په پام کې ونیول شي.



حل:

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\,\beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A};\ \beta_h = 1.2$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 \times 420 = 252 \text{ MPa}$$

$$d_c = 75 \text{ mm};\ A = 2b \times \frac{(h-d)}{\text{number of bars}}$$

د (a) حالت لپاره:

$$A = 2 \times 450 \times (600 - 525)/5 = 13{,}500 \text{ mm}^2$$

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.2 \times 252 \times \sqrt[3]{75 \times 13{,}500} = 0.33\text{mm}$$

د (b) حالت لپاره:

$$A = 2 \times 450 \times (600 - 525)/8 = 8{,}438 \text{ mm}^2$$

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.2 \times 252 \times \sqrt[3]{75 \times 8{,}438} = 0.28\text{mm}$$

10.3- د درز د عرض لپاره د (ACI) کودمقرري یا غوښتنې

(CI Code Provisions for Crack Width)

په اوسپنیزو کانکریټي ساختمانونو کې د درز د عرض د محاسبې د پیچلتیا له امله، د(ACI 318) کود یوازې د ګاډرونو او یولوریزه پوښښ تختود لوڅېدنې څخه په مدافعوي حالت کې واقع وي(W_{max} = 0.4 mm)، ضمانت کوي او د نورو حالتونو لپاره ځانګړې پلټنه یا څېړنه او اټکل اړین دی. د(ACI) کودځانګړې کړې ده، چې د فولادي

سیخانو ترمنځ په اعظمي فاصله کې چې د هغې د پاسه درز شتون وي د درز عرض نه ډېرېږي (441:15).

دارنګه ځانګړتیا د یو لوریزه پوښښو تختو (One-Way Slabs) او د T- ډوله ګاډرونو په طاقچو کې ، چې د منفی کږېدنې مومنټ لاندې واقع وي، ډېر ښه تطبیقېږي ، خود معمولي مستطیلي اود T- ډوله ګاډرونه چې د مثبت مومنټ لاندې واقع وي ، د فولادي سیخانو ترمنځ اعظمي فاصله د لاندېنې فورمول د کوچنۍ فاصلې څخه قبلېږي(216:13):

$$s = \frac{540}{f_s} - 2.5Cc \quad \text{یا} \quad s = 12(\frac{36}{f_s}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(18.3)$$

دلته :

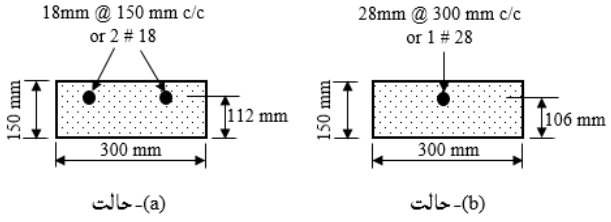
s - په یو ګوني سیخبندي شوي حالت کې اخرنۍ کششي سطحی ته نژدې یا د کششي سطحې دننه برخه کې د کششي انحنایي فولادي سیخانو مرکزونو تر منځ فاصله ده .

f_s- د فولادي سیخانوتشنجات دي، چې د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې مومنټ له امله د کږېدنې درزکېدنې لامل کېږي .

C_c- کششي برخې ته نژدې خالصه محافظوي طبقه ده(401,402:5) .

10.3- مثال: د (5.3) او په (17.3) مثالونو په پام کې نیولوسره دپوښښ تختی لپاره د درز اعظمي عــرض محاسبه کړئ ، که د(ACI) کود د غوښتنې لـــه مخې د درز د عرض لپاره (f_y = 420 MPa) قبلېږي او کششي سیخان په لاندې ډول فرض شوي دي :

(a)- 18 mm @ 150 mm c/c .(b)- 28mm @ 300 mm c/c



(a)- حالت (b)- حالت

حل :

$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5}) \beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A}$

$\beta = 1.35$; $f_s = 0.6 f_y = 0.6 \times 420 = 252$ MPa

$$A = 2b \times \frac{(h-d)}{\text{number of bars}}$$

د(a) حالت لپاره : $d_c = 38$ mm

$A = 2 \times 300 \times (150 - 112)/2 = 11{,}400$ mm^2

$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.35 \times 252 \times \sqrt[3]{38 \times 11{,}400} = 0.28$ mm

د(b) حالت لپاره : $d_c = 44$ mm

$A = 2 \times 300 \times (150 - 106)/2 = 13{,}200$ mm^2

$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.35 \times 252 \times \sqrt[3]{44 \times 13{,}200} = 0.33$ mm

د لوڅېدنې د وچو شرایطو په مطابق د(ACI) کود د غوښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله (s = 300 mm) قبلوو. په پایله کې (28 mm @ 150 mm c/c) فولادي سیخان چې (f_y = 420 MPa) دي په پوښښ تختې کې چې د درز عرض یې (0.28 mm) اټکل شوې دی ، د (ACI) کود د لارښود د لوڅېدنې د وچو شرایطو سره مطابقت کوي.

لـــنډيز

انحنايي اوسپنيزكانكرېټي عناصر د بارونو د اغېزې په وړاندې تحليل او محاسبې په پايله كې دكړېدنې مومنټ ، عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ په وړاندې محكميت حاصلوي . خو د دې محكميت سره سره هم د ګټې اخېستنې پرمهال ښايي له يو لړستونزې سره مخ شي چې پايله يې ويجاړېدنه او تخريب وي . نو له دې امله محكميت د حاصلولو ترڅنګ اړينه ده چې د ګټې اخېستنې وړتيا (Serviceability) هم وارزول شي . دګټې اخېستنې د ارزونې لپاره كړوپېدنه او درزكېدنه اړينې مسئلې دي، چې بايد محاسبه او د (ACI) كود د غوښتنو سره مطابقت وكړي . مطرح شي . داچې په كشش كې د كانكرېټود كمزورتيا له امله د ګټې اخېستنې په شرايطوكې په اوسپنيزكانكرېټي عنصر كې درزونه پيداكېږي او كېداى شي دا درزونه عنصر ته كومه ستونزه هم رامنځته نه كړي ،خوكه د درزونو تر يوه مناسبه بريده كنټرول نه شي ، نوپايله به يې د سيخانو د خوړنې لامل وي . په همدې توګه كه د عناصرو كړوپېدنه تر مناسبه بريده كنټرول نه شي، نوپه عناصرو كې د درزونود رامنځته كېدنې له امله هم ښايي عنصر دويجاړېنې تر بريده ورسېږي او ګټه اخېستونكي ډاډمنتيا احساس نه كړي ، نو له دې امله اړينه بربېنې چې د اوسپنيزوكانكرېټي عناصرو د ګټې اخېستنې څخه مخكې د ګټې اخېستنې وړتياتحليل او محاسبه شي . دعناصرو لپاره دوه ډوله سملاسي او اوږدې مودې كړوپېدنه محاسبه كېږي ،چې پايله يې د (ACI) كود د غوښتن له مخې د عنصر د ارتفاع سره پرتله كېږي ، ترڅو د كړوپېدنې وړتيا او ډاډمنتيا جوته شي .

د ګټې اخېستنې د لاډاډمنتيا لپاره داوسپنيزوكانكرېټي عناصرو د لوڅېدنې په وړاندې د خوندیتوب لپاره د درز عرض محاسبه او د كود دغوښتنو او دلوڅېدنې د شرايطو په پام كې نيولو سره د پرتلنې له مخې يې وړتيا تثبيتېږي . كله چې ساختمان عناصرد محكميت اوګټې اخېستنې وړتياتحليل او محاسبه د (ACI) د غوښتنوپه مطابق وي ، نو ساختمان د هرډول بارونووړاندې په بشپړه وړتيا كاركوي .

پوښتنې

1- داوسښيزوکانکريټي ساختمانونو د ګټې اخېستنې د شرايطو لاندې کومې نيمګړتياوې دهغوې په کاري وړتيا کې مداخله کوي.

2- داوسپنيزکانکريټي مقطع د ګټې اخېستنې تشنجاتو د ارزونې لپاره ولی د فولادي سيخانو مساحت په (n) کې ضربېږي.

3- د انرشيا اغېزمن مومنټ څه ته ويل کېږي.

4- سملاسي او اوږدې مودې کړوپېدنه څه ته ويل کېږي.

5- د اوږدې مودې کړوپېدنې په قيمت کې اغېزمن ضريب څه شی دی.

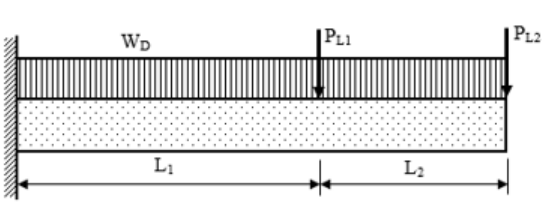
6- په کانکريټو کې د اوږدې مودې کړوپېدنې د کمېدنې لپاره کومې طريقې شته دی، واضح يې کړئ.

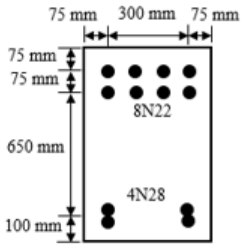
7- داوږدې مودې په کړوپېدنه کې ولی فشاري فولادي سيخانو ته پاملرنه ډېره اغېزمنه ده.

8- په اوسپنيزوکانکريټي ګاډرونو کې د درزونو د محدوديت لپاره کومې ممکنه طريقې شته.

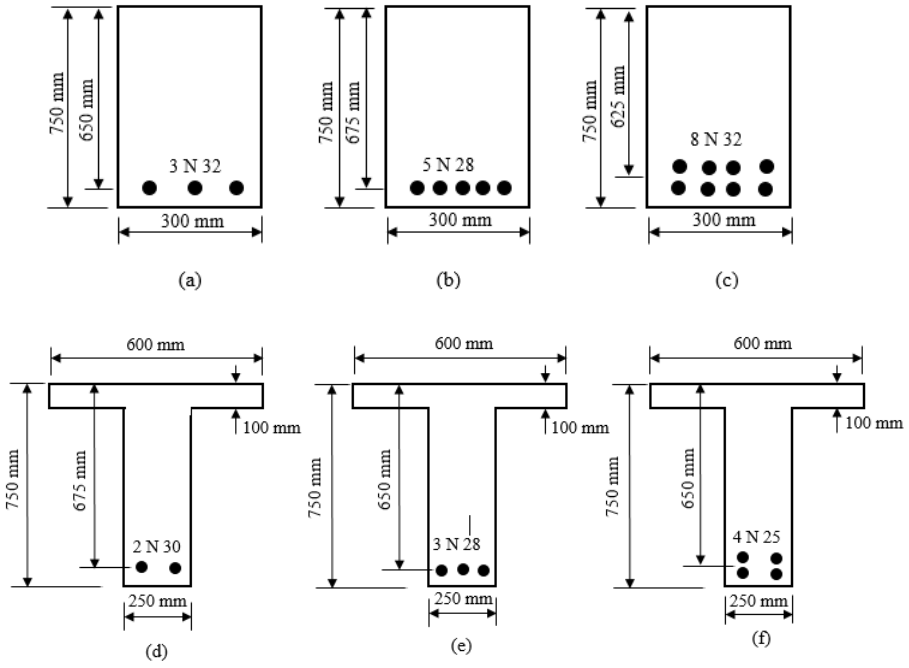
9- په لاندېنې شکل کې دښودل شوې ګاډر لپاره د ورکړل شويو ارقامولە مخې سملاسي او اوږدې مودې کړوپېدنه محاسبه کړئ.

W_D (KN/m)	P_{L1} (KN)	P_{L2} (KN)	L_1 (m)	L_2 (m)	f'_c (MPa)	f_y (MPa)
22	36	45	3.60	2.40	20	420
13	26	17	3.00	1.80	25	420

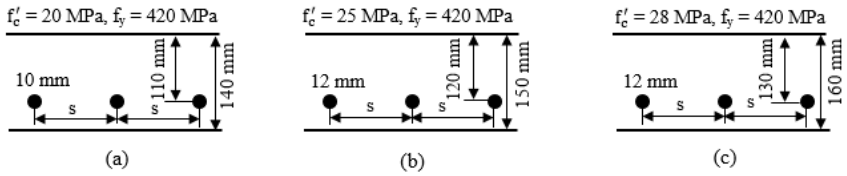




10- دګاډر د لاندېنيو ښودل شويو مقطعو لپاره که (f_y = 420 MPa)، (f'_c = 25 Mpa) او ($f_s = 0.6f_y$) وي ، د درزعرض محاسبه او د (ACI) کود له سپارښتنې سره يې پرتله کړئ .



11- دپوښښ تختې د لاندېنيو ښودل شويو مقطعو لپاره که (f_y = 420 MPa) (f'_c=20Mpa)، او ($f_s = 0.6f_y$) وي ، د درزعرض محاسبه او د (ACI) کود له سپارښتنې سره يې پرتله کړئ .



مـــاخـــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393). طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران. ص ص (349-334).

2- عالمي ،جان اقا. (1386). د اوسپنيزو کانکريټي ساختمانونو ډيزاين . کابل : مستقبل خپرندويه ټولنه -کابل .م م (223-220) .

3- کی نیا امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (620-613) .

4- مستوفی نژاد داود. (1383). سـازه هـای بتن آرمـه جلـد دوم . اصفهان : انتشارات ارکان .ص ص (144-124) .

5- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (400-402).

6- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (261-289).

7- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. P (214).

8- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (305-306).

9- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (157-160).

10- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (151-157).

11- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (124-147).

12- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp (137-153).

13- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (216-226).
14- Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (195-203).
15- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (430-441).

څلورم فصل

داوسپنيزوکانکرېټي ستنو (پايو) محاسبه او تحليل

(Design and Analysis of Reinforced Columns)

1.4- پيليزه

هغه اوسپنيزکانکرېټي عنصريا جز چې دمحوري فشاري قوې يا د محوري قوو ترکيب او کرښدنې مومنټ زغمي، هغې ته فشاري عنصر ويل کېږي ، خو کله چې دفشاري عنصر په اړه بحث کېږي ، نوستنه په ذهن کې مجسمېږي(261:4) .

هغه ستنې چې يوازې دمحوري فشاري قوو لاندې واقع کېږي ډېرې لږې پيداکېږي ، دائکه چې نژدې ټولې ستنې په يوه وخت دمحوري فشاري قوو او کرښدنې مومنټ لاندې واقع کېږي او دا مومنټونه کښدای شي چې د پوښښ تختې ، ګاډراو ستنې د ننښلښدنې او ياهم له محوره دبيروني قوو ،چې په محور د ښې نه ځای په ځای کښدنې او يا د مقطع په سطحې او يا په مسالې کې دبدلون له امله رامنځته شي (1 :408) .

په دې فصل کې لومړی هغه ستنې چې د محوري فشاري قوې لاندې واقع کېږي ،چې د محوري فشاري بارونو داغښزې لاندې ستنې ورته هم ويل کېږي ،تر مطالعې لاندې نيول کېږي . په دويم قدم کې د کوچنيو او لويو مومنټونو او محوري فشاري قوو لاندې ستنې تر مطالعې لاندې نيول کېږي .

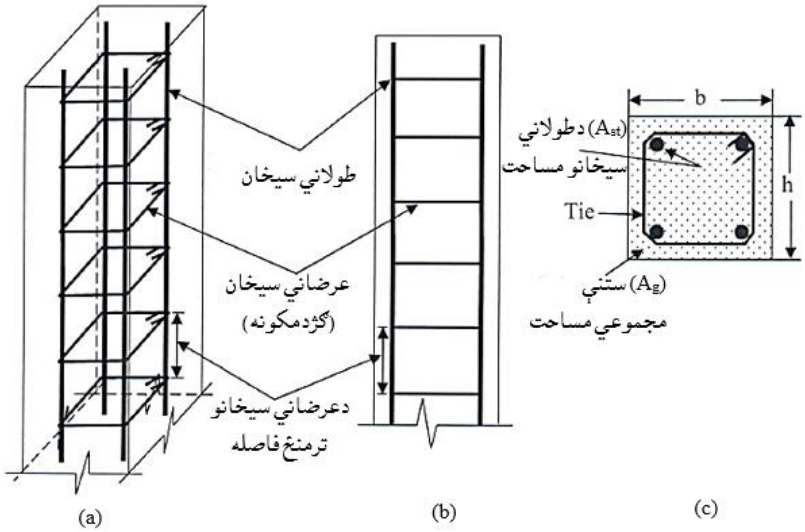
1.4- دستنو ډولونه (Types of Columns)

يوه بې سيخه ستنه به دومره منځنی فشاري ظرفيت ولري چې دکانکرېټي مقطع په فشاري ظرفيت کې وي ، خو دکرښدنې ظرفيت به يې ډېرلږ ولري، داځکه چې په مقطع کې داندکه کشش د رامنځته کېدنې سره کانکرېټ درزکېږي ،د همدې دليل له مخې کانکرېټي ستنې د طولاني فولادي سيخانو په واسطه سيخبندي کېږي . طولاني فولادي سيخان هم دفشار ديوې برخې د زغم له امله د مقطع فشاري ظرفيت او هم په ستنه کې د کشش د رامنځته کېدنې له امله کرښدنې پر وړاندې د کانکرېټي ستنې مقاومت لوړوي . په مناسبو فاصلو سره په اړخونوکې دسيخانوپه واسطه دطولاني فولادي سيخانو محاط کېدنه دستنودزغم او بارورنې ظرفيت د دوودليلونو له مخې نورهم لوړوي : لومړی داچې دفشاري بار لاندې دطولاني فولادي سيخانود کرښدنې ظرفيت محدودېږي او دويم داچې فشاري بار نه يوازې د فشاري کرښدنې له امله ستنه لنډوي ، بلکې د پواسون له اغېزې په ستنو کې عرضاني کرښدنه هم رامنځته کوي ، چې د دې له امله ستنې پرسېږي اوداسيخان يې مخنيوی کوی . که د طولاني فولادي سيخانو لپاره دګڼدمکونواويا فنرونو په ځېردعرضي سيخانو په مناسبو فاصلومحاط کېدنه تر سره شوې وي،نو دستنو په فشاري مقاومت کې د طولاني سيخانو د کرښدنې او د ستنې د اړخيزې پرسښدنې څخه د مخنيوي په دليل د پام وړ ډېرښدنه رامنځته کېږي (429:5).

الف - اوسپنيزې کانکرېټي ستنې دسيخبندی د ډول له مخې په درېيو ډلو ويشل کېږي:

1- تړلې ستنې (Tied Columns): هغه ستنې چې د (ACI 318)کود د لارښوونې له مخې د طولاني فولادي سيخانوګرد چاپيره دګڼدمکونوپه واسطه تړل شوې وي، چې د ستنو په اوږدوپه مناسبو فاصلو کې په پام کې نيول کېږي . د دې تړونکو يا ګڼدمکونو(Ties) تر منځ فاصله دکود د غوښتنوپه پام کې نيولو سره د پايو په اوږدو کې ثابته او عرضاني مقطع يې مستطيلي ، مربعي او يا دايروي شکله وي(298:8) .

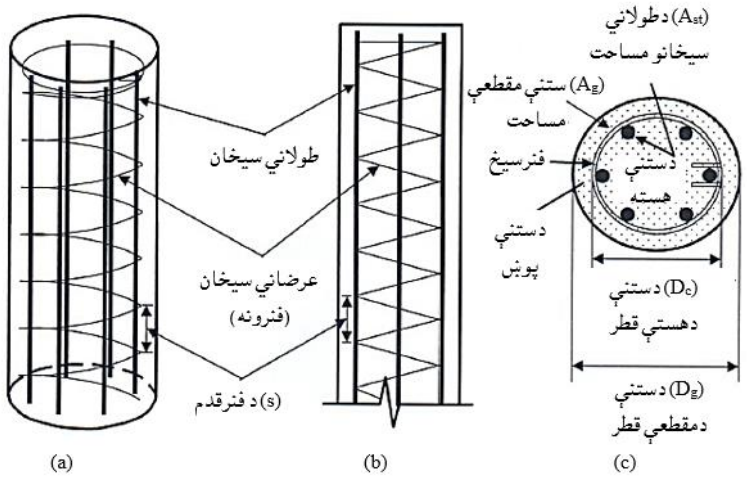
عرضي سيخان لومړی دګڼدمکونوپه څېر کارکوي او طولاني فولادي سيخان د کانکرېټو اچولو په مهال په خپل موقعيت کې ساتي او دقالب سره يې له تماسه مخنيوی کوي او دويم دطولاني سيخانو دازاد اوږدوالي په لنډېدنې سره دهغې دلوړفشارله امله کږېدنې څخه مخنيوی کوي او دستنې مقاومت لوړوي . همداراز عرضي سيخان دټرلوګڼدمکونو په څېر په ستنه کې د احتمالي عرضاني قوې په وړاندې مقاومت کوي ، سره له دې چې په ستنو کې د عمودي بارونو له امله دپام وړعرضاني قوې نه رامنځته کېږي او غالباً دکانکرېټو مقطع د عرضاني قوې پر وړاندې مقاومه وي (429:5) .



1.4- شکل: ټرلې ستنه. (a) دستنې (3D) نما ،(b) دستنې اړخيزه نما ،(c) دستنې عرضي مقطع (298:8).

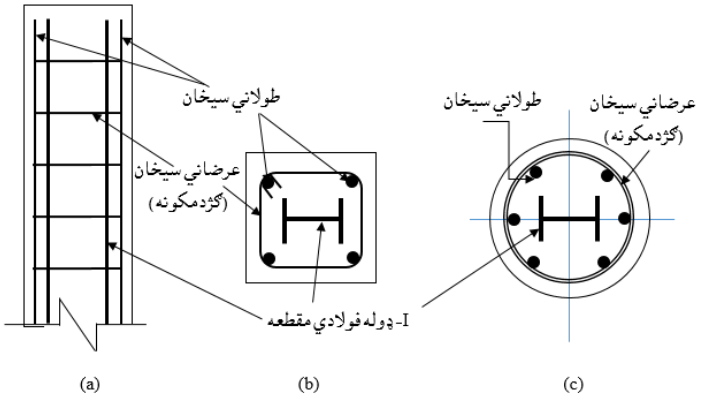
2- فنر ډوله ستنې (Spiral Columns) : په دې ډول ستنوکې عرضاني سيخان د هستې د محکمېدنې لپاره د دايروي فنري سيخانو په څېردطولاني فولادي سيخانو ګردچاپېره پيچل کېږي ، چې له امله يې دمحوري فشار لاندې پايې د شکل بدلون او دهستې مقاومت لوړېږي . داډول محصورکېدنه يوه غيرفعال محصورکېدنه ده چې يوازې دد فشاري بار په ډېرېدنې سره څرګندېږي . دفنر ډوله سيخانو قدم (Pitch) هغه فاصله ده ،چې فنر ډوله سيخان د ستنې له هستې څخه د تاوښت تر منځ واقع کېږي . د ستنې هسته د پايې دننني برخه ده ،چې د فنر ډوله سيخانود بيروني سطحې په واسطه سره نښلي،کله

چې د ستنې قشر د پايې بيروني برخه وي ، نو د فنر ډوله سيخانود بيرونۍ سطحې څخه اخوا هم هسته واقع کېږي ،چې مقطع دايروي شکل لري(431:5).



2.4- شکل: د فنري ډوله ستنې. (a) دستنې (3D) نما، (b) دستنې اړخيزه نما ، (c) دستنې عرضي مقطع (299:8).

3- مرکبې ستنې (Composit Columns) : په دې ډول ستنو کې دکانکرېټو ، فولادي طولاني او عرضاني سيخانو سربېره فلزي (منځ خالي،نل ډوله او قطې ډوله اوياI- ډوله) مقطع هم په پام کې نيول کېږي (262:4).



3.4- شکل: د مرکبه ستنه. (a) دستنې اړخيزه نما ، (b) دستنې مربعي مقطع ، (c) دستنې دايروي مقطع (322:15) .

ب - اوسپنيزې کانکرېټي ستنې د باربدنې له مخې په درېيوډلو وېشل کېږي :
1- محوري فشاري ستنې: دا ډول ستنې ډېرې کمې پيداکېږي او بارونه يې کانکرېټ زغمي. داډول ستنې په لوړپوړيـــزو ودانيو کې دپوښښ له ټولو لورو څخه متناظر بارونه اخلي.
2- غيرمحوري فشاري ستنې: دا ډول ستنې په اړخونو کې واقع وي اودګاډرسره سخت اتصال لري ،چې د پوښښ بارونه په غيرمتناظره توګه زغمي.
3- دوه لـــوريزه غيرمحـــوري فشاري ستنې: دا ډول ستنې په کنـــجونو کې واقع وي او دګاډرونو سره سخت اتصال لـــري ، چې د دولـــو لـــورو څخه غيرمتناطره بارونه زغمي (322, 323: 15) .
ج - اوسپنيزکانکرېټي ستنې د تحليل ، طرحې او محاسبې د ساده کولو لپاره په لاندې ډول درېو کټګورېو وېشل کېږي :
1- پيډيستل (Pedestals) او لنډې (Short) يا متراکمې (Compact) ستنې : هغه ستنې چې د محوري فشاري بارلاندې واقع وي اوارتفاع يې د مقطع د لنډې ضلعې له درې برابره (درې چنده) څخه کوچنۍ وي پيډيستل ستنې يعنې هغه ستنې چې په هغې کې د سيخانو اچولو ته اړتيا نه وي ، ويل کېږي . د (ACI) کود د لارښوونې له مخې د($0.85\phi f'_c$) محاسبوي اعظمي فشاري تشنج سره بې له سيخانوکانکرېټو په پام کې نيولو سره نيول کېږي ، چې دلته ($\phi = 0.65$) قبلېږي . په دې ډول ستنو کې($0.85\phi f'_c A_g$) بايد له وارده يا عامل بارڅخه لوی او مساوي وي ، خو که عامل يا وارده بار له ($0.85\phi f'_c A_g$) ډېرېږي ، نو اړينه ده چې مقطع لويه شي او يا هم په ستنه کې سيخان په پام کې ونيول شي (257:11) .

هغه ستنې چې دمتمرکز محوري بار لاندې واقع شوې وي ، خو په طرحه اومحاسبه کې د عمومي لمش يا لچ (Buckling) اغېزه د کمښت له امله په پام کې نه نيول کېږي، لنډې يا متراکمې ستنې نومېږي .

2- لنډې (Short) یا متراکمې (Compact) ستنې چې د متمرکز محوري فشاري قوو او د کږېدنې مومنټ لاندې واقع شوې وي ، خو د دې ډول ستنو په طرحه اومحاسبه کې د لمش یا لچ اغېزه په پام کې نه نیول کېږي.

3- اوږدې ستنې (Slender columns) : د دې ډول ستنو د محاسبې او تحلیل ډېره برخه د لمش یا لچ اغېزه تشکیلوي ، په دې ډول پایو کې سربېره پر متمرکز محوري فشاري قوې او د کږېدنې مومنټ څخه د لمش یا لچ اغېزه هم په تحلیل اوهم محاسبه کې په پام کې نیول کېږي.

د ستنو په سیخبندۍ کې دوه ډوله طولاني سیخان (Longitudinal Reinforcement) او په متقابل لوری ځای په ځای کېدونکي سیخان(Transverse Reinforcement) ځای په ځای کېږي . طولاني فولادي سیخان د ستنو له محور سره موازي د لاندېنیو موخو لپاره ځای په ځای کېږي :

الف - د محوري بارونو د زغملو او د بارورلود ظرفیت لورولو لپاره .

ب - دممکنه تصادفي عن المرکزیت د پېښېدنې په حالت کې د کششي تشنجاتو په وړاندې دمقاوم کېدنې لپاره .

ج - د پایو د هستې د حد یابرید(د پایې د عرضي مقطع دننۍ برخه) دبرابرولو لپاره . په متقابل لوري سیخبندي کېدونکي فولادي سیخان د ستنو د محور سره عمود یا په متقاطع ډول ځای په ځای کېږي،چې د پایې په اوږدو کې دځای په ځای کېدونکي فولادي سیخانو سره دچنګک کېدنې، تړلو (Tie) او افقي کلکېدنې لپاره کارېږي او د محوري فشاري بار لاندې یې له لمش یا لچ څخه مخنیوی کوي (276,277:2).

3.4- د ستنو محوري فشاري ظرفیت

(Columns Axial Compression Capacity)

د (ACI 318) کود پربنسټ د ستنې محوري فشاري ظرفیت د لاندېني فورمول په واسطه محاسبه کېږي :

$$\phi P_n = \phi\alpha[0.85f'_c\,(A_g - A_{st}) + A_{st}f_y] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.4)$$

دلته :

ϕ- د متمرکز فشاري بار لاندې ستنو لپاره د ظرفیت کموونکی ضریب دی ،چې د ټرلې ستنو لپاره ($\phi = 0.65$) او د فنر ډوله ستنو لپاره ($\phi = 0.70$) قبلېږي .

P_n- د پایو د محوري نومینالي فشاري قوې ظرفیت دی .

α- د اصغري عن المرکزیت ظرفیت کموونکی ضریب دی ،چې دټرلو ستنو لپاره (0.80) او د فنر ډوله پایو لپاره (0.85) قبلېږي .

A_g- د ستنې د ټولي عرضي مقطع مساحت دی.

A_{st}- د پایې دطولاني فولادي سیخانو مساحت دی (258,259:3).

4.4- د محوري فشاري ستنو د ظرفیت په هکله بحث

(Discussion of Columns Axial Compression Capacity)

د (1.4- رابطه) کې لاندېنۍ فرضیې په پام کې نیول کېږي :

1- د کانکرېټو په نهایي شرایطو کې منځني فشاري تشنجات ($0.85f'_c$) فرضېږي .

2- په نهایي شرایطو کې دطولاني فولادي سیخانو فشاري تشنجات (f_y) فرضېږي.

سربېره پردې د (ACI 318) کود د ستنوپه تحلیل لپاره لاندېنۍ فرضیې کې کاروي :

الف - د کانکرېټود فشاري ماتېدنې نسبتي اوږدېدنې (0.003) ته په ورسېدنې سره نهایي (د ویجاړېدنې یا تخریبې) شرایط فرضېږي .

ب - د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ د ننبلېدنې دپای‌بښت لپاره د طولاني سیخانو اود نژدې کانکرېټو نسبتي اوږدېدنه (Strain) سره مساوي فرضېږي .

ج - په کشش کې کانکرېټو مقاومت له صفر سره مساوي فرضېږي .

د - د شکل د بدلون څخه مخکې اوو روسته مقطع هواره او مسطحه فرضېږي .

پورتنۍ فرضیې په هغه پایو کې په پام کې نیول کېږي چې د محوري فشاري بارېدنې څخه سربېره د کږېدنې مومنټ هم زغمي(4:268-266) .

دپورتنیوفرضیو سره سره د (ACI 318) کود د ستنود خواصو لپاره لاندېنۍ ځانګړې فرضونې هم په پام کې نیسي :

الف - متقابل سیخان (ګڼدمکونه یا فنرونه) د کود د لارښوونې او مقرري له مخې طرحه اومحاسبه کـېږي ، چې د فشاري باربـدنې لاندې طـولاني سیخـان له لمش یا لـچ څخه ساتي .

ب - په پایو کې چې کله کانکرېټو د ویجاړېدنې یا تخریب حالت تابع شي په ناوړه توګه له منځه ځي. نو له همدې امله په تړلو ستنو کې ویجاړېدنه د کانکرېټو د ماتېدنې څخه پیلېږي،چې د کانکرېټود محافظوي طبقې په تعقیب د طولاني سیخانو د لمش یا لچ په واسطه د کانکرېټو د هستې چټکه ماتېدنې پېښېږي . په پرتلیزه توګه په فنر ډوله ستنو کې هسته او فنري سیخان کولی شي ،چې ډېر بار ترهغې په غاړه واخلي ، چې د قشرپه ټوټه کېدنې منتج شي او فولادي سیخان د کانکرېټو د ماتېدنې څخه مخکې تسلیمېدنې تر بریده ورسېږي. سره له دې چې کانکرېټ په ماتېدنه کې په نسبتي اوږدېدنې (0.003) ، د فولادي سیخانوپه (f_y = 420 MPa) د تسلـیمېدنې کې د نسبتي اوږدېـدنه (ε_y = 0.00209) ډېرکوچنی قیمت دی . خودا چې په ستنو کې په تدریجي توګه ویجاړېدنه د کرېدنې ویجاړېدنې په پرتله په پام کې نه نیول کېږي ، نو د (ACI) کود کششي نسبتي اوږدېدنه د ($\geq$ 0.005) سپارښتنه کوي . سربېره پر دې پایې د ساختماني عناصرو څخه ډېر ارزښتناکه عنصر دی چې د ګاډرونو ، د پوښښ تختواو د ودانۍ د نورو برخوډېری ویجاړېدنه او له منځه تلنه د ستنو دزغم او تکیه کېدنې د ویجاړېدنې له امله پېښېږي . نوله دې امله د(ACI 318) کود د تړلو پایو لپاره د ظرفیت د کمېدنې ضریب (ϕ = 0.65) او د د فـنر ډولـه پایو لپاره د ظرفیت د کمېدنې ضریب (ϕ = 0.70) ځانګړې کړې دی ، ترڅو خوندي طرحه او محاسبه تر لاسه شي(21:9).

ج - د (ACI)کودله مخې د ستنو د تفصیل او د جوړښت د نیمګړتیاوو له امله د عن المرکزیت شتون فرضېږي . په ستنو کې د لمش یا لچ د شتون د امکان له امله د بار د عن المرکزیت اندازه کېدی شي ډېره شي، چې له امله یې د ټولو ستنو طرحه اومحاسبه د اصغري ذاتي یا اصلي عن المرکزیت لپاره سرته رسېږي . چې د تړلو ستنو لپاره (د پایې د عرضاني مقطع ابعاد 0.10 x) او د فنر ډوله ستنو لپاره (د پایې د عرضاني مقطع ابعاد

x 0.05، ځانګړې شوی دی او په (1.4) رابطه کې (α) د تصادفی عن المرکزیت لپاره د کمښدونکي ضریب په څېر کارېږي . دا ضریب د دې لپاره په پام کې نیول کېږي ،چې د فنر ډوله ستنو د ټیټ ذاتي یا اصلي عن المرکزیت په شتون کې د ټرلو ستنو د (α) د لوړ قیمت په پرتله کیفیت لوړېږي . د ټرلو ستنو د عرضاني مقطع اندازې او ابعاد په (b) او(h) او د فنر ډوله ستنو د عرضاني مقطع اندازې او ابعاد په (D_g) ښودل کېږي ،چې په (1.4) او(2.4) شکلونو کې ښودل شوي دي (8:301-297).

5.4- د ستنو لپاره د (ACI)کود غوښتنې

(ACI Code Provisions for Columns)

الف - د ستنو د سیخبندۍ نسبت (Column Reinforcement Ratio) :د ستنو سیخبندي د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} \quad \text{.....(2.4)}$$

دلته :

- ρ_g - د ستنې د سیخبندۍ نسبت ، A_{st} - په پایه کې د طولاني سیخانو مساحت او
- A_g - د ستنې د عرضاني مقطع مجموعي مساحت دی .

د (ACI)کودد غوښتنو له مخې دپایې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ_g) له (1%) څخه تر (8%) پورې نیول کېږي او په کمو زلزله یي سیمو کې یې اندازه تر (5%) سلنې ته په کمښدنې سره هم د قناعت وړ ده . د ستنو لپاره د سیخبندۍ نسبت له (1%) څخه تر(4%) پورې اوکه له (4%) څخه ډېره شي ، نو د ستنې په جوړښت کې د سیخانو د تراکم له امله ستونزي رامنځته کېږي . خوپه عمومي توګه په محاسبو کې له (2%) او(3%) تر منځ قبلېږي . سر ببره پر دې د (ACI)کود د غوښتنو له مخې د طولاني فولادي سیخانو تر منځ خالصه فاصله باید له ($1.5d_b$) چې (d_b) د طولاني سیخانو قطر دی، (38 mm) او یا هم دلوی ډکوونکود اعظمي قطرله (4/3، برخې څخه لږه نه شي (6:158) .

ب - د طولاني فولادي سيخانو اصغري شمېر:

1.4- جدول: د (ACI)کود په ستنوکې د طولاني فولادي سيخانو اصغري شمېر(301:8) .

د ستنې د عرضاني مقطع شکل	د طولاني سيخانو اصغري شمېر
مثلثي	3
مستطيلي	4
دايروي	6

1.5.4- دټرلو ستنو لپاره د کود غوښتنې

(Code Provision for Tied Columns)

د (ACI) کود د ټرلو ستنو لپاره لاندې مقررې وړاندې کوي :

الف - د ګڼدمکونو قطر او ترمنځ فاصله : د ګڼدمکونو قطر دلاندې جدول په څېر په پام کې نيول کېږي :

2.4- جدول: د ګڼدمکونود قطر د طولاني سيخانو د قطر اړيکې (302:8).

د طولاني سيخانو اصغري کچه	د ګڼدمکونود سيخانو کچه
$\leq$ (32 mm)	(10 mm)
$\geq$ (36 mm)	(12 mm)

د هغو ستنو لپاره ،چې په هغې کې طولاني سيخان د بنډل په ډول ځای په ځای کېږي ، د ګڼدمکونولپاره (12 mm) سيخان کارېږي .

د کود له غوښتنې سره سم د ګڼدمکونو تر منځ فاصله (s) په لاندې ډول قبلېږي :

$s_1 = 16 \times$ Longitudinal bar diameter (د طولاني سيخ قطر)

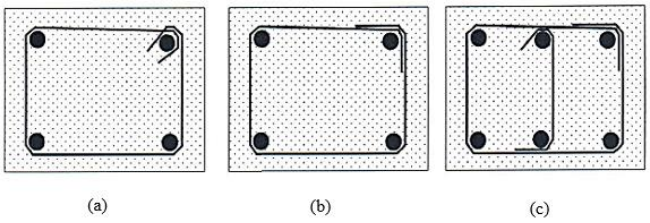
$s_{max} \leq s_2 = 48 \times$ Tie bar diameter (د ګڼدمک سيخ قطر)

s_3 = Least dimension of column cross-section (دپايې مقطع کوچنۍ اندازه)

له پورتنيو (s_1, s_2) او (s_3) قيمتونو له محاسبې څخه وروسته د پايو د مناسب جوړښت لپاره کوچنی قيمت غوره کېږي . د ستنې په پاسنۍ برخه کې ، لوړ ګڼدمک ، په ګاډرونو يا پوښښ تختو کې د افقي فولادي سيخانو څخه لاندې له ($\frac{s}{2}$) اود ستنې

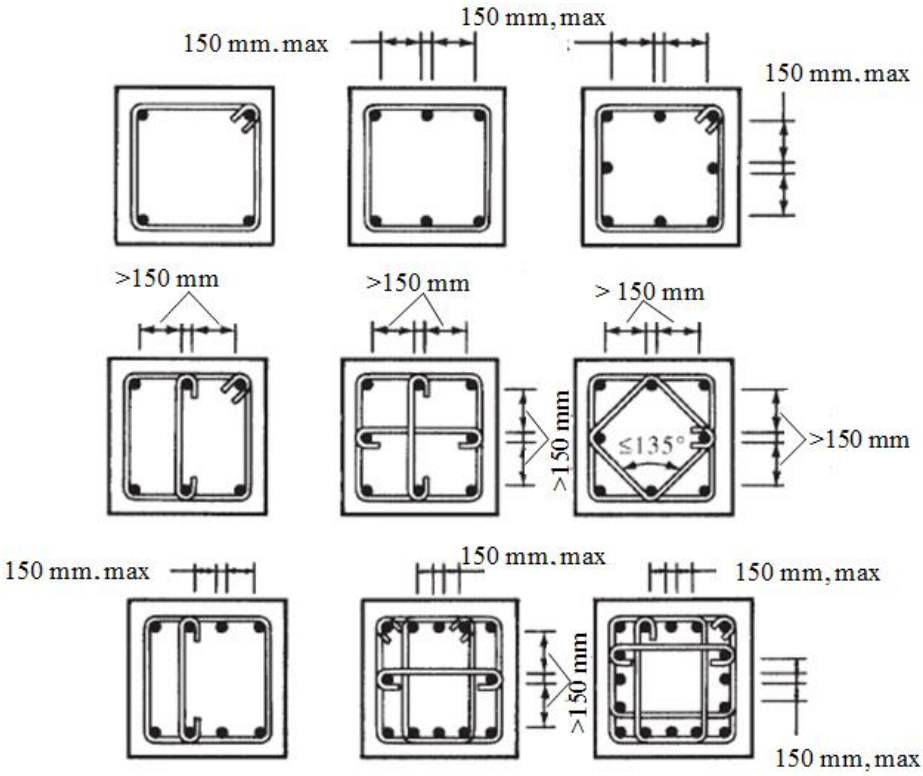
ښکتنی ګڼدمک د تهداب ،ګاډرونو یا پوښښ تختو څخه پورته له ($\frac{s}{2}$) فاصلو څخه لیرې ځای په ځای نه شي .

ب - د ګڼدمکونو هندسي شکل اودهغې ځای په ځای کېدنه : د ګڼدمکونو د سیخانو قطر، چې له طولاني سیخانو څخه تاوېږي، باید د (ACI)کود د معیارمطابق وي . دګڼدمکونو هر سیخ باید د طولا نی سیخانو ګرد چاپېره چنګکېدنې (په دواړو لورو) سره محدود شي . دا چنګکونه کېدای شي ،چې د(4.4 - شکل) په څېر (135°) یا(90°) درجې وي .



4.4- شکل: دستنې په مقطعوکې د ګڼدمکونو ځای په ځای کول. (a) 135° قات شوی ګڼدمک، (b) 135° قات شوی ګڼدمک ، (c) د 135° او 90° قات شوی ګڼدمکونو سره علاوه شوی ګڼدمک (302:8).

دستنې په مقطع کې ځای په ځای کېدونکي سیخان د دواړو لورو ترمنځ خالصه فاصله باید له (150 mm) څخه ډېره نه شي . په لاندې (5.4- شکل) کې د (ACI)کود د غوښتنې سره سم د پایـو په مقطعـو کې دګـڼدمکونو ځـای په ځـای کېدنه نښودل شوې ده (81:7).



5.4- شکل: د ستنې په مقطع کې د ګڼډمکونو سره د ځای په ځای کول (265:14).

2.5.4- د فنر ډوله ستنو لپاره د کود غوښتنې

(Code Provision for Spiral Columns)

د (ACI) کود د فنرډوله ستنو لپاره لاندې غوښتنې لري :

الف - د فنر قطر او ترمنځ فاصله دلاندې نیو ځانګړتیاوو له مخې په پام کې نیول کېږي :

1- د فنرد سیخ قطر باید له (10 mm) څخه کوچنی نه شي.

2- د فنر سیخ ولونه (Loops) باید له (25 mm) کوچنی او له (75 mm) څخه لوی نه شي.

3- د فنر دسیخ تاوېدنه باید د پایې له هر وروستني تاوېدوڅخه د یونیم اضافي تاوېدنې په فاصله په پام کې داسې ونیول شي ، چې د پوښښ تختې ، ګاډر او تهداب د سیخانو د قدم یا ترمنځ فاصلې سره مساوي وي.

4- د رخې لرونکو فنري سیخانو لپاره د غبرګ پیوند اوږدوالی باید له (300 mm) ملي مترو یا ($48d_b$) څخه لږ نه شي (d_b - د فنر د سیخ قطر دی) ، خو له دې څخه ډېریدلی شي.

که د فنر لپاره (10 mm) قطر لرونکی سیخ وکاربړي، نو د فنر سیخ فاصله یا قدم (s) بایدله (35 mm) کوچنۍ اوله(85 mm) ډېر نه شي او که د فنر لپاره (12 mm) قطر لرونکی سیخ وکاربړي ، نو بایدله (38mm) کوچنۍ اوله (88 mm) ډېره نه شي . د دې لپاره چې د ستنې په اوږدو کې د فنر دسیخانو او د فنر د سیخ د فاصلې یا قدم (s) په اړه ډاډمن شو ، بهتره ده چې فاصله ورکوونکي (Spacers) وکاربړي .

که د فنرډوله پایو لپاره ښویي یا پوښل شوي فولادي سیخان وکاربړي ، نود غبرګ پیوندا وږدوالی یې باید له (300 mm) یا ($72d_b$) څخه کوچنی نه شي .

ب - دفنرډوله ستنو د سیخبندۍ نسبت : دفنري پایو د سیخبندۍ نسبت (ρ_s) دکود په واسطه په لاندې ډول ځانګړی شوی دی:

$$\rho_s = \frac{\pi(D_c - d_b)a_s}{s(\frac{\pi D_c^2}{4})} \quad \ldots\ldots\ldots\

اوسپنیزوکانکـــرېټي عناصـــرو او ساختمانونو لـــپاره د دارنګه کارکولوسپارښتنه کېږي (161:6) .

د فنړۍوله ستنو د ویجاړېدنې سناریو په لاندې ډول توضیح کېږي :

1- ستنه په (0.003) فشاري نسبتي اوږدېدنې ته په رسېدنې منتج کېږي ،چې په دې منځني فشاري نسبتي اوږدېدنې سره په کانکرېټو کې فشاري تشنجات ($0.85f'_c$) او په طولاني فولادي سیخانو کې تشنجات (f_y)وي .

2- د بار په ډېرېدنې سره په ستنه کې نسبتي اوږدېدنه ډېرېږي ، نو له دې امله د پایو د قشر (د ستنې دمقطع د فنري سیخانو له بیرون څخه اخوا ، د پایې بیروني برخې) د نه محدودیت (د چاپېرېدنې) له امله ټوټه (درز) کېږي .

3- که بار او تشنج په پرله پسې توګه په ستنو کې مخ په ډېریدنې وي ، نو هسته به یې په پرله پسې توګه خپل شکل بدلوي او د اضافه کېدونکي بار پر وړاندې به مقاومت کوي، چې همدا د فنر د محدودیتونو (د چاپېرېدنې) بشپړه نظریه ده. د محدودیتونو(د چاپېرېدنې) په پایله کې په کانکرېټوکې محدودېدنې(د چاپېرېدنې) د فشارله امله مقاومت څلور ځلې ډېرېږي او سربېره پردې بارېدنه فنري سیخان تسلیمېدنې ته رهنمایي کوي .

4- د فنري سیخانو تسلیمېدنې په پایله کې دستنې د هستې محدودیت (د چاپېرېدنې) راکمېږي او هسته یې د ماتېدنې سره مخ کېږي.

د فنړۍوله پایو شکل نیونه (نرمېدنه) او یا تدریجي ویجاړېدنه د فنري سیخانو د تسلیمېدنې له لارې په کانکرېټو کې د ماتېدنې څخه مخکې لکه د کږېدنې او عرضاني قوو په څېر بشپړېږي . د تدریجي ویجاړېدنې د رامنځته کېدنې لپاره د فنري سیخانو اغېزه تر هغه باید لوړه شي ،تر څو چې د ستنې د هستې قشرپه پایې کې د فشاري بار له امله د ټوټه (درز) کېدنې په وړاندې مقاومت لوړ شي . دا احتیاط د دې لپاره اړین دی ، چې فنري سیخان د کانکـــرېټو د ویجاړېـــدنې او تخـــرېبېدنې څخه مخکـــې ډېره لویه تسلیمېدنه زغمي ، نوله دې امله اړینه ده چې د تدریجي ویجاړېدنې یا تخرېبېدنې

سناریو پر وړاندې لاس بری شي . پرته له دې غوښتنې څخه د فنري ستنې خواص په درېو ې مرحلو(د فنرو په تسلیمېدنه) کې لنډېږي ، نوله دې امله باید اجازه ورنه کړل شي چې تدریجي ویجاړېدنه یا تخریبېدنه رامنځته شي. د (ACI 318)کود پر بنسټ دفنر ډوله ستنو اصغري سیخبندی نسبت په لاندې ډول ځانګړی شوی دی :

$$\rho_{min} = 0.45\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right).\frac{f'_c}{f_y} \quad \text{.....(7.4)}$$

دلته :

ρ_{min}- د کود د غوښتنې له مخې دفنري پایو د سیخبندی اصغري نسبت دی .

A_g- دفنري پایو د عرضاني مقطع مجموعي مساحت دی .

A_c- د پایې د هستې مسا حت دی .

f'_c- د کانکرېټو محاسبوي فشاري مقاومت دی .

f_y- د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی .

د فنري سیخبندی د سیخانو د اغېزمنتیا لپاره لاندې رابطه ځانګړې کېږي :

$$(4\frac{a_s f_y}{D_c s}).(\frac{\pi D_c^2}{4}) \geq 0.85\, f'_c\, (A_g - A_c)$$

په پورتنی رابطه کې له (6.4) رابطې څخه د(ρ_s) قیمت په عوض کولو سره لیکو چې :

$$\frac{2P_s \pi D_c^2}{4} \geq 0.85\, f'_c \text{ x } (A_g - A_c)$$

څرنګه چې ($A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$) کېږي ، نو لیکلی شو چې :

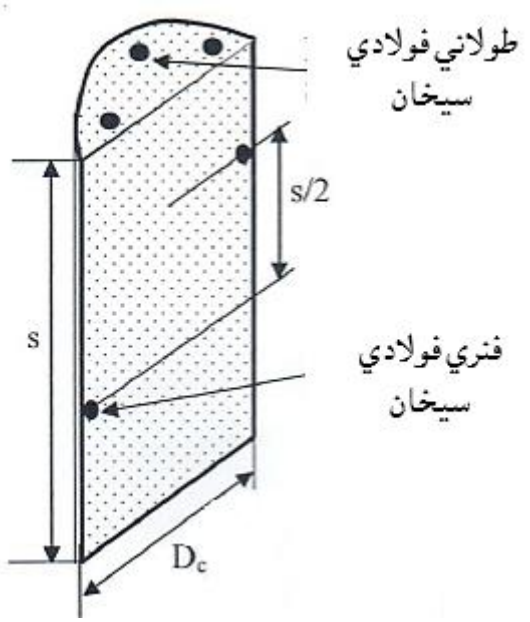
$$\frac{P_s \pi D_c^2}{4} \geq 0.425\, f'_c \text{ x } (A_g / A_c\text{-}1) \quad \text{یا} \quad \rho_{min} = 0.45\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right).\frac{f'_c}{f_y}$$

نو د فنرډوله پایې د قدم د پیداکولو لپاره له لاندې رابطې څخه ګټه اخېستل کېږي :

$$s = \frac{8a_s f_y}{f'_c D_c(\frac{A_g}{A_c} - 1)} \quad \text{.....(8.4)}$$

(6.4- شکل) کېدی شي ،چې د فنري سیخانو محدویتونو(د چاپېرېدنې) فشار په پیداکولو کې مرسته وکړی . دا شکل د فنرډوله پایو د طولاني مقطع دیاګرام ښیي ، په

دې دیاګرام کې د فنر په قدم کې د پایو د هستې مساحت ($s \cdot D_c$) ، د فنر په قدم (s)کې د کانکرېټو په هسته کې د فنري سیخانو پرېکول په دوو موقعیتونو کې ښودل شوي دي . پس ، فنري سیخان په تسلیمېدنه کې د کانکرېټوتر کود پورې د محدودیت (چاپېرېدنې) د فشار لامل ($\frac{a_s f_y}{sD_c}$)کېږي (304-306:8) .



6.4- شکل: د فنري سیخانود فشاري محدودېدنې (چاپېرېدنې) څرنګوالی (306:8) .

3.5.4- په زلزله یي سیمو کې دستنو لپاره دسیخانو په اړه د کود غوښتنې

دزلزلې پېښېدنې اوپه ځانګړې توګه د اتصال یا نښلېدنې په ساحه کې د ستنو د نښې کارېدنې لپاره د (ACI) کودټینګار کوي چې په زلزله یي سیموکې دټولو هغو غوښتنواو محدودیتونو سره سره لاندېنۍ ځانګړې غوښتنې باید په پام کې ونیول شي :

1- په ستنو کې دسیخبندۍ نسبت باید له (6%) څخه ډېر اوله (1%) سلنې څخه لږ نه شي.

2- عرضاني فولادي سیخان (فنرډوله یا ګڼدمکونه)د پایې په اوږدو کې له دوو انجامونوڅخه د (ℓ_o) په فاصلې سره مشخصېږي ،چې په دې فاصله کې یې تر منځ فاصله نژدې په پام کې نیول کېږي اود (ℓ_o) فاصله د لاندېنۍ رابطې په واسطه ټاکل کېږي :

$$\ell_o = \max \{h, \ell_n/6, 450 \text{ mm}\} \quad \text{.....} \quad (9.4)$$

په پورتنۍ رابطه کې (h) د فشاري عنصر بشپړه ارتفاع ده او (ℓ_n) دفشاري عنصر ازاده يا محاسبوي ارتفاع ده .

3- د(ℓ_o) په فاصله کې د فنړۍ له عرضاني سيخانو حجم د(7.4- رابطې) سربېره د لاندېنۍ اندازې څخه بايد لږ نه شي :

$$\rho_s = 0.12 \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (10.4)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (f_{yh}) په تسليمېدنه کې د عرضاني سيخانو د مقاومت مشخصه ده .

4- د(s) په فاصله کې دستنې د مقطع په هستې عمود عرضاني سيخانو مجموعي مساحت (A_{sh}) د(ℓ_o) په فاصله کې بايد د لاندېنۍ اندازې څخه لږنه شي :

$$A_{sh} = 0.3sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right) \geq 0.09sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (11.4)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (h_c) د ستنې د هستې د مقطع اندازه ده،چې دهستې له مرکزه دمحصورونکو فولادي سيخانو تر مرکزه حسابېږي او (A_c) د هستې دمقطع مساحت دی.

5- د (ℓ_o) په فاصله کې د عرضاني سيخانو تر منځ فاصله بايد د لاندېنۍ رابطې له اندازې څخه ډېره نه شي:

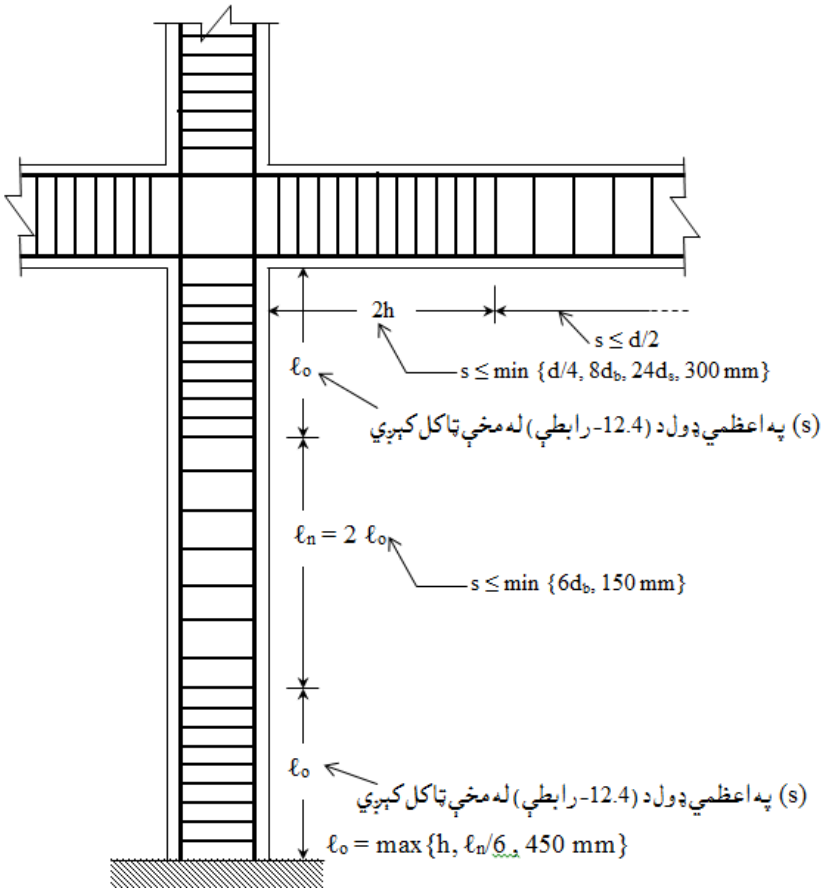
$$s \leq \min \left\{ \frac{h_{min}}{4}, 6d_b, 100 + \frac{350 - h_x}{3}, 150 \text{ mm} \right\} \quad \text{..... (12.4)}$$

همداراز اړينه ده چې دا فاصله (100 mm) ونيول شي . په پورتنۍ رابطه کې (h_{min}) د ستنې د مقطع کوچنۍ فاصله ده، (d_b) د طولاني سيخانو قطر دی او (h_x) د ستنې په تنه کې د عرضاني سيخانو ترمنځ اعظمي فاصله ده .

6- که عرضاني فولادي سيخان د ستنې ټول اوږدوالی ونه پوښي ($\ell_n > 2\ell_o$) وي ، نو د (ℓ_o) له اوږدوالي څخه بيرون د عرضاني سيخانو ترمنځ فاصله بايد د لاندېنۍ اندازې څخه ډېره نه شي:

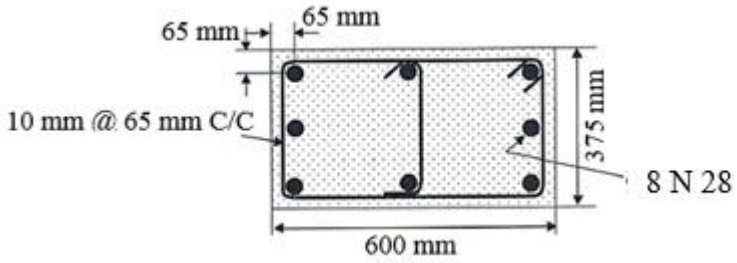
$$s \leq \min \{6d_b, 150 \text{ mm}\} \quad \text{..... (13.4)}$$

په لاندېنې (7.4- شکل) کې په زلزله يې سيمو کې په يوه ستنه کې د(ℓ_o) اوږدوالی اود عرضاني سيخانو تر منځ فاصله ښودل شوې ده(5:442-440).



7.4- شکل : په زلزله يي سيمو کې د ستنو او ګاډرونو د ننبلېدنې په ساحه کې د عرضاني فولادي سيخانو تر منځ اعظمي فاصلې (442: 5) .

1.4- مثال : په لاندې ښودل شوي شکل کې که دټرلې اوسپنيزې کانکرېټي ستنې لپاره (f'_c = 20 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي د (ϕP_n) قيمت پيدا کړئ .



حل : د سيخبندۍ نسبت مساوي کېږي په :

$$\rho_g = \frac{A_s}{A_g} \Rightarrow A_s = n \ \frac{\pi d^2}{4} = 8 \text{ x } \frac{\pi 28^2}{4} = 4{,}924 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 375 \text{ x } 600 = 225{,}000 \text{ mm}^2 \Rightarrow \rho_g = \frac{4{,}924}{225{,}000} \text{ x } 100 = 2.1\%$$

د سیخبندی نسبت د کود له غوښتنې سره سم دی .

د ګڼدمکونو تر منځ فاصله د لاندې پنیو درېو قیمتونو څخه کوچنی قیمت قبلېږي :

$$s \leq \begin{cases} s_1 = 16 \times (28) = 448 \text{ mm} \\ s_2 = 48 \times (10) = 480 \text{ mm} \\ s_3 = 375 \text{ mm} \end{cases}$$

له پورتنیو قیمتونو څخه تر ټولو کوچني قیمت (s = 375 mm) قبلوو چې د کود د محدودیتونوسره سمون لري . همداراز د ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سیخان او طولاني سیخانو لپاره (28 mm) قطر سیخان، چې د (36 mm) قطر سیخانو څخه کوچنی دی ، درست ټاکل شوي دي .

د سیخانو تر منځ خالصه فاصله مساوي کېږي په :

د لنډ لوري لپاره : $[375 - 2 \times 65 - 2 \times 28)]/2 = 95\text{mm} < 150$ mm

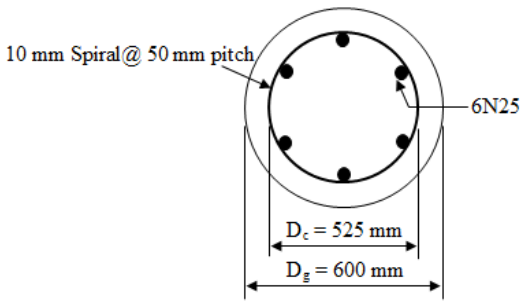
د اوږد لوري لپاره : $[600 - 2 \times 65 - 2 \times 28)]/2 = 207 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$

له پورتنی محاسبې نه مالومېږي چې په لنډ او اوږد لورو اضافي سیخانوته اړتیا شته .

په پایله کې د ستنې عرضاني مقطع د کود مطابق ده او په هغې کې د (ϕP_n) قیمت د (1.4- رابطې) په مرسته په لاندې ډول پیداکېږي :

$$\phi P_n = \phi\alpha\,[0.85 f'_c\,(A_g - A_{st}) + A_{st} f_y]$$
$$\phi P_n = 0.65 \times 0.80 \times [0.85 \times 20 \times (225{,}000 - 4{,}924) + 4{,}924 \times 420]$$
$$\phi P_n = 3{,}020{,}873 \text{ N} = 3{,}020.9 \text{ KN}.$$

2.4- مثال : په لاندې شکل کې ښودل شوې فنر ډوله ستنې مقطع کې که د کانکرېټو فشاري مقاومت $(f'_c = 25 \text{ MPa})$ او $(f_y = 420 \text{ MPa})$ وي، د (ϕP_n) قیمت پیداکړئ .



حل : دعرضاني مقطع د کود د محدوديتونو په مطابق په لاندې ډول ارزوو:

د سيخبندۍ نسبت مساوي کېږي په :

$$\rho_g = \frac{A_S}{A_g} \times 100 = \frac{6 \times \pi \times (25)^2/4}{\pi \times (600)^2/4} \times 100 = \frac{3{,}750}{360{,}000} \times 100 = 1.042\%$$

داچې ($1\% < \rho_g = 1.04\% < 8\%$) ده ، نو د کود د محدوديتونو (1-8)% په مطابق ده .

دفنر قدم مساوي کېږي په :

$$s = \frac{8a_s f_y}{f'_c D_c(\frac{A_g}{A_c}-1)} = \frac{8 \times \left[\pi \times \frac{(10)^2}{4}\right] \times 420}{25 \times 525 \times [\frac{\pi \times (600)^2/4}{\pi \times (525)^2/4}-1]} = \frac{263{,}760}{4017.86} = 65.65 \text{ mm}$$

$s = 65.65 \text{ mm} > 50 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$

په پايله کې د کود د غوښتنې له مخې دستنې د عرضاني مقطع محاسبه سرته رسوو .

د (1.4- رابطې) له مخې د (ϕP_n) قيمت په لاندې ډول پيداکوو:

$$\phi P_n = \phi\alpha[0.85f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st}f_y]$$

$$\phi P_n = 0.70 \times 0.85[0.85 \times 25 (\pi \times \frac{600^2}{4} - 6 \times \pi \times \frac{25^2}{4}) + 6 \times \pi \times \frac{25^2}{4} \times 420]$$

$$\phi P_n = 0.595[21.25 (282{,}600 - 2{,}943.75) + 1{,}236{,}375] = 4{,}271{,}550 \text{ N}$$

3.4- مثال : ديوه ساختمان په يوه چوکاټ کې يوه ستنه چې اوږدوالی يې (6.0 m) ، د مقطع ابعادې ($h = 600 \text{ mm} \times b = 400 \text{ mm}$) او (14 N 20) په لوی لورو پنځه او په لنډ لورو دوه طولاني سيخان په کې ځای په ځای شوي دي . په دې ستنه کې عرضاني سيخان د (ACI) کودد غوښتنې له مخې په زلزله يې سيمو کې د زلزلې پر وړاندې د مقاومت لپاره که ($f'_c = 25 \text{ MPa}$) او ($f_y = 420 \text{ MPa}$) وي، محاسبه کړئ .

حل : داچې په ستنه کې دکاريدلي سيخانو قطرله (32 mm) څخه لږ دی ، نود ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سيخان په پام کې نيول کېږي . د ستنې په دواړو انجامونو کې دډبروعرضاني سيخانو د ځای په ځای کېدنې فاصله (ℓ_o) په لاندې ډول پيداکېږي او په هغې کې عرضاني سيخان د ځانګړو غوښتنو له مخې په پام کې نيسو:

$$\ell_o = \max \{h, \ell_n/6, 450 \text{ mm}\} = \max \{600, 600/6 = 1000, 450\} \text{mm}$$

$$\ell_o = 1{,}000 \text{ mm}$$

د عرضاني سيخانو ترمنځ فاصلې دتاکنې لپاره د (ℓ_o) فاصله د (12.4- رابطې) په واسطه ارزول کېږي.

$$s \leq \min \{ \frac{h_{min}}{4}, 6d_b, 100 + \frac{350 - h_x}{3}, 150 \text{ mm}\}$$

$$h_x = 2 \text{ x } 122.5 + 20 + 10 = 275 \text{ mm}$$

$$s \leq \min \{ \frac{400}{4}, 6 \text{ x } 20, 100 + \frac{350-275}{3}, 150\} \text{mm} = 100 \text{ mm}$$

اوس د (11.4- رابطې) په واسطه د ګڼدمک قطر او د هغې د ښاخونو شمېر کنترولوو:

$$A_{sh} = 0.3sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}} (\frac{A_g}{A_c} - 1) \geq 0.09sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}}$$

$$A_{sh} = 0.3 \text{ x } 100 \text{ x } 510 \text{ x } \frac{25}{420} (\frac{400 \text{ x } 600}{520 \text{ x } 320} - 1) = 403.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0.09sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}} = 0.09 \text{ x } 100 \text{ x } 520 \text{ x } \frac{25}{420} = 278.6 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

د مثال په (الف - شکل) کې ښودل شوي عرضاني سيخان د مقطع په لوی لوري (3N10) سيخان شتون لري، چې د هغې د مقطع سطحه کافي نه ده.

$$A_{sh} = 3 \text{ x } \pi \text{ x } \frac{10^2}{4} = 235.5 \text{ mm}^2 < 403.5 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{N. G}$$

د دې غوښتنې د حل لپاره که د مقطع په اوږد لوري (5N12) عرضاني سيخان په پام کې ونيول شي ، نو د مثال د (ب - شکل) له مخې لروچې:

$$A_{sh} = 5 \text{ x } \pi \text{ x } \frac{12^2}{4} = 565 \text{ mm}^2 > 403.5 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

د ګڼدمکونو لپاره د (12 mm) قطر په کاربدنې سره د ستنې د مقطع په کوچني لوري عمودد ګڼمکونو اړينه سطحه مساوي کېږي په :

$$A_{sh} = 0.3 \text{ x } 100 \text{ x } 310 \text{ x } \frac{25}{420} (\frac{400 \text{ x } 600}{520 \text{ x } 310} - 1) = 270.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0.09sh_c \frac{f'_c}{f_{yh}} = 0.09 \text{ x } 100 \text{ x } 310 \text{ x } \frac{25}{420} = 166 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

نو په لنډ لوري (3N12) عرضاني سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{sh} = 3 \text{ x } \pi \text{ x } \frac{12^2}{4} = 339 \text{ mm}^2 > 270.6 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

په پایله کې دستنې د دواړو انجامونو څخه د (ℓ_o = 1.0 m) په فاصله کې (12 mm) قطر لرونکي سیخان د (s = 100 mm) فاصله په پام کې نیول کېږي او د (ℓ_o) فاصله څخه بیرون یانې په منځنۍ ساحه کې د (4.0 m) په فاصله کې ځای په ځای کېدونکي عرضاني سیخانو ترمنځ فاصله مساوي کېږي په :

$$s \leq \min \{6d_b, 150 \text{ mm}\} = \min \{6 \times 20 = 120, 150\} \text{mm} = 120 \text{ mm}$$

په پایله کې دستنې د (ℓ_o) فاصله څخه بیرون یعنې په منځنۍ ساحې په (4.0 m) فاصله کې کولی شو(10 mm) قطر لرونکي عرضاني سیخان د (s = 120 mm) په فاصله په پام کې ونیسو .

4.4- مثال : دیوې دایروي مقطع لرونکې ستنې لپاره چې قطر یې (500 mm) دی، د (ACI) کــودد غوښتنې لــه مخې په زلـزله یي سیمو کې د زلزلې په وړاندې د مقاومت لپاره که (f'_c = 25 MPa) او(f_y = 420 MPa) وي، مناسبه او وړ فنري عرضاني سیخان که محاسبه کړئ .

حل : د فنري عرضاني سیخانو لپاره (10 mm) قطر اودفنري عرضاني سیخانو ګردچاپېره (40 mm) خالصه محافظوي طبقه ټاکو، نو دستنې د هستې قطر دستنې د مقطع د بیرونې قطر پربنسټ مساوي کېږي په :

$$D_c = 500 - 2 \times 40 = 420 \text{ mm}$$

$$s \leq \frac{8a_s f_y}{f'_c D_c \left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)} = \frac{8 \times \left[\pi \times \frac{(10)^2}{4}\right] \times 420}{25 \times 420 \times \left[\frac{\pi \times (500)^2/4}{\pi \times (420)^2/4} - 1\right]} = \frac{263{,}760}{4{,}381} = 60.21 \text{ mm}$$

دفنري عرضاني سیخانو قدم (60 mm) محاسبه شوی ،چې دفنري عرضاني سیخانو ګردچاپېره د دووحلقوازاده فاصله (60 – 10 = 50 mm) کېږي او د کود دغوښتنې له مخې له اعظمي (75 mm) څخه لږه او د اصغري (25 mm) څخه لویه ده ،نو درسته محاسبه شوې ده .

6.4- د اوسپنيزو کانکريټي ستنو محاسبه

(Design of Reinforced Concrete Columns)

ستنې ، د د وارده بارونو ، د ابعادو يا کچې او د جوړښتونکو ترکيبي اجزاوو (کانکريټواو او فولادي سيخانو) د ځانګړتياووله مخې محاسبه کېږي . دستنې په محاسبه کې د دوو حالتونو سره مخ کېږو :

1- که د ستنو عرضي ابعاد مخکې له مخکې په مهندسي پلانونو کې معلوم وي ، نو له دې امله د پايې د محاسبې لپاره دموادو f'_c(او f_y) ځانګړتياوې د ترکيبي اجزاوو پر بنسټ فرضېږي او د(A_{st}) د پيداکولو لپاره (1.4- رابطې) کارېږي . که ($\frac{A_{st}}{A_g}$) د کود د غوښتنې سره سمه وي ، نو د (ACI)کود د غو ښتنو پر بنسټ سيخان غوره او په مقطع کې ځای پر ځای کېږي . محاسبه يوه تکراري عمليه ده ، څوځو ځلې بايد وځېړل شي، تر څو د ډېری اغېزمنې ټاکنې پر بنسټ د لګښت او د جوړښت له پلوه په زړه پورې وي .

5.4- مثال : يوه ترلــې پايه چې ابعــاديې (375mm x 375mm) او دهغې لــه پاســه (P_u = 1,880 KN) محاسبوي محوري فشاري بارعمل کړی وي او د ترکيبي موادو ځانګړتياوې يې (f'_c = 20 MPa) او(f_y = 420 MPa) وي ، سيخان محاسبه کړئ ؟

حل : د(1.4- رابطې) په پام کې نيولو سره ليکو چې :

$$\phi P_n = 0.65 \times 0.80 \times [0.85 \times 20 \times (375 \times 375 - A_{st}) + A_{st} \times 420] \geq 1{,}880 \text{ KN}$$

$$A_{st} \geq 3{,}039 \text{ mm}^2$$

د (A_{st}) د پيدا شوي قيمت پر بنسټ ($\rho_g = \frac{3{,}039}{375 \times 375} \times 100 = 2.16\%$) کېږي چې د کود له غوښتنې سره سمه ده او (8 N 22) چې مساحت يې (A_{st} = 3,040 mm^2) کېږي قبلوو ، چې د سيخانو تر منځ خالصه فاصله يې ($\frac{375-2 \times 65-2 \times 22}{2}$ = 100.5 mm) کېږي او د کود له غوښتنې (150 mm) څخه کوچنی دی . که د طولاني سيخانو قطر 36) (mm يا له دې څخه کوچنی وي نو د ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سيخان قبلېږي .

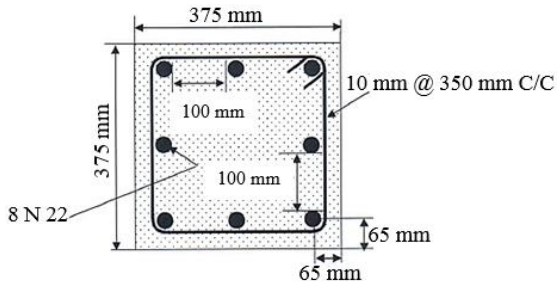
د ګڼدمکونو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو:

$$s_1 = 16 \times (22) = 352 \text{ mm}$$

$s \leq$ $s_2 = 48 \times (10) = 480$ mm $\Rightarrow$ Use s = 350 mm.

$s_3 = 375$ mm

د پایې د عرضاني مقطع تفصیل په لاندې ډول ترتیبېږي :



د پایې د عرضاني مقطع واقعي محاسبه اړینه ده، چې په لاندې ډول وارزول شي :

$\phi P_n = 0.65 \times 0.80 \times [0.85 \times 20(375 \times 375 - 3{,}040) \times 0.85 \times 20 + 3{,}040 \times 420]$

$\phi P_n = 1{,}880.20$ KN $> P_u = 1{,}880$ KN $\Rightarrow$ Ok

2- که د ستنو د عرضاني مقطع ابعادنه وي ورکړل شوي یایې ابعاد معلوم نه وي ، نو په محاسبه کې د کود د غوښتنو له مخې دستنې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ_g) د ترکیبي موادوځانګړتیاوې (f'_c او f_y) فرضېږي او د (1.4- رابطې) په کارېدنې سره د مقطع مجموعي مساحت(A_g) لاسته راوړ او بیادمقطع وړ او مناسب ابعاد غوره کوو. د ستنې محاسبه یوه تکراري پروسه ده ، چې څوځو ځلې باید وشړل شي ، تر څو د ډېرې اغېزمنې ټاکنې پر بنسټ د لګښت او د جوړښت له پلوه د پایې محاسبه په زړه پورې وي او په پایله کې مناسبه او وړ عرضاني مقطع غوره شي[308,309:8] .

6.4- مثال: یوه فنر ډوله ستنه چې دهغې له پاسه ($P_u = 2{,}700$ KN) بار عمل کړی وي او د ترکیبي موادوځانګړتیاوې یې ($f'_c = 28$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي محاسبه کړئ .

حل : د (1.4- رابطې) له مخې لیکو چې :

$\phi P_n = 0.70 \times 0.85 \times [(A_g - 0.02A_g) \times 0.85 \times 28 + 0.02A_g \times 420] \geq 2{,}700$

$$A_g \geq 141880 \text{ mm}^2 \Rightarrow D_g = \sqrt{\frac{4A_g}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 141{,}880}{\pi}} = 425.13 \approx 430 \text{ mm}^2$$

Cover = 40 mm, $D_c = 430 - 2 \times 40 = 350$ mm

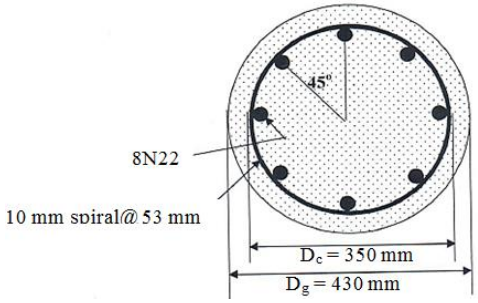
$A_{st} \geq 0.02\ A_g = 0.02 \times \frac{\pi D_g^2}{4} = 0.02 \times \frac{\pi \times 430^2}{4} = 2{,}903\ mm^2$

که د پایې لپاره (22 mm) قطر سیخان قبول کړو ، چې د یو سیخ مساحت یې ($380\ mm^2$) کېږي، نو په مقطع کې د لاسته راغلي سیخانو مساحت له مخې دځای په ځای کېدونکو سیخانو شمېرله ($\frac{2{,}903}{380} = 7.64$) سره مساوي کــېږي ، نو په پایله کې (8 N22) سیخان چې مساحت یې ($A_{st} = 8 \times 380 = 3{,}040\ mm^2$) کېږي ، په مقطع کې ځای په ځای کېږي.

د فنر سیخ لپاره (10 mm) قطر سیخ په پام کې نیسو او (7.4- رابطې) پربنسټ د فنر قدم په لاندې ډول محاسبه کوو:

$$s \leq \frac{8a_s f_y}{f'_c D_c\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)} = \frac{8 \times \left[\pi \times \frac{(10)^2}{4}\right] \times 420}{28 \times 350 \times \left[\frac{\pi \times (430)^2/4}{\pi \times (350)^2/4} - 1\right]} = \frac{263{,}760}{4{,}992} = 53\ mm$$

د پایې په عرضاني مقطع کې په لاندې ډول سیخان ځای په ځای کېږي:



د پایې د عرضاني مقطع د واقعي محاسبې لپاره اړینه ده، چې په لاندې ډول وارزول شي:

$\phi P_n = \phi\alpha[0.85\ f'_c\ (A_g - A_{st}) + A_{st}\ f_y] \geq P_u$

$A_g = \pi \times (430)^2/4 = 145{,}146.5\ mm^2$

$A_{st} = 8 \times \pi \times (22)^2/4 = 3{,}039.5\ mm^2$

$\phi P_n = 0.70 \times 0.85[0.85 \times 28\ (145{,}146.5 - 3{,}039.5) + 3{,}039.5 \times 420]$

$\phi P_n = 2{,}771{,}948\ N = 2{,}771.95\ KN > P_u = 2{,}700\ KN \Rightarrow Ok$

7.4- د محوري قوې او کږېدنې مومنټ لاندې اوسپنيزې کانکرېټي ستنې

(Reinforced Concrete Columns under Axial Force and Bending Moment)

په دې بـــرخه کې د هغه ستنو په هکله بحـــث کېږي،چې پر هغې لکـه د (8.4-شکل) په څېر دمقطع مرکزي لیکي یا متناظر محورته، غیر محوري کږېدنې مومنټ (M_n) هم عمل کړی وي . همدارازپه دې برخه کې هغه لنډې اوسپنیزې کانکرېټي پایې چې د محوري فشاري قوې او کږېدنې مومنټ لاندې واقع شوي وي او اوږدوالی (Selenderness) یا لمش او لچ پرې اغېزه نه کوي،تر مطالعې لاندې نیول کېږي.

1- د محوري فشاري او کږېدنې مومنټ لاندې د ستنوویجاړېدنه: لکه مخکې ترې یادونه وشوه چې په دې برخه کې هغه پایې چې د محوري فشاري قوې او کږېدنې مومنټ له امله تخریبېږي د مقاوم کېدنې او تحلیل په اړه بحث تر سره کېږي ،چې د دې ډول ستنو تحلیل ، دګاډرونو د تحلیل دلاندې بنیو تیوریکي د فرضېدنوپر بنسټ تر سره کېږي:

(a)- د باربدنې (کږېدنې مومنټ) څخه مخکې هواره مقطع ، د باربدنې (کږېدنې مومنټ) څخه وروسته هواره پاتې شوې فرضېږي ، له دې امله په مقطع کې نسبتي اوږدېدنه (Strains) له غیر فعال محور فاصلې سره خطي تناسب لري.

(b) - فولادي سیخان او کانکرېټ ډېر ښه ښښلي. له دې امله دفولادو سیخانو نسبتي اوږدېدنه دهغه نژدې کانکرېټو دنسبتي اوږدېدنې سره مساوي ده ، چې د غیر فعال محور څخه په مساوي فاصله واقع وي .

(c)- نهایي یا تخریبي شرایط د کانکرېټو د ماتېدنې په واسطه تعریف او محدودېږي او په فشار کې نسبتي اوږدېدنه (0.003) ته در سیدلو له امله ، کانکرېټ ماتېږي .

(d)- د کانکرېټو کششي مقاومت له صفر نیول کېږي.

(e)- د کانکرېټو د فشاري تشنجاتو د ساده کولو لپاره د ویتنیس (Whitney's) فشاري بلاک مستطیلي ډوله په پام کې نیول کېږي.

په پایې کې د فشاري بار عن المرکزیت (Eccentricity) د کږېدنې مومنټ (M_n) اومحوري فشاري قوې (P_n) له نسبت یا د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$e = \frac{M_n}{P_n} \quad \ldots\ldots\ldots\

(h) د د لمش يا لچ په مستوي د عرضاني مقطع اندازه ده او(D_g) د ټرلې دايروي يا فنري ستنو د عرضاني مقطع مجموعي قطر دی(256:10) .

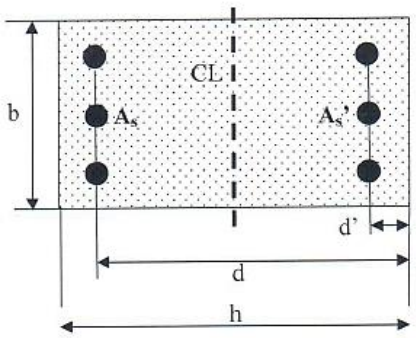
ب - هغه ستنې چې محـــوري فشار پرې په کـــوچني عن المرکزیت ســره عمل کړی وي د عــرضاني مقطع نسبتي اوږدېدنه او تشنجات يې د ويجاړېدنې يا نهايي شرايطو لاندې په (10b.4- شکل) کې ښودل شوي دي . په هغې کې د(f_y = 420 MPa) تسليمېدنې مقاومت لرونکوکششي فولادي سيخانو کې د (ε_t) کششي نسبتي اوږدېدنې اندازه له ($\varepsilon_t = \frac{f_y}{E_y} \approx 0.002$)څخه کوچنی ده. د ويجاړېدنې په شرايطو کې د پايو د کششي يا فشاري فولادي سيخــانو د نسبتي اوږدېدنې ($\varepsilon_t, \varepsilon'_s$) لپاره د (ACI) کود له خواکوم ځانګړي محدوديتونه نه دي وضع شوي . په دې حالت کې فولادي سيخان هېڅکله په مقطع کې د کانکرېټو د ماتېدنې اود تشنجاتو د لوړېدنې په واسطه د ويجاړېدنې يا تخريب څخه مخکې تسليمېدنې حالت ته نه رسېږي . له دې امله هغه ستنې چې د باربدنې کوچنی عن المرکزیت لري ،د هغو ستنوپه پرتله چې په تدريجي ويجاړېدنې حالت کې وي، نسبتاً له ډېر ناوړه حالت سره مخ کېږي ،چې د (ACI) کود په واسطه د دې ډول پايو مقطع د فشاري کنترول شويو مقطعو په نوم يادېږي .

ج- هغه ستنې چې محوري فشارپرې د منځني عن المرکزیت سره عمل کوي د ويجاړېدنې يا نهايي شرايطو نسبتي اوږدېدنه او تشنجات يې په (10c.4- شکل) کې ښودل شوي دي . په فولادي سيخانو کې د (ε_t) کششي نسبتي اوږدېدنې اندازه يې د(0.002) او(0.005) تر منځ محدوده ده .فولادي سيخانو د ويجاړېدنې په حالت کې دکانکرېټو د ماتېدنې څخه مخکې تسليمېدنې ته نه رسېږي . محوري فشار ي پايې چې منځنی عن المرکزیت لري ويجاړېدنه يې کټ مټ د شکل بدلېدنې او درز کېدنې د تدريجي غځېدنې په څېر وي،چې مقطع يې د (ACI) کود انتقالي مقطع نوموي .

د- هغه ستنې چې محوري فشار پرې په لوی عن المرکزیت سره عمل کوي : د ويجاړېدنې يا نهايي شرايطو نسبتي اوږدېدنه او تشنجات يې په (10d.4 - شکل) کې

ښودل شوي دي. په هغې کې د(f_y = 420 MPa) تسلیمېدنې مقاومت لرونکوکششي فولادي سیخانو د کششي نسبتي اوږدېدنې (ε_t) اندازه له ($\frac{f_y}{E_y}$ =ε_t ≈0.005)څخه لویه وي ،چې فولادي سیخانو د ویجاړېدنې په حالت کې دکانکرېټو د ماتېدنې څخه مخکې تسلیمېدنې ته رسېږي. له دې امله په دې حالت ستنو کې د ویجاړېدنې په حالت کې اړینه ده ،چې د تدریجي ویجاړېدنې حالت سره یوځای د شکل بدلېدنې او درز کېدنې ته پاملرنه وشي، چې د (ACI) کود دې ډول پایو مقطع د کششي کنترول شویو مقطعو په نوم یادوي.

هـ - هغه ستنې چې مقطع یې پرته له محوري قوي څخه د کږېدنې مومنټ لاندې واقع شوي وي ، د دې ډول مقطعو تحلیل د ګاډرونو په څېر سرته رسېږي . کله چې د پایو مقطع د کوچني ، منځنی او لوي عن المرکزیتونو وېشنې محوري فشاري باربدنې لاندې واقع کېږي ،چې د (ACI) کود په فشاري کنترولي ، انتقالي او کششي کنترولي مقطعو وېشلې دي، نو د هغې پر وړاندې باید جواب ویونکې وي . د عن المرکزیت یا باربدنې پر وړاندې د غبرګون پر بنسټ د پایو د عرضاني مقطعو اندازې ، د سیخبندی نسبت (ρ) او د کانکرېټو اوفولادي سیخانو ځانګړتیاوو (f'_c اوf_y) او سربېره پر دې د بارعمل او کږېدنې مومنټ کارکوي او خپله دنده سرته رسوي . په (10e.4-شکل) کې د مرکزي لیکه (CL) چې د مقطع هندسي مرکز ښیي او د غیر فعال محور (NA) چې په هغې کې نسبتي اوږدېدنه او تشنجات صفر دي ، سره توپیر شوي دي(8:315-313) .



9.4- شکل: د ستنې مقطعه(315:8) .

په پورتنې شکل کې :

b - دمقطع عرض.

h - دمقطع ارتفاع.

d - دمقطع فعاله ارتفاع.

A_{st} - دفولادي سيخانو مساحت.

A_s - د کششي سيخانو مساحت دی.

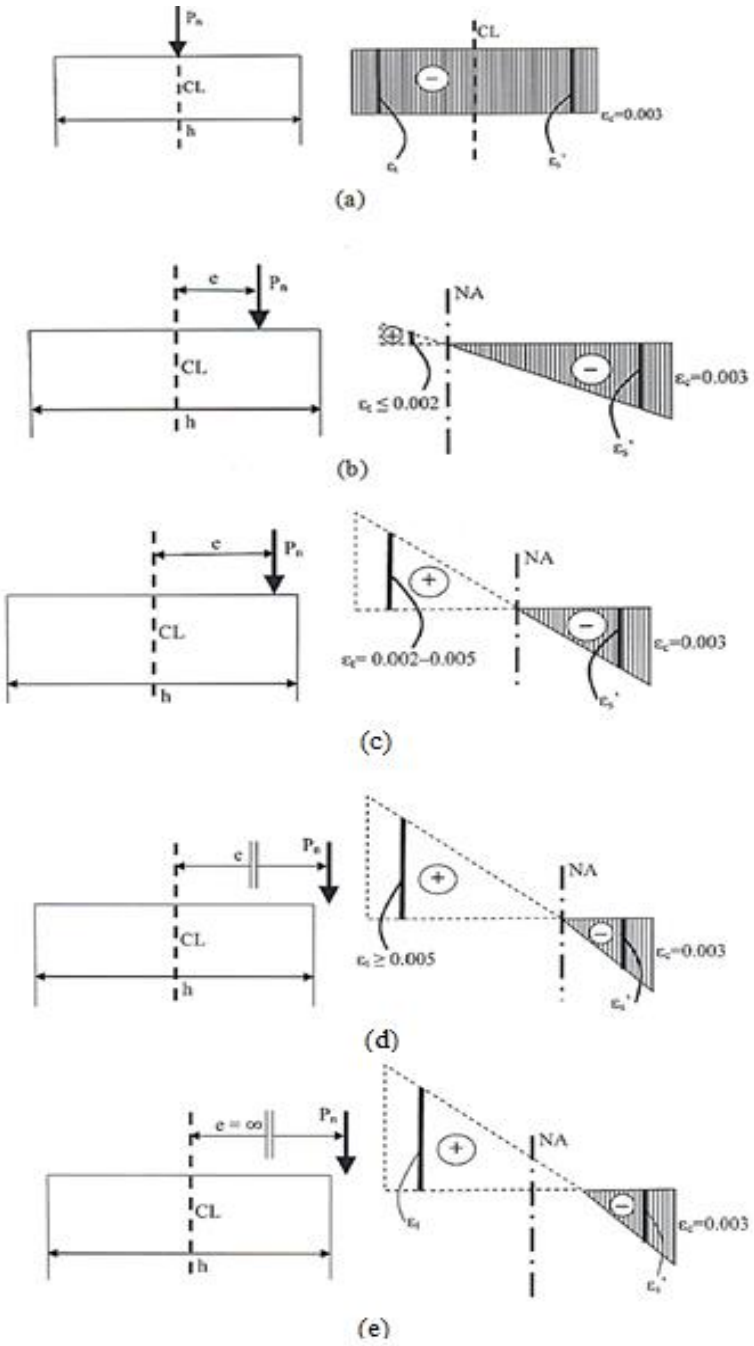
A'_s - دفشاري سيخانو مساحت.

d' - د(A'_s)څخه کانکرېټود سطحې پورې فاصله ده .

$\rho = \frac{A_s}{bd}$ - د کششي سيخانو.

$\rho' = \frac{A'_s}{bd}$ - د فشاري سيخانو .

$\rho_g = \frac{A_g}{bd}$ - د ستنې د سيخبندی نسبتونه دي .



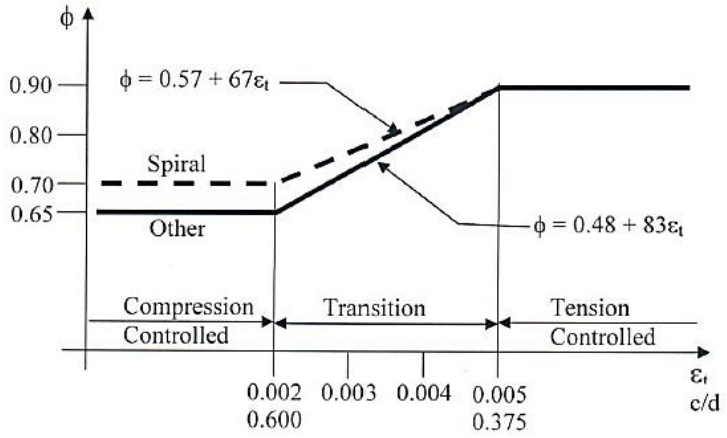
10.4- **شكل**: د ستنو د ويجاړېدنې نهايي شرايطو نسبتي اوږدېدنه. (a) دستنې دمرکزي بارېدنې حالت. (b) دستنې د کوچني عن المرکزيت فشاري-بارېدنې حالت. (c) ستنه دمنځني عن المرکزيت فشاري - بارېدنې حالت انتقالي مقطع. (d) ستنه د لوی عن المرکزيت فشاري - بارېدنې حالت کششي کنترول شوې مقطع. (e) ستنه يوازې د کړېدنې يا د فشاري قوې لاندې واقع شوې چې عن المرکزيت يې (∞) وي (457:5).

د ویجاړېدنې د شرایطوتعادل په یوه ستنه کې دارنګه پېښېږي ، چې که دفولادي سیخانو نسبتي اوږدېدنه ($\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_y} = 0.00209$) ،تسلیمېدنې د($f_y = 420$ MPa) او د کانکرېټو نسبتي اوږدېدنه ماتېدنې په یوه مهال یا همزمان (0.003) ته ورسېږي . په همدې ډول ، د($f_y = 420$ MPa) لپاره د ویجاړېدنې د فشاري کنترولي مقطعو او انتقالي مقطعو تر منځ د سرحدی لیکي په واسطه تعادل کېږي (274:13) .

په (10.4- شکل) کې د پایې عرضاني مقطع یوازې د مقطع مرکزي لیکي (د مرکزي لیکي CL په څېر) ته د بې له محوره کږېدنې مومنټ لاندې کار کوي . په مقطع کې کشش او فشار د غیر فعال محور(NA) په مقابل لوري کې د مرکزي لیکي (CL) سره موازي واقع کېږي . د مقطع ارتفاع یا ضخامت (h) په پلان کې د لمش یا لچ حالت کې دعرضاني مقطع ابعاد دي ، چې د کږېدنې مومنټ د محور یا د مرکزي لیکي (CL) سره عمود واقع کېږي . همدارنګه عن المرکزیت (e) هم د مرکزي لیکي (CL)سره عمودي واقع وي .

2- د ستنو د مقاومت کموونکی ضریب (ϕ) : هرڅومره چې (ε_t) د نهایي شرایطو (حدي حالت کې) په لوري ډېرېږي ، د اوسپنیزکانکرېټي عنصر تدریجي ویجاړېدنه یا تخریب لا ډېریدنه دفولادي سیخانو د سیخبندۍ د کششي تسلیمېدنې دغځېدنې له لارې حاصلېږي ، چې په پایله کې د ویجاړېدنې خوندیتوب لوړوي . دا ډول د ویجاړېدنې خوندیتوب لوړوالی په انتقالي او فشاري کنترولي مقطعو کې کمېږي . د نیمه ناوړه یا ناوړه ویجاړېدنې یا تخریب د پوتنشیال پر وړاندې د خوندیتوب لپاره د (ACI) کود د انتقالي او فشاري کنترولي مقطعو لپاره د کششي کنترولي مقطعو په پرتله د ټیټ مقاومت (ظرفیت) د کمېدنې ضریب ټاکلی دی ، چې په (11.4- شکل) کې ښودل شوی دی . (ε_t) د نسبتي اوږدېدنې په څېر چې فولادي سیخانو په ډېر زیات نهایي شرایطو کې واقع وي، محدود شوي دي. د هغو مقطعو لپاره چې د کششي سیخانو یو ګوڼې لایه لري ، د (11.4-شکل) له مخې هغه په انتقالي مقطع یا د قـیمت لـــه مخې په ($\varepsilon_t = 0.002$) او ($\varepsilon_t = 0.005$)کې شاملېږي، د(c/d) پورې اړونده قیمتونه ،چې دلته (c) د کانکرېټو د

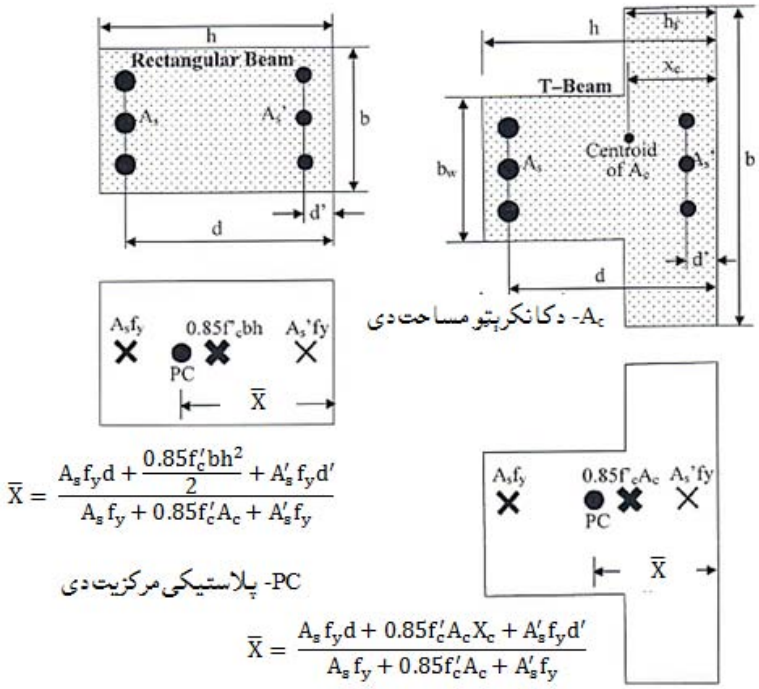
فشاري ساحې ژوروالی یا ارتفاع او (d) د کانکرېټي عنصر فعاله ارتفاع ده . د فنري اوسپنیزکانکرېټي پایو لپاره د نهایي خواصو او تدریجي ویجاړېدنې یا تخریب حالت د بهتر والي لپاره د مقاومت کمېدنې ضریب (ϕ) ټاکل شوی دی (101,102:7) .



11.4- شکل: د مقاومت د کمېدونکی ضریب (ϕ)اوپه فولادو کې په ډېر زیات کشش کې د(εt) نسبتي اوړېدنې او په پایو یا ستنو کې د (c د کانکرېټو د فشاري ساحې ارتفاع او (dد کانکرېټي عنصر فعاله ارتفاع نسبت (c/d) تر منځ اړیکې(102:7) .

3- پلاستیکي مرکزیت (Plastic Centroid) : په ستنو کې عامل بارونه د عن المرکزیت (e) پر بنسټ وېشل کېږي، د متمرکزې بارېدنې له اغېزې ، چې په هغې کې عن المرکزیت صفر وي نهایي شرایط د ستنې په عرضاني مقطع کې د دې لامل کېږي ،چې په هغې کې نسبتي اوړېدنې یو شانته او(0.003) وي ،خو په ترتیب سره په کانکرېټو کې فشاري تشنجات ($0.85f'_c$) او په فولادي سیخانو کې(f_y) وي . نو عن المرکزیت د پورتنیو یادو شویو شرایطو د متمرکزی بارېدنې یا د پلاستیکي مرکزیت په پام کې نیولو سره پیداکېږي . پلاستیکي مرکزیت د نهایي شرایطو لاندې دکانکرېټو د فشاري او دفولادي سیخانو د قووچې په هغې کې په ترتیب سره په کانکرېټو کې فشاري تشنجات ($0.85f'_c$) او په فولادي سیخانو کې(f_y) وي ، د موقعیت په پایله کې محدودشوي دي . د پایو ډېري عرضاني مقطع سره متناظري وي ، نو له دې امله پلاستیکي مرکزیت او هندسي مرکز یت په یوه ځای کې واقع کېږي . سره له دې هم د

ستنو عرضاني مقطع يا سيخبندي شوي سيخان پر يوه مهال په متناظر ډول نه محاسبه کېږي ، چې د کږېدنې مومنټونو پر وړاندې مقاومت وکړي . د هر يوه حالت لپاره اړينه ده ، چې د عن المرکزيت په پام کې نيول شوي پلاستيکي مرکز سره وارزول شي . په (12.4-شکل) کې دغير متناظرو عرضاني مقطع لرونکو پايو دوه مثالونه ښودل شوې دي ،چې په کې د هرې مقطع لپاره د پلاستيکي مرکز د پيدا کولو لارښونه شوې ده (317,318:8).



$$\bar{X} = \frac{A_s f_y d + \frac{0.85 f'_c b h^2}{2} + A'_s f_y d'}{A_s f_y + 0.85 f'_c A_c + A'_s f_y}$$

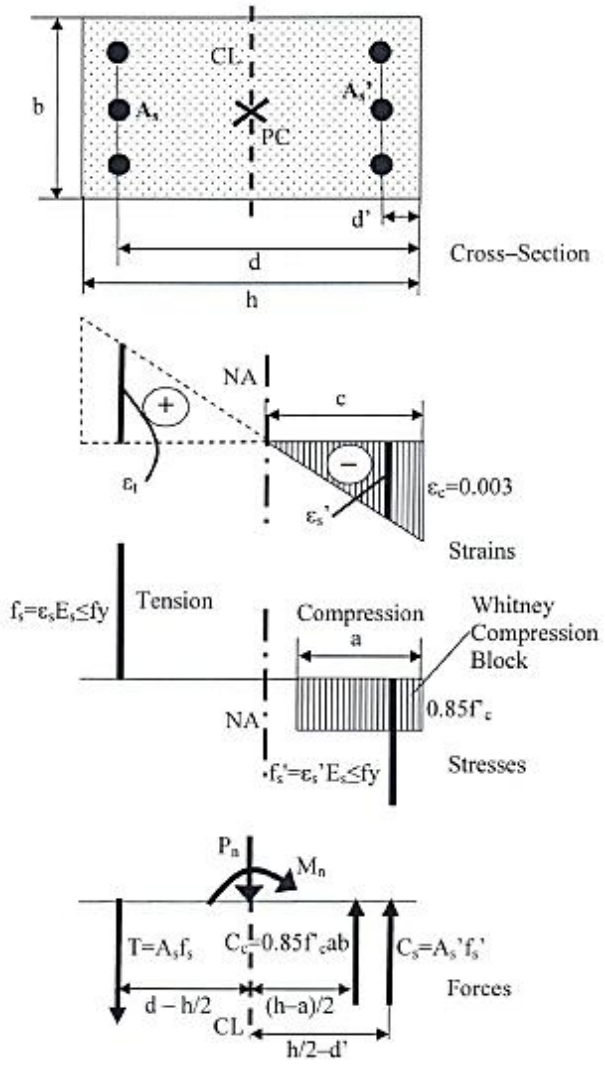
$$\bar{X} = \frac{A_s f_y d + 0.85 f'_c A_c X_c + A'_s f_y d'}{A_s f_y + 0.85 f'_c A_c + A'_s f_y}$$

12.4- شکل: د پلاستيکي مرکزيت (318:8) .

8.4- د کږېدنې مومنټ او محوري فشار لاندې واقع شوو ستنو تحلیل

(Analysis of Columns Subjected to Bending and Axial Compression)

د فرضیو پربنسټ د ستنو په مقطعو کې نسبتي اوږدېدنه ، د اړونده تشنجاتو او قوو د پیدا کولو پسې محاسبه کېږي، چې له مخې یې (P_n) او (M_n) محاسبه کېدای شي، د تحلیل دا کړنلاره په (13.4- شکل) او راتلونکو (7.4 او 8.4) مثالونو کې واضح شوې ده.



13.4- شکل: د کږېدنې مومنټ او محوري فشار لاندې واقع شویو ستنو تحلیل(319:8) .

په پورتني شکل کې : f'_c او f_y - د کانکرېټو اوفولادي سیخانو د فشاري او تسلیمېدنې ځانګړتیاوې دي . a او c - په ترتیب سره د فشاري ساحې او بلاک ژوروالی یا ارتفاع ده . f_s - په نهایي شرایطو کې په کششي فولادو کې کششي تشنجات دي .

f'_c - په نهايي شرايطو کې په فشاري فولادو کې فشاري تشنجات دي .

T- په نهايي شرايطو کې د کششي فولادو د کششي قوو محصله ده .

C_c- په نهايي شرايطو کې د کانکرېټو د فشاري قوو محصله ده .

C_s- په نهايي شرايطو کې د فشاري فولادي سيخانو د فشاري قوو محصله ده .

(d- h/2)- د کششي فولادي سيخانو د قوې د مومنټ بازو دی .

d' - h/2- د فشاري فولادي سيخانو د قوې د مومنټ بازو دی .

(h-a)/2- په کانکرېټو کې دفشاري قوې د مومنټ بازو دی(258:10) .

د (13.4- شکل) پر بنسټ په نهايي يا ويجاړېدنې شرايطو کې د ستنې په عرضاني مقطع کې نومينالي قوه (P_n) اودکړېدنې مومنټ (M_n) په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$$P_n = C_c + C_s - T = 0.85f'_c ab + A'_s f'_s - A_s f_s \quad \text{.....(14.4)}$$

$$M_n = \frac{0.85f'_c ab(h-a)}{2} + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'\right) + A_s f_s (d - \frac{h}{2}) \quad \text{.....(15.4)}$$

په کششي او فشاري فولادي سيخانوکې تشنجات په لاندې ډول تشريح کېږي :

$$f_s = (d - c)\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \leq f_y \quad \text{.....(16.4)}$$

$$f'_c = (c - d')\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \leq f_y \quad \text{.....(17.4)}$$

دلته : (E_s) دفولادي سيخانو د ارتجاعيت مودول دی (263:3).

د عرضاني مقطع په ورکولو سره پورتنۍ رابطې بايدداسې وکارېږي چې د هغې په واسطه په ستنه کې د باربدنې شرايط لکه چې په لاندې ډول وپېژندل شي :

1- که د ستنې محور نومينالي فشاري قوه(P_n) ورکړل شوې وي ، نو په (14.4- رابطه) کې د (c)قيمت د خطاء د پيداکولو د کوښښ کولو(Trial error) او انټراکشن (interaction) يا متقابل عمل له لارې پيداکېږي . په څرګنده توګه په (15.4- رابطه) کې د(c) د قيمت په ورکولو سره کولی شو چې د(M_n) قيمت محاسبه کړو .

2- که د ستنې محوري نومينالي فشاري قوې اود کړېدنې مومنټ (M_n) ورکړل شوی وي، نو په په (15.4- رابطه) کې د (c)قيمت د خطاء د پيداکولو د کوښښ کولو(Trial error)

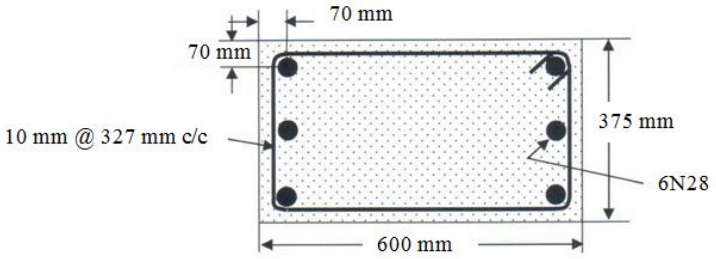
یا انټراکشن (interaction) له لارې پیداکېږي . په څرګنده توګه ، په (14.4- رابطه) کې د(c) د قیمت په ورکولو سره کولی شو ، چې د(P_n) محاسبه کړو.

3- که د محوري فشار د عن المرکزیت قیمت ($e = \frac{M_n}{P_n}$) ورکړل شوی وي ، نو په (6.4)رابطه کې د (c) قیمت د خطاء د پیداکولو د کوښښ (Trial error) ، انټراکشن یا متقابل عمل د لاری پیداکېږي ، بیا د(14.4) او (15.4) رابطو په واسطه د(P_n) او(M_n) قیمتونه پیداکېږي .

$$e = \frac{\left[\frac{0.85f'_c ab(h-a)}{2} + A'_s f'_s\left(\frac{h}{2}-d'\right) + A_s f_s\left(d-\frac{h}{2}\right)\right]}{\left[0.85f'_c ab + A'_s f'_s + A_s f_s\right]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18.4)$$

یا دونه : د تحلیل دا طریقه په دې ډول مقطعو کې په دې فوکس کوي ،چې د پایې عرضاني مقطع په مستطیلي ډوله مقطع سره ساده شي او دوه لایې فولادي سیخانو په کششي او فشاري څنډو کې باید ځای په ځای شي (299-303:16) .

7.4- مثال : په لاندې شکل کې د یوې ترلې اوسپنیزې کانکرېټي ستنې ښودل شوې مقطع لپاره کــه د هغې د پاسه (P_n =3,300 KN) نومینالي فشاري قوې عمل کړی وي اودموادو ځانګړتیاوې یې (f'_c = 25MPa)او(f_y = 420 MPa) وي ، دنومینالي کږېدنې مومنټ (M_n) اوعن المرکزیت ($e = M_n/P_n$) قیمتونه پیداکړئ .



حل : د پورتنیو رابطو له مخې لرو چې :

$$P_n = 0.85\, f'_c\, .a.b + A'_s\, f'_s - A_s f_s$$

$$P_n = 0.85\, f'_c\, .a.b + A'_s\, (c - d').\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s - A_s\,(d-c)\left(\frac{0.003}{c}\right)E_s$$

$$f_s = (d-c)\left(\frac{0.003}{c}\right)E_s \le f_y$$

$$f'_s = (c-d')\left(\frac{0.003}{c}\right)E_s \le f_y$$

په پورتنۍ رابطه کې د(c) قیمت (د فشاري ساحې ارتفاع) یوازېنی نامعلومه قیمت دی ، چې د خطاء د پیدا کولو لپاره د کوښښ کولو (trial error) په پایله کې (c = 385 mm) اود غیر فعال محور موقعیت او نور قیمتونه مساوي کېږي په :

$a = \beta_1 c = 0.85 \times 385 = 327$ mm, $\varepsilon_t = (530 - 385) \times \frac{0.003}{385} = 0.0011$,

$\varepsilon'_s = (385 - 70) \times \frac{0.003}{385} = 0.0025$, $f_s = (530 - 385) \times \frac{0.003}{385} \times 0.2 \times 10^6 = 226$MPa,

$f'_s = (385 - 70) \times \frac{0.003}{385} \times 0.2 \times 10^6 = 490$ MPa > 420 MPa ≈ 420 MPa.

دشکل له مخې ($A'_s = A_s = 1{,}846$ mm^2) کېږي ، همداراز په (17.4- رابطه) کې د(c) قیمت په کارولو سره په لاس راوړو چې :

$$M_n = \frac{0.85 f'_c ab(h-a)}{2} + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'\right) + A_s f_s \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

$$M_n = \frac{0.85 \times 25 \times 327 \times 325(600-327)}{2} + 1{,}846 \times 25 \times \left(\frac{600}{2} - 70\right) +$$

$$1{,}846 \times 25 \times \left(530 - \frac{600}{2}\right) = 308{,}263{,}922 + 10{,}614{,}500 + 10{,}614{,}500$$

$$M_n = 329.50 \text{ KN. m} \Rightarrow e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{329.50 \times 10^6}{3{,}300 \times 10^3} = 100\text{mm}$$

$\varepsilon_t = 0.0011 < 0.005 \Rightarrow \phi = 0.65$

$\phi P_n = 0.65 \times 3{,}300 = 2{,}145$ KN, $\phi M_n = 0.65 \times 329.50 = 214.20$ KN. m

8.4- مثال : د (7.4- مثال) په څېر د یوې ټرلې مقطع لرونکې اوسپنیزې کانکرېټې ستنې له پاسه ($M_n = 680$ KN.m) نومینالي فشاري قوه عمل کړی وي او د ترکیبي موادو ځانګړتیایې ($f'_c = 25$ MPa)او($f_y = 420$ MPa) وي . نود نومینالي فشاري قوې (P_n) اوعن المرکزیت ($e = M_n/P_n$) قیمتونه پیدا کړئ .

حل :دتېرورابطو په پام کې نیولو سره پیدا کووچې:

$$M_n = \frac{0.85 f'_c ab(h-a)}{2} + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'\right) + A_s f_s \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

$$M_n = 0.85 f'_c .a.b \left(h - \frac{a}{2}\right) + A'_s(c - d') \times \left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \left(\frac{h}{2} - d'\right) - A_s (d - c).\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \left(h - \frac{a}{2}\right)$$

$$f_s = (d - c)\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \le f_y \; ; \; f'_s = (c - d')\left(\frac{0.003}{c}\right) E_s \le f_y$$

په پورتنۍ رابطه کې د(c) قیمت یوازې نامعلومه قیمت دی . د خطاء دپیدا کولو لپاره د کونښښ کولو په پایله کې (c = 312mm) اود غیر فعال محور موقعیت او نور قیمتونه مساوي کېږي په :

. (a = 265mm, ε_t = 0. 0021, ε'_s = 0.0023, f_s = 419MPa, f'_s = 420 MPa)

نو لرو چې :

$P_n = 0.85\, f'_c\, .a.b + A'_s\, f'_s - A_s f_s$

$P_n = 0.85 \times 25 \times 265 \times 375 + 1{,}846 \times 420 - 1{,}846 \times 419 = 2{,}113.56 KN$

$M_n = 0.85 f'_c\, .a.b\, (h - \frac{a}{2}) + A'_s(c - d') \times (\frac{0.003}{c})E_s(\frac{h}{2} - d') - A_s\,(d - c).(\frac{0.003}{c})E_s(h - \frac{a}{2})$

$M_n = 0.85 \times 25 \times 265 \times 375(600 - \frac{265}{2}) + 1{,}846 \times 0.0023(\frac{600}{2} - 70) - 1{,}846 \times 0.0021(600 - \frac{265}{2}) = 987.23$ KN. m

$e = M_n/P_n = 987.23 / 2{,}113.56 = 0.47$ m.

$\varepsilon_t = 0.0021 \Rightarrow \phi = 0.65$

$\phi P_n = 0.65 \times 2{,}113.56 = 1{,}373.81$ KN

$\phi\, M_n = 0.65 \times 987.23 = 641.70$ KN. m

9.4- مثال : د (7.4- مثال) په څېړدیوې ترڅې مقطع لرونکې اوسپنیزې کانکرېټي ستنې ،که ($e = \frac{M_n}{P_n} = 300$ mm) ، ($f'_c = 25MPa$)او($f_y = 420MPa$) وي، نو د نومینالي فشاري قوې (P_n) او نومینالي کرښدنې مومنټ (M_n) قیمتونه پیدا کړئ .

حل : دپورتنیو رابطوپه پام کې نیولو له مخې لرو چې :

$$e = \frac{\left[\frac{0.85 f'_c ab(h-a)}{2} + A'_s f'_s\left(\frac{h}{2} - d'\right) + A_s f_s (d - \frac{h}{2})\right]}{\left[0.85 f'_c ab + A'_s f'_s + A_s f_s\ \right]}$$

$f_s = (d - c)\,(\frac{0.003}{c})\,E_s \le f_y$; $f'_s = (c - d')\,(\frac{0.003}{c})\,E_s \le f_y$

په پورتنۍ رابطه کې د(c) قیمت یوازې نامعلومه قیمت دی . چې د خطاء دپیدا کولو لپاره د کونښښ کولوپه پایله کې د غیر فعال محور موقعیت (c = 325 mm) قبول کړو ،نو نور قیمتونه مساوي کېږي په :

(a = 276.25 mm, ε_t = 0019, ε'_s = 0024, f_s = 378.5 MPa, f'_s = 420 MPa) .

د(c) قیمت په کارولو سره لرو چې :

$P_n = 0.85 \times 25 \times 276.5 \times 375 + 1,846 \times 420 - 1,846 \times 378.5$

$P_n = 2,280 \text{ KN} \Rightarrow M_n = eP_n = 0.30 \times 2,280 = 684 \text{ KN. m}$

$\varepsilon_t = 0.0019 \Rightarrow \phi = 0.65$

$\phi P_n = 0.65 \times 2,280 = 1,482 \text{ KN}, \phi M_n = 0.65 \times 684 = 444.60 \text{ KN. m}$

10.4- مثال : د(7.4- مثال) په څېر دیوې ترڅې مقطع لرونکې اوسپنیزکانکریټي ستنې، که ($f'_c = 25MPa$)او($f_y = 420MPa$) وي ، نود نومینالي فشاري قوې (P_n) او نومینالي کږېدنې مومنټ (M_n) قیمتونه په تخریبي شرایطو کې پیدا کړئ .

حل : دتعادل د شرایطو له مخې د ویجاړېدنې یا تخریبي شرایطو کې ($\varepsilon_t = \varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$) ، چې دلته ($\varepsilon_t$) د کششي فولادي سیخانو نسبتي اوږدېدنه ده .

د لاندېنیو رابطوپه کارولو سره ، چې د تعادل د شرایطو له مخې یې لرو چې :

$\varepsilon_t = (d - c) \times (0.003/c) = \varepsilon_y$

$\varepsilon_y = f_y / E_s \leq f_y = 420/0.20 \times 10^6 = 0.0021 \Rightarrow f_s = f'_s = 420 \text{ MPa}$

د تعادل د شرایطو لاندې له (11.4- شکل) څخه دفشاري ساحې ژوروالي قیمت (c_b) کولی شو په لاندې ډول پیدا کړو :

کله چې ($\varepsilon_t = 0.002$)وي ، نو ($c/d = 0.600$) کېږي ، خو که ($\varepsilon_t = 0.0021$) شي ، نو($c/d = 0.630$) کېږي ، په پایله کې دفشاري ساحې ژوروالي قیمت (c_b) مساوي کېږي په :

$c_b = (0.63) \times d = (0.63) \times 530 = 334 \text{ mm}$

د پورتني (c_b) قیمت په کارولو سره د:

($a_b = 283 \text{ mm}, \varepsilon_t = 0.0018, \varepsilon'_s = 0.0021, f_s = 352MPa, f'_s = 420MPa$)

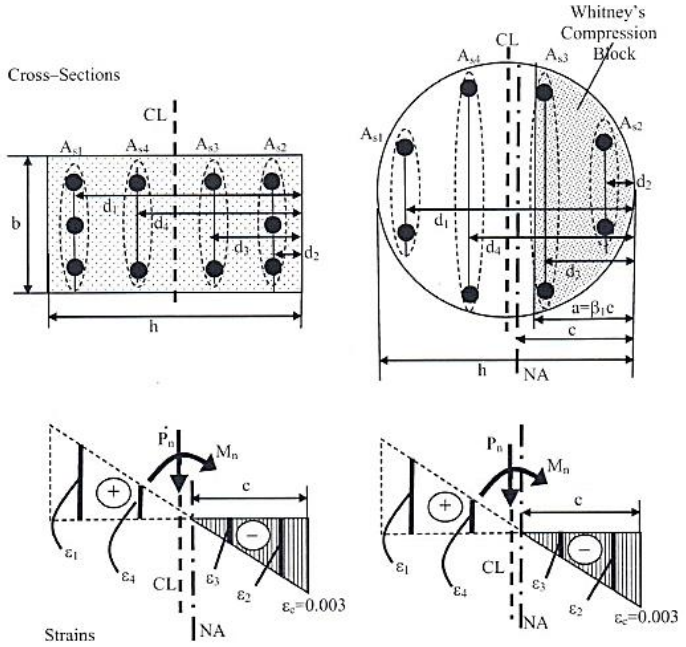
دپورتنیو رابطو په واسطه د (P_{nb}) او (M_{nb}) قیمتونه په لاندې ډول پیدا کېږي :

$P_{nb} = 2,384.38 \text{ KN}; M_{nb} = 914.38 \text{ KN. m} \Rightarrow \varepsilon_t = 0.0021 \Rightarrow \phi = 0.65$

$\phi P_n = 0.65 \times 2,384.38 = 1,549.85 \text{ KN}$

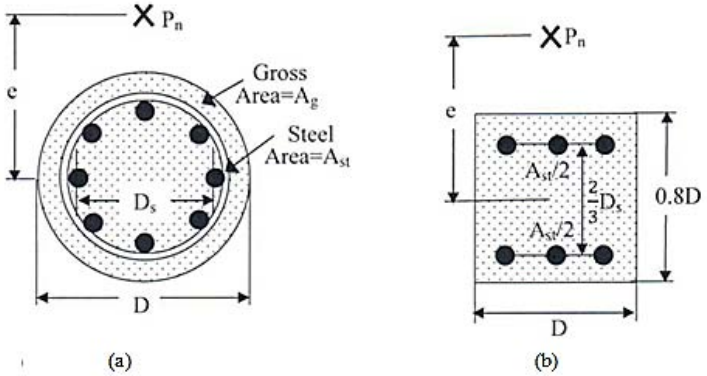
$\phi M_n = 0.65 \times 914.38 = 594.35 \text{ KN. m}$

د ستنې مقطع لپاره د(P_u) او (M_u) قیمتونه د عامل بار له امله د ساختماني تحلیل پر بنسټ پیداکېږي . د دې هر یو حالت د حل لپاره د(ϕ) قیمت فرضېږي . د(ϕ) له مخې کولی شو ، چې د($P_n=\frac{P_u}{\phi}$) او($M_n=\frac{M_u}{\phi}$) قیمتونه محاسبه کړو ، نو د ستنې د مقطع لپاره د(P_n) او (M_n) قیمتونه دپورتنیومثالونوپه څېر د(ϕ) قیمت له مخې محاسبه کېږي . د(ϕ) لومړنی فرضي قیمت او له هغې څخه وروسته د تعدیل یا سمون اود سوال د حل څخه په تکراري ډول د(ϕ) د قیمت پورې ، تر څو یوله بل سره سر وخوري فرضوو. د یاد شوي تحلیل د کړنلارې څخه وروسته چې د ټولو ستنود ببلابېل ډوله مقطعو د دایروي او د څو لایو سیخانو د سیخبندی شویو مقطعو په ګډون کارېږي . د ټولوفولادي سیخانو لپاره نسبتي اوږدېدنې او تشنجاتو د فشاري ساحې د ارتفاع (c) پورې تړلي دي . په مقطعو کې د ویجاړېدنې یا تخریب د شرایطو لاندې حالت کې د ټولو قوو لپاره د مومنټ بازو هم د فشاري ساحې د ارتفاع (c) پورې تړلی دی . نو له دې امله د دې حالت حل یوځه ډېر پیچلی ،خو په (14.4- شکل) کې په ګرافیکي ډول ښودل شوي دی .



14.4- شکل: دڅو لایو سیخانو په شتون کې د مستطیلي مقطع او دایروي ستنې تحلیل(324:8) .

په (14.4- شکل) کې ښودل شوې دايروي مقطع لرونکې ستنې چې د محور ي فشاري باراو کږېدنې مومنټ لاندې واقع وي تحليل د دايروي پلان شکل کې د سيخانو د ځای پر ځای کېدنې اودفشاري بلاک دنا منظم شکل له امله پيچلی وي ، نو له دې امله يې محاسبه داټکلي کړنلارې په واسطه کېږي . په دې کړنلاره کې دايروي مقطع د (15.4- شکل) په څېر په مستطيلي مقطع اړول کېږي . په پايله کې مستطيلي مقطع د هغې د اړونده ساده کېدنې سره تحليلېږي .



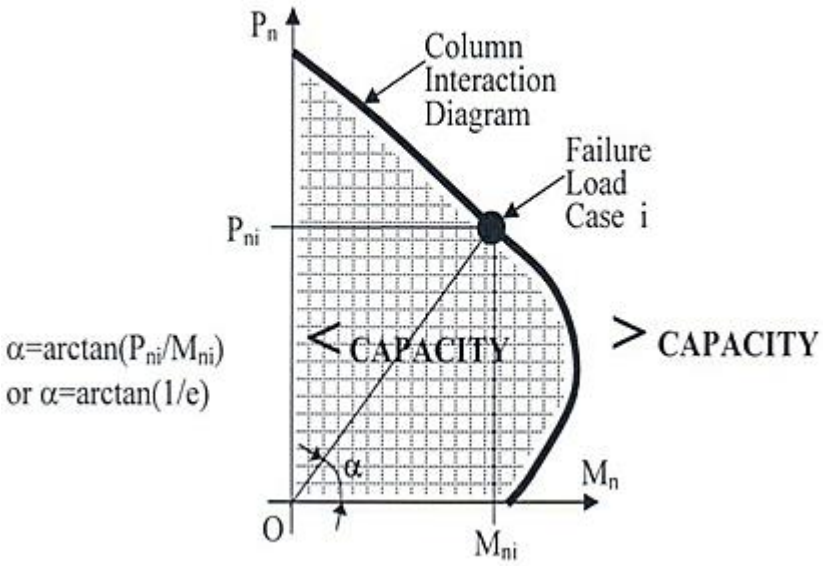
15.4- شکل: د ستنې دايروي په مستطيلي مقطع اړونه. (a) اصلي دايروي مقطع. (b) اړول شوې مستطيلي مقطع (325:8) .

9.4- د کږېدنې او محوري فشار لپاره د پايو انټراکشن دياګرام

(The Column Interaction Diagram for Bending and Axial Compression)

د هغه ستنودمقطعو تحليل چې د کږېدنې اومحوري فشارلاندې واقع وي ، يوه پيچلې عمليه ده،چې تکراري حل غواړي . همداراز د کمپيوټر د سافټوير په واسطه محاسبوکې ګرافيکی حل کارېږي، چې د انټراکشن دياګرام (Interaction diagram) په نوم يادېږي . په (16.4- شکل) کې د ستنې د ورکړل شوي عرضاني مقطع لپاره يو دياګرام ښودل شوی دی ،چې د(P_n) او (M_n) دقيمتونو پورې تړلی دی . د باربدنې نهايي يا ويجاړېدنې په هر ډول شرايطو کې په انټراکشن دياګرام کې په نقطه يي ليکې ګراف په (16.4- شکل) کې په ترتيب سره (P_n) ، (M_n) او(e) د(x,y) او په زايوي کوردیناتو کې ښودل شوی دی . په (10.4- شکل) کې دټولوممکنه ويجاړېدنې بار حالتونو په ګډون په انټراکشن دياګرام کې ښودل شوي دي . د (16.4- شکل) په انټراکشن دياګرام کې په

ننبه شوي ساحه ، د باربدنې حالتونه ،د محوري فشاري قوې او کربدنې مومنټونه ،چې د ستنې د مقطع د ظرفیت (P_n او M_n) څخه لږ دی او بیروني ساحه د هغه باربدنې لپاره ،چې باربدنه یې د ستنې د مقطع د ظرفیت (P_n او M_n) څخه ډېر ده ښودل شوې دی .



16.4- شکل: د ستنې انټراکشن دیاګرام (326:8) .

د ورکړل شویو مقطعولپاره د انټراکشن دیاګرام په شتون کې د ستنو د مقطعوتحلیل او محاسبه ساده کېږي . د (ACI) کودپه محدود شمېر انټراکشن دیاګرامونه ایجاد کړي دي ، چې په پراخه پیمانه د اوسپنیزکانکرېټي ستنو د مقطعو لپاره ترې ګټه اخېستل کېږي . د دې انټراکشن دیاګرامونو بېلګې په (17.4) او(18.4) شکلونو کې ښودل شوي دي . ډېری انټراکشن دیاګرامونه په ضمیمو کې برابر شوي دي چې په هریوه انټراکشن دیاګرام لاندې ثابت پارامترونه لري :

1- د کانکرېټو اوفولادي سیخانود مقاومتونو ځانګړتیاوې (f'_c) او(f_y) .

2- د ستنو عرضاني مقطع (دایروي او مستطیلي) ډولونه.

3- دفولادي سیخانو د سیخبندی بڼه یا ځای په ځای کېدنه: د مستطیلي مقطعو لپاره د فولادي سیخانو دپایې دمقطع په دوو لورو یا د ستنو په دننې محیط کې دفولادي

سیخانو وېشل ،د دایروي مقطع لرونکو ستنو لپاره فولادي سیخانو او د ستنې د مقطع په دننني محیط کې دفولادي سیخانو وېشل.

4- د ستنو ډولونه: ترلې او فنري.

5- دمقطع په ارتفاع یا ضخامت (γ)کې دکششي او فشاري فولادي سیخانو تر منځ فاصلو نسبت.

د پورتنیو هر یوه پارامتر د هر ډول بدلون له امله ځانګړی انټراکشن دیاګرام کاروړي، دستنې لپاره کولی شودوه انټراکشن دیاګرامونه هم وکاروو، چې پایلې یې دخطي انټرپولیشن په واسطه حاصلوړي. انټراکشن دیاګرام کې لاندنې پارامترونه لري:

1- (A_g)عرضاني مقطع مساحت دی د(x) اود(y) په کوردیناتو د(A_g) نسبت .

2- د عرضاني مقطع ابعاد (b اوh) د(x) اود(y) په کوردیناتو د(A_g) نسبت .

3-(ρ_g) د سیخبندی نسبت چې په هر یوه انټراکشن دیاګرام کې په مقیاس سره له (1%) څخه تر(8%) پورې ښودل شوی وي (307-309:16).

د ستنو په انټراکشن دیاګرام کې د (x) او(y) د کوردیناتو په محورونو په ترتیب سره ($R_n=\frac{P_n e}{f'_c A_g h}$) او($K_n=\frac{P_n}{f'_c A_g}$) ښودل شوي دي . د محاسبې تحلیل لپاره په ځانګړي تخریبې او نهایي باربدنې شرایطو کې د (P_n) او ($M_n = P_n.e$) قیمتونه پیدااو دضریبي بارونو او مومنټونو د زغم لپاره د ستنې وړتیاځرګندوي . د ستنو انټراکشن دیاګرام د ښې کاربدنې لپاره بایدد(ACI) کود لاندنې شرایط باید په پام کې ونیول شي :

1- د (R_n) یا (K_n) قیمتونه باید د (α) له ضریب څخه ډېر نه شي ،نود دې لپاره په هر انټراکشن دیاګرام کې د(K_{nmax}) د پیداکولو لپاره مستقیمې لیکې ښودل شوې دي .

2- د(ϕ) قیمت د(ε_t) د قیمت پر بنسټ پیداکېږي ، هغه لیکې چې په هر انټراکشن دیاګرام کې ښودل شوې دي ، هغه د(f_s) او(ε_t) قیمتونو ترمنځ توپیر ښیي . د(ε_t) قیمت لـه لـیکې د ($\frac{f_s}{E_s}$) د اخېستل شوي قیمت له مخې د(ϕ) قیمت پیداکېږي .

3- د ستنو د سیخبندی نسبت (ρ_g) باید د کود د غوښتنو په مطابق له (1%) څخه تر(8%) پورې وي .

1.9.4- د ستنو د تحلیل لپاره د انټراکشن دیاګرام کارول

(Analysis of Columns using the Interaction Diagram)

مسئلو د تحلیل لپاره مخکی له مخکې ، د موادوځانګړتیاوې (f'_c او f_y) ، د ستنې د عرضاني مقطع تفصلات (A_s' او b, h, d', A_s) او د ستنې ډول (تړلی یا فنري) باید ورکړل شوي وي . د پایې له پا سه عامل محوري فشاري ضریبي بار(P_u) او ضریبي کږېدنې مومنټ (M_u) قیمتونه دساختماني تحلیل په پایله کې پیدا او په وړاندې یې د ستنې د عرضاني مقطع د مقاومت وړتیا په لاندېنیو مرحلو کې پیداکېږي :

1- د پایې لپاره د سیخبندۍ نسبت ($\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g}$) پیدا او د کود د محدود شوي برید له (1%) څخه تر(8%) پورې د ځان ډاډمنول .

2- د ($\frac{h}{e} = \frac{P_u}{M_u}h$) مقدار پیداکول .

3- د پایې د پوښتنې مطابق د انټراکشن دیاګرام څخه د نسبتونو ټاکل ، که د پایې د دارقامو له مخې نسبتونه د یوه انټراکشن دیاګرام سره نه برابرېږي ، نو دوه یا ډېر دیاګرامونه کارېږي او پایله له هغوی څخه د اخېستل شویو نسبتونو د انټرپولیشن په واسطه حاصلېږي. د (γ, f'_c) او (f_y) قیمتونو لپاره انترپولیشن کېږي، که دوه یا ډېر انټراکشن دیاګرامونه کارېدلي وي، نو د هریوه دیاګرام لپاره د څلورمې مرحلې څخه تر شپږمې مرحلی پورې عملیه تکرار ېږي .

4- د انټراکشن دیاګرام د مبداء (0,0) څخه د (x) د محـور سره د(α) په زاویه ، چې دا زاویه د($\alpha = \arctan \frac{h}{e}$) سره مساوي کېږي ، یوه لیکه رسموو.

5- د څلورمې مرحلې په لیکه د(ρ_g) مقیاس کارېدلې دی ، چې د مقطع د(ρ_g) اړونده نقطه په نښه اود دې نقطي پر بنسټ د دیاګرام د کومکي لیکې په مرسته د(ε_t) موقعیت مشخص اود(ε_t) په واسطه د(ϕ) قیمت پیداکېږي .

6- د پنځمې مرحلې دنښه شوې نقطي څخه د (y) محور په لوري افقي لیکه رسموو چې د هغې له مخې د ($K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} \leq K_{nmax}$) قیمت او د (x) محور په لوري عمودي لیکه رسموو چې د هغې له مخې د($R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h}$) قیمت په لاس راوړو او له مخې یې د(P_n) او (M_n) قیمتونه پیداکوو .

7- د انټراکشن دیاګرام د تر منځ د اړونده انټرپولیشن په واسطه کولې شو د (ϕP_n) او (ϕM_n) قیمتونه پیدا کړو.

8- که ($K_n > K_{nmax}$) وي،نو ترهغې چې د (ACI) کود غوښتنې بشپړی نه کړي ، مقطع مناسبه نه ده .

9- که ($\phi M_n \geq M_u$) او($\phi P_n \geq P_u$) وي ، مقطع مناسبه او که ($\phi M_n < M_u$) او($\phi P_n < P_u$) وي ، مقطع نامناسبه ده (282:2).

11.4- مثال : د(7.4- مثال)کې دیویې ترلې مقطع لرونکې اوسپنیزکانکریټې ستنې وړتیاکه دهغې له پاسه (P_u= 1,800 KN) فشاري قوې ، (M_u= 420 KN. m) کرښدنې مومنټ عمل کړی وي او (f'_c = 28 MPa)او(f_y = 420 MPa) وي،د انټراکشن دیاګرام له مخې تحلیل کړئ .

حل : دپایې د مقطع دسیخبندی نسبت مساوي کښې په :

$$\rho_g = \frac{A_{gst}}{A_g} 100 = (\frac{3,693}{375 \text{ x } 600}) \text{ x } 100 = 1.64\%$$

په مقطع کې د سیخبندی نسبت د کود(,$1\% \leq \rho_g \leq 8\%$) په مطابق دی .

$$\frac{h}{e} = \frac{P_u}{M_u} \; h = \frac{1,800}{415} \text{ x } 0.60 = 2.60.$$

په(7.4- مثال)کې د ستنې دواړو لورو ته د دوو سیخانو په واسطه سیخبندي شوې ده :

$$\gamma = \frac{h-2c}{h} = \frac{600-2x\,70}{600} = 0.77; \; f'_c = 28 \text{ MPa and } f_y = 420 \text{ MPa.}$$

د(17.4) او(18.4) شکلونو کې د انټراکشن دیاګرامونو څخه (f'_c = 28 MPa,f_y = 420) اوفولادي سیخانو دواړو لورو ته واقع وي، د(γ) قیمت د(7) او(8) ترمنځ واقع دی ،چې د انټرپولیشن په واسطه ($\gamma = 0.77$) او($\alpha = \arctan \frac{h}{e} = 69^o$) قبلوو.

د(17.4) او(18.4) شکلونو کې د انټراکشن دیاګرامونو کې د مثال لپاره د ترسیم شوي لیکي څخه لاس ته راغلې نقطې لپاره قیمتونه په لاندې ډول پیدا کوو:

له لومړي دیاګرام څخه : $\varepsilon_t = \frac{f_s}{E_s} = \frac{0.70 \text{ x } 420}{0.2 \text{ x } 10^6} = 0.0015, \; \phi = 0.65$

له دویم دیاګرام څخه : $\varepsilon_t = \frac{f_s}{E_s} = \frac{0.65 \text{ x } 420}{0.2 \text{ x } 10^6} = 0.0014, \; \phi = 0.65$

له لومړي دياګرام څخه :

$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = 0.48 \Rightarrow P_n = 0.48 \times 28 \times (600 \times 375) = 3{,}024$ KN

$R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = 0.178 \Rightarrow M_n = 0.178 \times 28 \times (600 \times 375) \times 600 = 672.84$ KN.m

له دويم دياګرام څخه :

$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = 0.50 \Rightarrow P_n = 0.50 \times 28 \times (600 \times 375) = 3{,}150$ KN

$R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = 0.190 \Rightarrow M_n = 0.190 \times 28 \times (600 \times 375) \times 600 = 718.2$ KN.m

$\gamma = 0.77 \Rightarrow P_n = 3{,}024 + (3{,}150 - 3{,}024) \times \frac{(0.77-0.7)}{(0.8-0.7)} = 3{,}036.6$ KN

$\gamma = 0.77 \Rightarrow M_n = 672.84 + (718.2 - 672.84) \times \frac{(0.77-0.7)}{(0.8-0.7)} = 677.38$ KN.m

$\phi P_n = 0.65 \times 3{,}036.6 = 1{,}973.79$ KN $> P_u = 1{,}800$ KN $\Rightarrow$ OK

$\phi M_n = 0.65 \times 677.38 = 440.29$ KN. m $> M_u = 415$ KN. m $\Rightarrow$ OK

12.4- مثال : د(7.4- مثال)کې ديوې ترڅې مقطع لرونکې اوسپنيزکانکريټي ستنې وړتياکه دهغې له پاسه ($P_u = 1{,}150$ KN) فشاري قوې ، ($M_u = 440$ KN. m) کږېدنې مومنټ عمل کړی وي او ($f'_c = 28$ MPa)او($f_y = 420$ MPa) وي ،د انټراکشن دياګرام له مخې تحليل کړئ .

حل : دپايې په مقطع کې د سيخبندی نسبت مساوي کېږي :

$\rho_g = \frac{A_{gst}}{A_g} 100 = (\frac{3{,}693}{375 \times 600}) \times 100 = 1.64\%$

په مقطع کې د سيخبندی نسبت د کود ($1\% \le \rho_g \le 8\%$,) په مطابق دی .

$\frac{h}{e} = \frac{P_u}{M_u}$ $h = \frac{1{,}150}{440} \times 0.60 = 1.57$

په(7.4- مثال)کې د ستنې دواړو لورو ته د دوو سيخانو په واسطه سيخبندي شوې ده :

$\gamma = \frac{h-2c}{h} = \frac{600-2 \times 70}{600} = 0.77$; $f'_c = 28$ MPa and $f_y = 420$ MPa.

د (17.4) او(18.4) شکلونو انټراکشن دیاګرامونوکې ($f'_c = 28$ MPa)،(f_y=420MPa) اوفولادي سیخان د پایې مقطع دواړو لورو ته واقع وي، د(γ) قیمت د(7) او(8) ترمنځ واقع دی ،د ($\alpha = \arctan \frac{h}{e} = 57^o$) له مخې د لاسته راغلوقیمتونو څخه د ($\gamma = 0.77$) قیمت لپاره د انټرپولیشن له مخې محاسبه تر سره کېږي. د(17.4) او(18.4) شکلونوانټراکشن دیاګرامونو کې د($\alpha = 57^o$) په زاویه له ترسیم شوې لیکې لاس ته راغلې نقطې لپاره قیمتونه په لاندې ډول پیدا کېږي:

په لومړي دیاګرام کې مقطع د هغه لیکې په منځ کې واقع ده ،چې هلته (ε_t= 0.0035) ، نود(11.4- شکل) له مخې(ϕ) قیمت مساوي کېږي په :

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t = 0.48 + 83 \text{ x } 0.0035 = 0.77$$

د(18.4) شکل څخه : مقطع د دوو لیکو په منځ کې واقع ده ، نو :

له لومړۍ لیکې څخه ($f_s = f_y$)،نو($\varepsilon_t \approx 0.002$) او لـه دویمې لیکي څخه ($f_s = f_y$)، نـو($\varepsilon_t \approx 0.0035$) کېږي چې په پایله کې ($\varepsilon_t \approx 0.0025$)قبلوو ، نود (11.4- شکل) له مخې(ϕ) قیمت مساوي کېږي په :

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t = 0.48 + 83 \text{ x } 0.0025 = 0.69$$

$$\varepsilon_t = \frac{f_s}{E_s} = \frac{0.65 \text{ x } 420}{0.2 \text{ x } 10^6} = 0.0014,\ \phi = 0.65$$

له (17.4) شکل یا لومړي دیاګرام څخه لروچې :

$$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = 0.28 \Rightarrow P_n = 0.28 \text{ x } 28 \text{ x } (600 \text{ x} 375)/1{,}000 = 1{,}764 \text{ KN}$$

$$R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = 0.178 \Rightarrow M_n = 0.178 \text{ x } 28 \text{ x}(600 \text{ x} 375)\text{x}600 = 672.84 \text{ KN. m}$$

له دویم دیاګرام څخه لروچې :

$$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = 0.36 \Rightarrow P_n = 0.34 \text{ x } 28 \text{ x } (600 \text{ x} 375)/1{,}000 = 2{,}142 \text{ KN}$$

$$R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = 0.21 \Rightarrow M_n = 0.21 \text{ x } 28 \text{ x}(600 \text{ x} 375) \text{ x } 600 = 793.8 \text{ KN. m}$$

$$\gamma = 0.77 \Rightarrow P_n = 1{,}764 + (2{,}142 - 1{,}764) \text{ x } \frac{(0.77 - 0.7)}{(0.8 - 0.7)} = 1{,}801.8 \text{ KN}$$

$\gamma = 0.77 \Rightarrow M_n = 672.84 + (793.8 - 672.84) \times \frac{(0.77-0.7)}{(0.8-0.7)} = 684.94$ KN. m

$\phi P_n = 0.65 \times 1{,}801.8 = 1{,}171.17$ KN $< P_u = 1{,}150$ KN $\Rightarrow$OK.

$\phi M_n = 0.65 \times 684.94 = 445.21$ KN. m $> M_u = 440$ KN. m $\Rightarrow$OK.

2.9.4- د ستنو د مقطع د محاسبې لپاره د انټراکشن دیاګرام کارول

(Columns Section Design using the Interaction Diagram)

د مسئلو د محاسبې لپاره په سرکې با ید د موادو ځانګړتیاوې (f'_cاو f_y) ، د ستنې د عرضاني مقطع تفصلات (A_s' او A_s, b, h, d') او ډول (ټرلی یا فنري) وټاکل شي . د پایې له پا سه عامل محوري فشاري ضریبي بار(P_u) او ضریبي کږېدنې مومنټ (M_u) د ساختمان د تحلیل له مخې اود محاسبې او طرحې په واسطه یې د عرضاني مقطع د مقاومت وړتیا پیداکېږي . د مقطع دمحاسبې کړنلاره په لاندې ډول ده :

1- د پایو ډول او په هغې کې دفولادي سیخانو د ځای په ځای کېدنه تنظیمېږي ، په (19.4- شکل) کې د پایو د ډول په پام کې نیولو سره دېېلابېل ډول سیخانو ځای په ځای کېدنه ښودل شوې ده. دا رنګه ټاکنه د بارېدنې (د غیر محوري یا دوه محوري کږېدنې) ، د پایو د موقعیت (دننني ، بیرونۍ او یا د کنج) او د فنر دکارېدنې د اړتیاپر بنسټ ترسره کېږي ، چې پر همدې مهال د ستنو لپاره عمومي اندازې او ابعاد ټاکل کېږي .

2- په ټرلو پایو کې ($\phi = 0.65$) او په فنري پایو کې ($\phi = 0.70$) د خوندیتوب لپاره په پام کې نیول کېږي.

3- دفولادي سیخانو لپاره د محافظوي طبقې پر بنسټ د(γ) قیمت محاسبه کېږي. د دوه لایه یا دوه قطاره سیخانو(A_s, A_s') لپاره د(γ) قیمت د ($\frac{h-5}{h}$) او($\frac{h-6}{h}$) تر منځ او د څلور لایه یا څلور قطاره سیخانو په پام کې نیولو سره د($\frac{h-8}{h}$) او($\frac{h-10}{h}$) تر منځ نیول کېږي .

4- د پایې د ارقاموسره سم د انټراکشن دیاګرام څخه د نسبتونو ټاکل که د یوه انټراکشن دیاګرام سره نه برابرېږي ، نو کولی شو له یوه ډېر دیاګرامونه وکارواو پایله یې د اخېستل شوی نسبتونو د انټرپولیشن په واسطه په لاس راوړو. د (γ, f'_c) او (f_y)

قیمتونو لپاره انترپولیشن که له یوه ډبر انټراکشن دیاګرامونه کارېږي، نو باید چې د هره یوه دیاګرام لپاره تر څلورمې مرحلې پورې تکرار شي .

5- د ستنو د محاسبې لپاره د($P_n = \frac{P_u}{\phi}$) او($M_n = \frac{M_u}{\phi}$) محدود قیمتونه کارېږي .

6- له ($K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} \leq K_{nmax}$) څخه د (y) محور په لوري افقي لیکه او له ($R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h}$) څخه د (x) محور په لوري عمودي لیکه رسموو چې د دواړو لیکو دتقاطع نقطو کې د پایې د مقطع د اړتیاسره سم د(P_u) او (M_u) په وړاندې د مقاومت لپاره د(ρ_g) قیمت پیداکوو . که ($K_n > K_{nmax}$) وي ، نو اړینه ده چې د ستنې د مقطع ابعاد برابر یا ډېر شي .

8- د اړونده دیاګرامونو تر منځ د انترپولیشن په واسطه د(ρ_g) قیمت ټاکل کېږي ، که د(ρ_g) قیمت د کود غوښتنو مطابق وي، نو تر شپږمې مرحلې پورې ادامه مومي او که نه ،نو د ستنې په عرضاني مقطع له سره کتنه کېږي.

9- د ستنې په مقطع کې دفولادي سیخانو ځای په ځای کېدنه ،چې دفولادي محافظوي طبقه او د ټاکنې په ګډون ترسره رسېږي.

10- د ستنې د محاسبه شوې مقطع د ډاډمنتیا لپاره تحلیل چې د(P_u) او (M_u) په وړاندې دمقاومت وړتیا لري او که نه.

11- که دځینودلیلونو (د ډبر لوړ ډیزاین، د عامل بار او کږېدنې مومنټ په وړاندې دنه وړتیااو نه قناعت او دفولادي سیخانوکچې لوړ والی داسې نورو) له مخې محاسبه د قناعت وړ نه وي ، نوپه محاسبې له سره کتنه کېږي (د موادوځانګړتیاوې او د مقطع ابعادودسره فرضېدنې) تر هغه پورې چې محاسبه دقناعت وړ وګرځي.

13.4- مثال : یوه ټرلې ستنه چې دعرضاني مقطع ابعاد یې (450 mm x 450 mm) وي ، محاسبه کړئ ، چې د هغې له پاسه (P_u= 2,600 KN) فشاري قوې او (M_u= 410 KN. m) کږېدنې مومنټ عمل کړی وي ، که (f'_c= 28 MPa)او(f_y = 240 MPa) وي .

حل : سره له دې چې ستنه د نامعلومه لوري کږېدنې مومنټ لاندې واقع کېږي ، نو د پایې د عرضاني مقطع په دوولورودفولادي سیخانو ځای په ځای کېدنه مناسبه ده .

$$\gamma = \frac{h-5}{h} = \frac{450-125}{450} = 0.72$$

نود(17.4) او(18.4) شکلونو په انټراکشن دیاګرامونو کې د ستنې دمناسب او وړ حل لپاره د انټرپولیشن په واسطه په لاس راوړ چې:

$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{2,600}{0.65} = 4,000$ KN; $M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{410}{0.65} = 630.77$ KN. m

$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = \frac{4,000}{28 \times 450 \times 450} = 0.71$; $R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = \frac{410}{28 \times 450 \times 450 \times 450} = 0.161$

له لومړي دیاګرام څخه: $\rho_g = 0.04$; $\varepsilon_t = \frac{f_s}{E_s} = 0.25\frac{f_y}{E_s} = 0.005$, $\phi = 0.65$

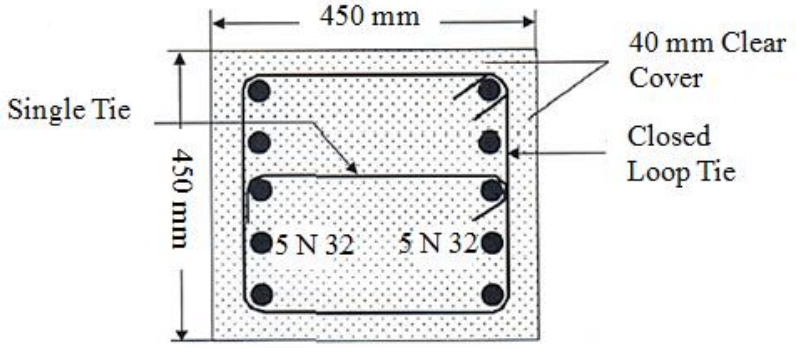
له دویم دیاګرام څخه: $\rho_g = 0.037$; $\varepsilon_t = \frac{f_s}{E_s} = 0.35\frac{f_y}{E_s} = 0.007$, $\phi = 0.65$

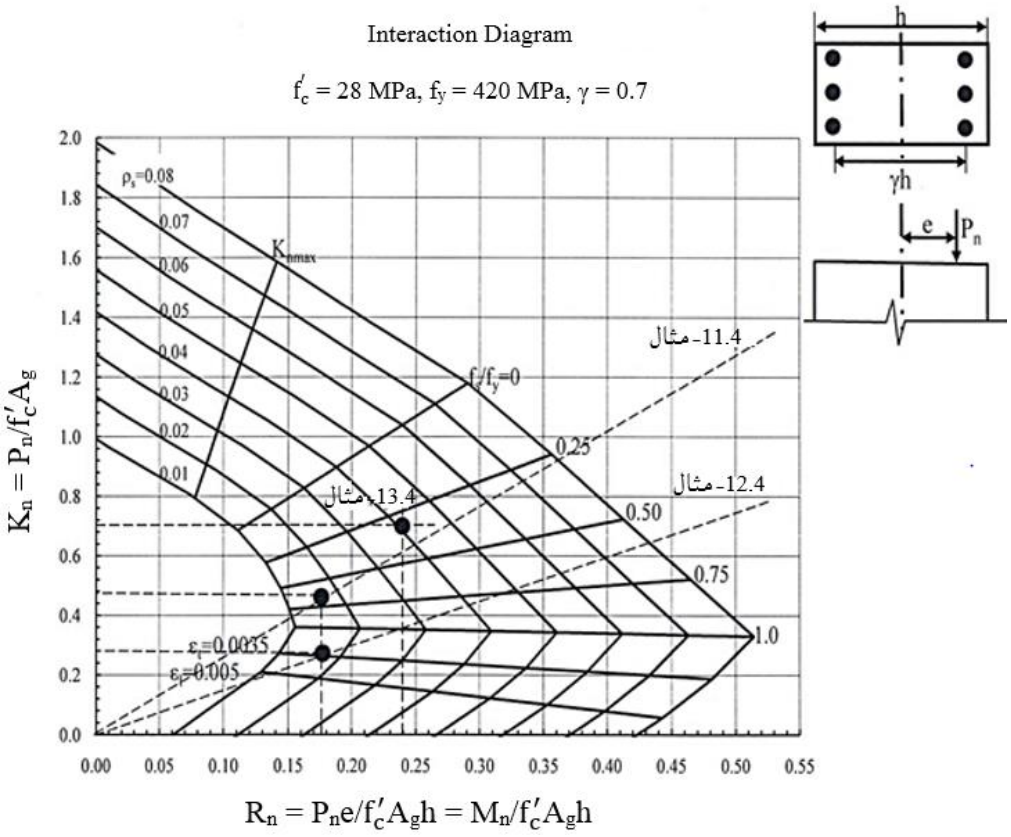
$\gamma = 0.72$; $\rho_g = 0.04 + (0.037 - 0.04)x\frac{0.72-0.70}{0.80-0.70} = 0.038$

$A_{st} = 0.038 \times (450 \times 450)^2 = 7,695$ mm^2

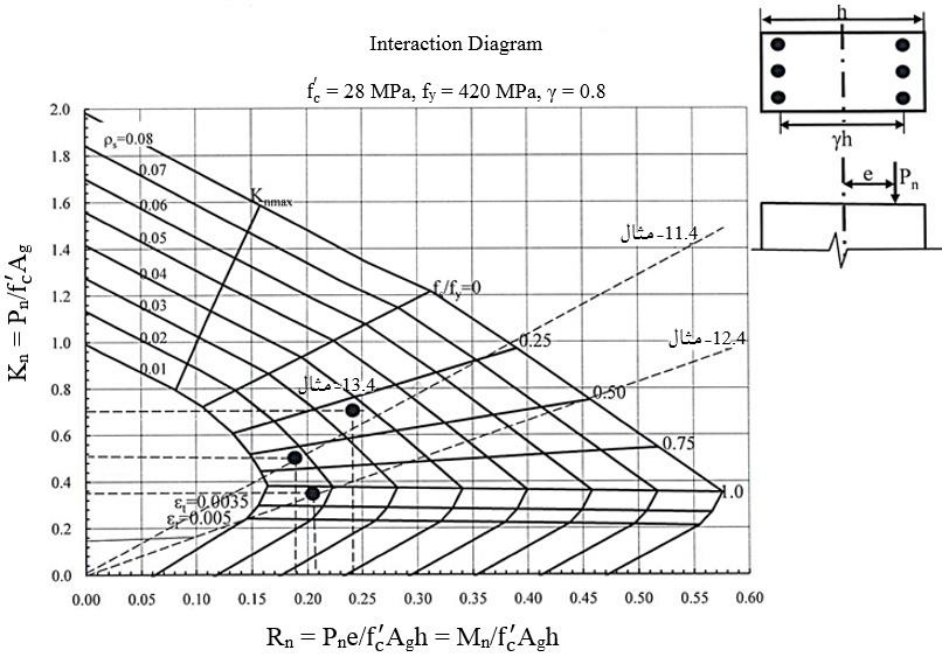
$A_s = A'_s = \frac{7,695}{2} = 3,848$ mm^2

د ستنې د مقطع لپاره (32 mm) فولادي سیخانو چې په هر لوري (5#32) سیخان ځای په ځای کېږي ، چې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي:





17.4- شکل: دستنې د مثالونو دحل لپاره لومړی انټراکشن دیاګرام.



18.4- شکل: دستنې د مثالونو دحل لپاره دویم انټراکشن دیاګرام.

10.4- په ستنو کې دوه محوره کږېدنه (Biaxial Bending in Columns)

ډېرى ستنې د دوه محوري يعنې دواړو محورونوته د کږېدنې لاندې واقع کېږي ،لکه دکنج ستنې چې کله په چوکاټ کې د د دواړو لورو څخه د ګاډرونود کږېدنې لاندې واقع شي، نو د دې کږېدنه له امله د ستنې د (x) او (y) اصلي محورونوته دوه محوري مومنټ د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيداکېږي (296:12) :

$$M_u = \sqrt{(M_{ux})^2 + (M_{uy})^2} \quad \text{..... (21.4)}$$

$$e = \sqrt{(e_{ux})^2 + (e_{uy})^2} \quad \text{..... (22.4)}$$

په (20.4- شکل) کې ستنې د (x) او (y) د اصلي محورونوته د غير محوري کږېدنې لاندې واقع شوې ،چې د مقطعو په منځ کې يې څرګند توپير شته چې د کږېدنې محوردعن المرکزيت په قوي عمود اود کږېدنې محورونه د (x) او (y) محورونو سره موازي واقع کېږي . د هغه ستنو مقطع چې د دوه محوري کږېدنې لاندې واقع کېږي ،تحليل متقابله اغېزه لرونکې او پېچلې ده . د دوه محوري کږېدنې د تحليل لپاره څو طريقې کارېږي،چې د کمپيوټر دسافتوير په مرسته هم سرته رسېږي . سربېره پر دې د (ACI)کود د دوه ګونې متناظرو مقطعو د اټکلي حل لپاره د کلفورنيا دبريکلي پوهنتون پروفيسربوريس بريسلر (Proff. Boris Bresler) لاندېنۍ رابطه معرفي کوي (297:12) :

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o} \quad \text{..... (23.4)}$$

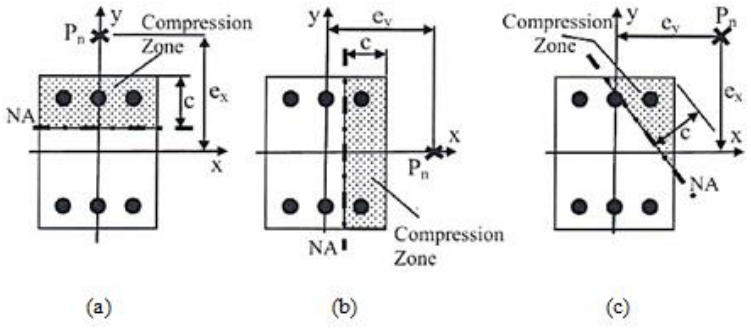
دلته :

- P_{ni} په ترتيب سره د (x) او د (y) محورونود(e_x) او(e_y) عن المرکزيتونوکې د مقطع د محور بار نومينالي ظرفيت دی.
- P_{nx} په ترتيب سره د (x) د(e_x) عن المرکزيت او د (y) محور ته د صفر عن المرکزيت کې د مقطع د محور بار نومينالي ظرفيت دی.

P_{ny} - په ترتیب سره د (y) د (e_y) عن المرکزیت او د (x) محور ته د صفر عن المرکزیت کې د مقطع د محور بار نومینالي ظرفیت دی (118:7).

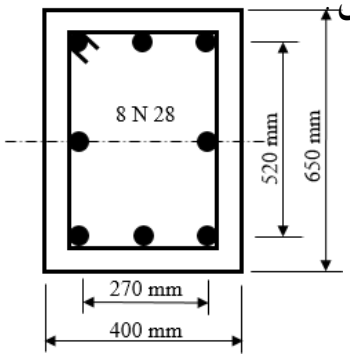
P_o - دواړو محورونو ته د صفر عن المرکزیتونو کې د مقطع د محور بار نومینالي ظرفیت دی ، چې معمولاً ($P_o = 0.85f'_cA_g + f_yA_s$) قبلېږي .

د(ϕP_{ni}) قیمت هیڅکله باید له د($\phi\alpha P_n$) قیمت څخه ډېر نه شي .



19.4- شکل: د ستنو دوه محوري کږېدنه . (a) د (x) محورته کږېدنه . (b) د(y) محورته کږېدنه . (c) د (x) او (y) محورونوته دوه محوره کږېدنه (336:8) .

14.4- مثال : د لاندې شکل له مخې که ستنه د دوه محوري کږېدنې لاندې واقع شي او په هغې کې (f'_c= 25 MPa) ، (f_y = 420 MPa) ، (e_x = 400 mm) او (e_y = 200 mm) وي، د ستنې محاسبوي ظرفیت (P_{ni}) پیدا کړئ.



حل : د (x) محورته د کږېدنې له مخې :

$$\gamma = \frac{520}{650} = 0.80;\ \rho_g = \frac{5{,}331}{400 \times 650} = 0.0205;\ \frac{h}{e} = \frac{650}{400} = 1.625$$

$$\alpha = \arctan\frac{h}{e} = 58^o;\ R_n = \frac{P_n e}{f'_c A_g h} = 0.185$$

$$P_n = \frac{28 \times (400 \times 650) \times 650 \times (0.185)}{400} = 2{,}188.55\ KN$$

د (y) محورته دکږېدنې له مخې :

$$\gamma = \frac{270}{400} = 0.675;\ \rho_g = \frac{5{,}331}{400 \text{ x } 650} = 0.0205;\ \frac{h}{e} = \frac{400}{200} = 2.0$$

داچې ($\gamma = 0.675$) ده ،نود دوودیاګرامونو ($\gamma = 0.6$) او ($\gamma = 0.7$) څخه ګټه اخلواو په پایله کې د (α) زاویې په پام کې نیولو څخه د دواړو دیاګرامونو څخه د (R_n) قیمت په لاندې ډول پیداکوو:

$$\alpha = \arctan\frac{h}{e} = 63^o;\ R_n = \frac{P_n e}{f'_c A_g h} = 0.163$$

$$P_n = \frac{28 \text{ x } (400 \text{ x } 650) \text{x } 400 \text{ x } (0.163)}{200} = 2{,}373.28 \text{ KN}$$

دمقطع محوري فشاري ظرفیت مساوي کېږي په :

$$P_o = 0.85 f'_c A_g + f_y A_s$$

$$P_o = 0.85 \text{ x } 28 \text{ x } (400 \text{ x } 650) + (420 \text{ x } 5{,}331) = 8{,}427.02 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o} = \frac{1}{2{,}188.55} + \frac{1}{2{,}373.28} - \frac{1}{8{,}427.02}$$

$$P_{ni} = 1{,}16.46 \text{ KN}$$

15.4- مثال : د لاندېني شکل له مخې که ستنه د($P_D = 450$ KN)، ($P_L = 890$KN) ، ($M_{DX} = 68$ KN. m) ، ($M_{LX} = 150$ KN. m) ، ($M_{DY} = 55$ KN. M) ، (M_{LY}=120Kn.m)دوه محوري فشاري قوې اوکږېدنې مومنټ لاندې واقع شي او په هغې کې (f'_c= 28 MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي، محاسبه کړئ .

حل : محاسبوي قیمتونه په لاندې ډول پیداکوو:

$$P_u = 1.2P_D + 1.6\ P_L = 1.2 \text{ x } 450 + 1.6 \text{ x } 890 = 1{,}964 \text{ KN}$$

$$\frac{P_u}{f'_c A_g} = \frac{1{,}964\ x\ 10^3}{28 \text{ x } 550 \text{ x } 550} = 0.232$$

دستنې له مقطع معلومېږي چې ترلې ده ، نو ($\phi = 0.65$) قبلوو:

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{1{,}964}{0.65} = 3{,}021.54 \text{ KN}$$

$$M_{ux} = 1.2\ M_{DX} + 1.6\ M_{LX} = 1.2 \text{ x } 68 + 1.6 \text{ x } 150 = 321.6 \text{ KN. m}$$

$$M_{nx} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{321.6}{0.65} = 494.77 \text{ KN. m}$$

$$M_{uy} = 1.2\ M_{DY} + 1.6\ M_{LY} = 1.2 \text{ x } 55 + 1.6 \text{ x } 120 = 258 \text{ KN. m}$$

$$M_{nx} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{258}{0.65} = 396.92 \text{ KN. m}$$

د (x) او (y) محورونو کښېدنې مومنټونو مجموعه مساوي کښې په :

$M_n = M_{nx} + M_{ny} = 494.77 + 396.92 = 891.62$ KN. m

د سیخانو اړین مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$e_x = e_y = \frac{M_n}{P_n} = \frac{891.62}{3{,}021.54} \text{ x } 1000 = 295 \text{ mm}$$

$$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g} = \frac{3{,}021.54 \text{x} 10^3}{28 \text{ x } 550 \text{ x } 550} = 0.36; \; R_n = \frac{M_n}{f'_c A_g h} = \frac{891.62 \text{x} 10^6}{28 \text{ x } 550 \text{ x } 550 \text{x} 550} = 0.0082$$

$$\gamma = \frac{h-2c}{h} = \frac{550-(2\text{x}75)}{550} = 0.727$$

داچې ($\gamma = 0.727$) ده ،نود دوودیاګرامونو ($\gamma = 0.7$) او ($\gamma = 0.8$) څخه ګټه اخلو، دانترپولیشن په واسطه ($\rho_g = 0.0223$) دسیخبندی نسبت په لاس راوړو او دمقطع څلورو لوروته د سیخانو مساحت مساوي کښې په :

$A_s = 0.0223 \text{ x } 550 \text{ x } 550 = 6{,}746 \text{ mm}^2$

که (35 mm) قطر سیخان وټاکو نود (8 N 35) سیخانو مساحت ($A_s = 7{,}693 \text{ mm}^2$) کښې چې له اړینو سیخانو مساحت ($A_s = 6{,}746 \text{ mm}^2$) څخه ډېر دی . دمقطع د تحلیل لپاره د (13.4- مثال) په څېر عمل کوو ، چې په پایله کې یې د مقطع وړتیا معلومېږي .

11.4- اوږدې (نرې) اوسپنيز ې کانکرېټي ستنې

(Slender Reinforced Concrete Columns)

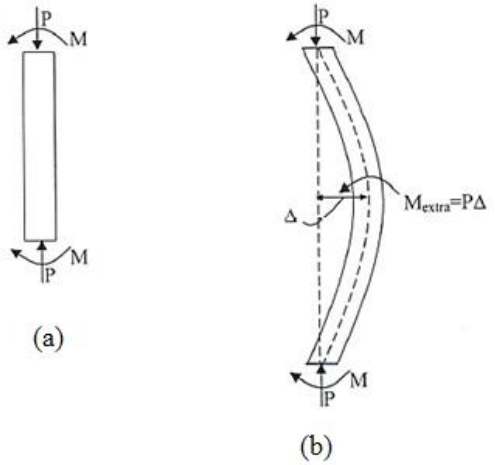
هغه ستنې چې سربېره له فشاري محوري قوې او کږېدنې مومنټ څخه د لمش يا لچ له امله اضافي مومنټ زغمي اوږدې بلل کېږي . نود دې ډول ستنو په محاسبه کې اړينه چې دلمش له امله اضافي مومنټ پيدا شي .

1.11.4 - د ستنو د لمش يا لچ له امله اضافي مومنټ

(Supplementary Moment due to Column Buckling)

مخکې د محوري فشاري او کږېدنې لاندې لنډو او هغه ستنو په هکله بحث وشو ، چې په هغې کې داوږدوالي يا لمش اغېزه جزيي فرض شوې وه .

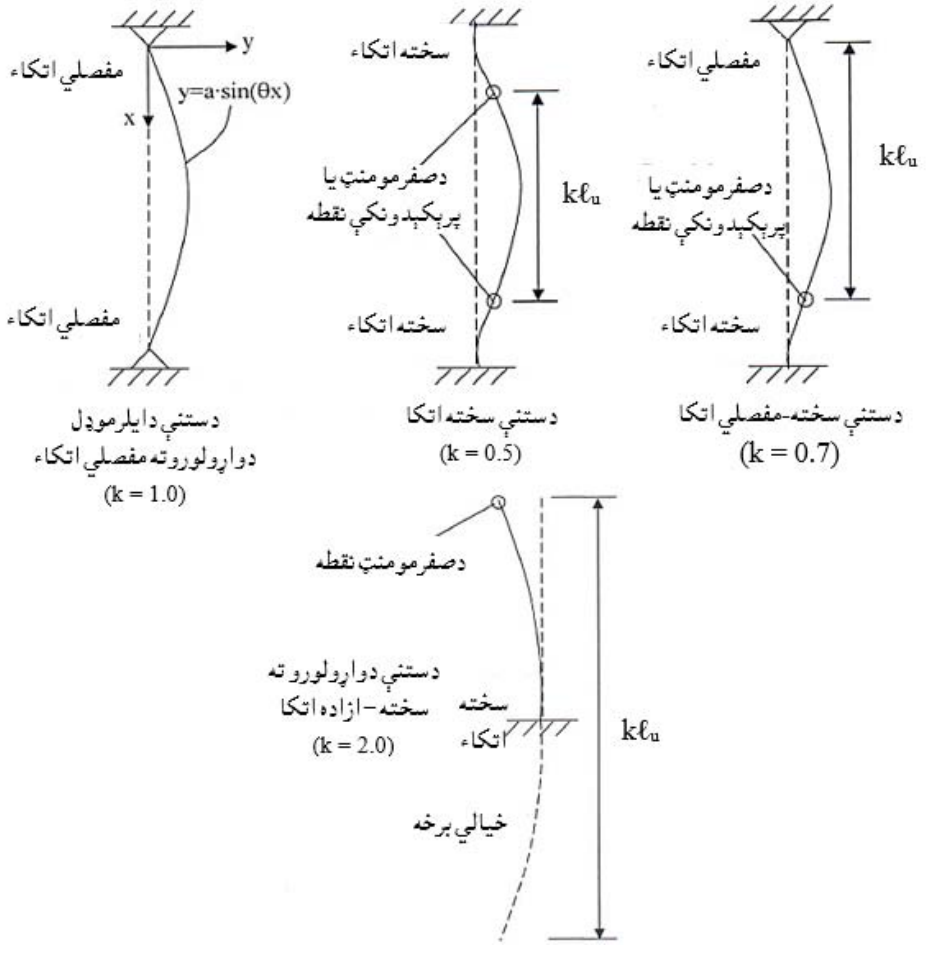
د ستنې د اوږدوالي په ډېريدنې او د عرضي مقطع د ابعادوپه کمېدنې سره ورته يادي شوې نېمګړتياوو اغېزې ډېرېږي . د پايې مرکزي ليکه کړوپېږي چې له امله يې د پايې په مقطع کې د کږېدنې اضافي مومنټ عمل کوي او په پايله کې د ستنې ظرفيت يا مقاومت کمېږي . د دې لپاره چې د شکل دارنګه اضافي بدلېدنه محاسبه کړو ، نو د تحليل دويمې مرحلې ته اړتيا ده . په (23.4- شکل) کې د اضافي کږېدنې مومنټ پېښه واضحه شوې ده .



20.4- شکل: د محوري فشاري او کږېدنې مومنټ لاندې د پايو خواص. (a) ستنه. (b) اوږده ستنه (345:8).

2.11.4- د پايې اوږدوالي نسبت (Column Slenderness Ratio)

د پايې اوږدوالي نسبت د لمش يا لچ او شکل بدلېدنې اغېزې دارزونې لپاره کارېږي چې د فعال اوږدوالي او څرخېدنې شعاع له نسبت ($k\ell_u/r$) څخه په لاس راځي . د ستنې د صفر مومنټ اوانحنايي نقطو تر منځ فاصلې ته فعال اوږدوالی($k\ell_u$) ويل کېږي . دلته(ℓ_u) د ستنې اوږدوالی دی،چې د افقي نقطو او يا د فرشونو تر منځ فاصلو په واسطه محدودېږي او (k) د فعال اوږدوالي ضريب دی . د ستنو د لمش يا لچ تحليل د ايلر(Euler's) تيورۍ پر بنسټ ، چې د هغوی دواړو انجامونه لکه د (24.4- شکل) مفصلي نښتې وي .



21.4- شکل: په ستنوکې د اوږدوالي او بېلابېل ډوله اتکاګانو اغېزه (488:1).

د محور د لمش ټاکنه د ستنې دتحلیل لپاره ډېره مهمه ده ،ځکه چې د محور لمش یا لچ د عنصر د عرضاني مقطع د محور د کږېدنې مومنټ دی ، چې لمش یا لچ او شکل بدلېدنې په واسطه رامنځته کېږي ،نو د لمش شکل بدلېدنه د عنصر د عرضاني مقطع د محور په کږېدنې عمود واقع وي . د اوږدوالي د نسبت لپاره د څرخېدنې شعاع اړینه ده ، چې لمش محور ته د انرشیا مومنټ او د مقطع د مساحت د نسبت د مربعه جذر څخه په لاس راځي . د اوږدوالي نسبت او د څرخېدنې شعاع کولی شو د لاندېنۍ ریاضیکي رابطې په واسطه وښیو :

د اوږدوالي نسبت مساوي کېږي په :

$$\text{Slenderness Ratio} = \frac{k\ell_{ui}}{r_i} \quad \text{.....(22.4)}$$

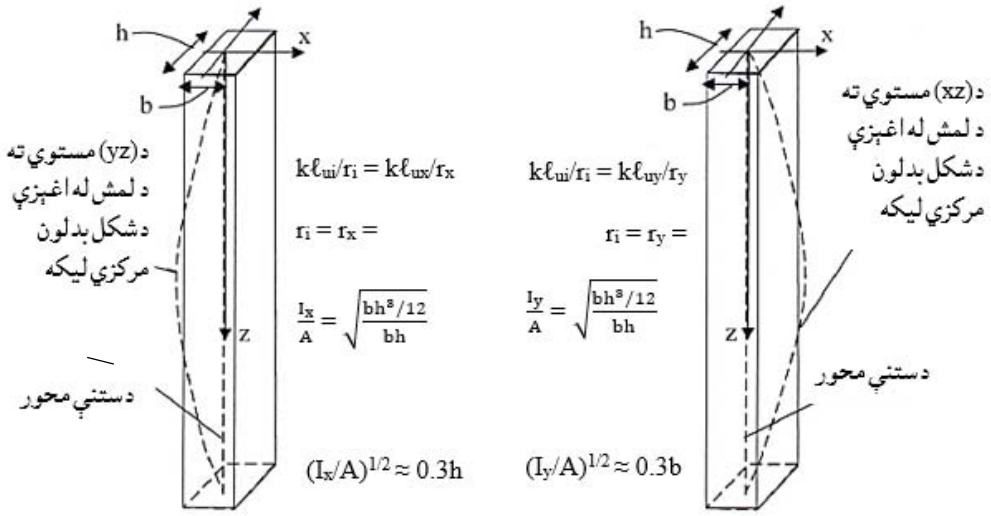
د څرخېدنې شعاع مساوي کېږي په :

$$\text{Radius of Gyration } (r_i) = \sqrt{\frac{I_{ui}}{A}} \quad \text{.....(23.4)}$$

دلته : ℓ_{ui}- د(i) محور ته د پایې غیر اتکایي اوږدوالی دی ، k- د(i) محور ته د لمش لپاره د فعال اوږدوالی ضریب دی ، $k\ell_{ui}$ - د(i) محور ته د لمش لپاره د ستنې فعال اوږدوالی دی ، I_{ui} - د(i) محور ته د ستنې د عرضاني مقطع د انرشیا مومنټ دی او A - د ستنې د عرضي مقطع مساحت دی (559-562:17).

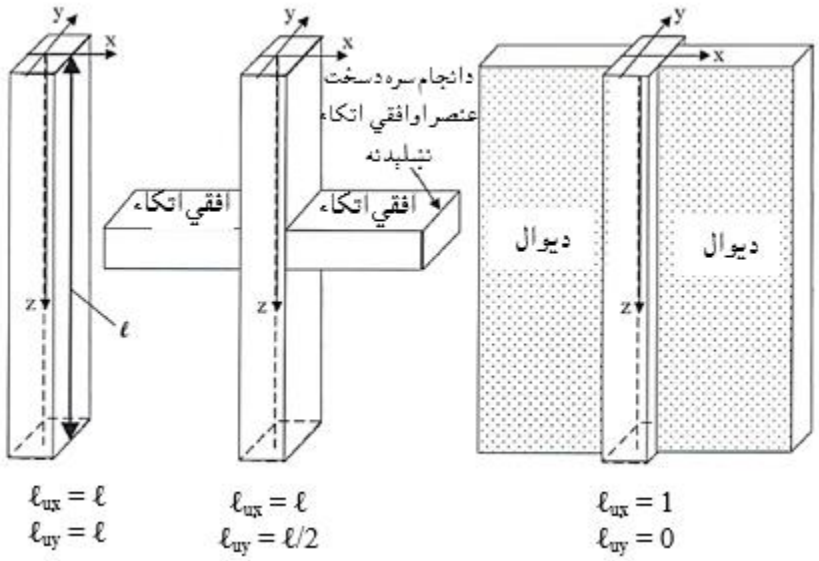
دهرې پایې عرضي مقطع دوو بنسټیزو محورونو (x او y) ته د(25.4- شکل) په څېرد لمش لپاره تحلیلېږي . په (25.4- شکل) کې د مستطیلي او مربعي مقطعو لرونکو ستنو لپاره د څرخېدنې شعاع نږدل شوې ده او د دایروي مقطع لـرونکو پایو لپاره د څرخېدنې شعاع (r) د(0.25D ≈) په اندازه په پام کې نیول کېږي ، (D) د پایې د مقطع قطر دی . د ستنې د لمش په مطالعې کې اړینه ده چې اتکاء ګانې (چې مفصلي ، سخته او یا ازاده) اړینې وارزول شي ، دمحورونو په دواړو لورو په لمش کې د($k\ell$) قیمت د (24.4- شکل) پر بنسټ پیدا کېږي . که اتکاءګاني د دواړو لورو لمش سره سر و نه خوري ، کېدی شي چې د یوه لوري لمش محور ته د اتکاء نښلېدنه سخته او د بل لوری لمش بل

محور ته د اتکاء ننبلېدنه مفصلي وي . داتکاګانود لاندېنۍ اروزنې له مخې کولی شو ، چې د اوږدوالي نسبت دواړو محورونو($\frac{k\ell}{r_x}$) او($\frac{k\ell}{r_y}$) ته محاسبه کړو. د اوږدوالي لوی قیمت د ستنې محاسبه د ډېر بحراني لمش یا لچ شرایطو ښکارندوي ده .



22.4- شکل: د مستطیلي ستنې د اوږدوالی د لمش محورونه یا مستوي ګانې (347:8) .

دیادولوده، چې ستنه په کمزوري لوري (هغه لوري چې د انرشیا مومنټ یې کوچنی وي) یاد نژد دېوال له امله چې په ځواکمن لوری یې لمش یا لچ واقع کېږي ، باید د لمش پر وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره په بشپړه توګه درابطو(Braces) په واسطه کلکه شي . همداراز د افقي عناصرواتکاء ګاني هم کولی شي ، چې ستنې درابطوپه ډول د لچ پر وړاندې ، چې د بې له اتکاء شوي اوږدوالي (ℓ) له امله مقاوم شي ، په (24.4- شکل) کې کمزوری لوری ښودل شوی دی (347,348:8).

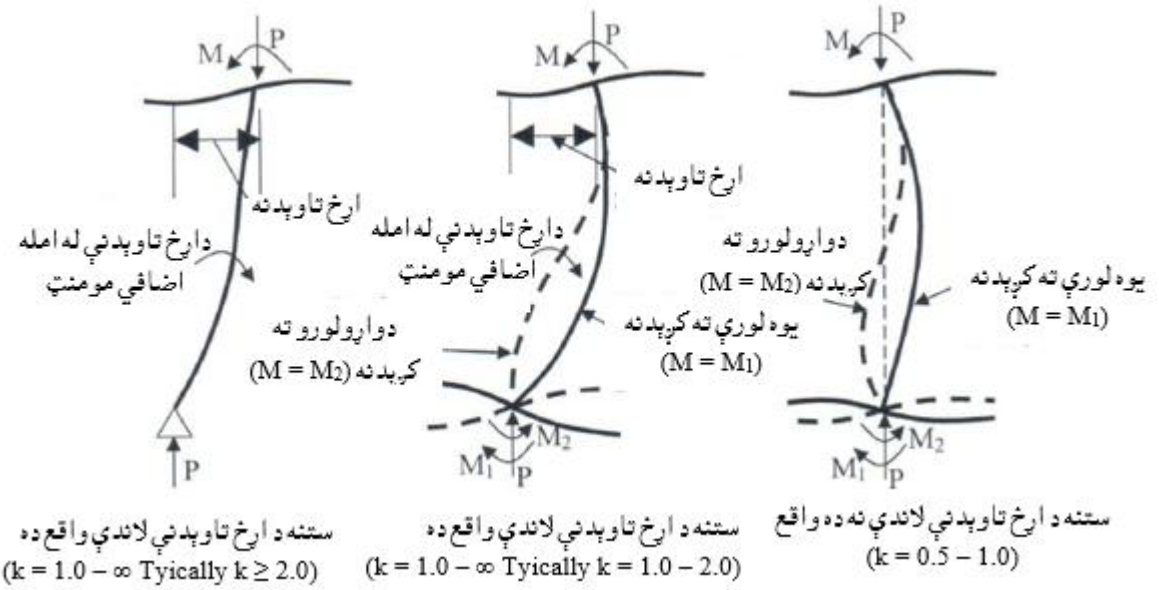


23.4- شکل: د بې له اتکاء ستنې د اوږدوالي په قیمت د افقي اتکاء اغیزه(348:8) .

3.11.4- د ستنې په اوږدوالي د اړخ تاوېدنې یاتاووښت اغیزه

(Effect of Sidesway on Column Slenderness)

د ستنې د انجامونود بې ځایه کېدنې له امله د لمش یا لچ وړتیا ډېرېږي ، چې همدا پېښه د اړخ تاوېدنې په نوم یادېږي . د اړخ د تاوېدنې په پایله کې د(27.4- شکل) په څېر د عامل بار د عن المرکزیت د ډېرېدنې له لارې د اضافي کږېدنې مومنټ د رامنځته کېدنې لامل کېږي . له دې امله درابطو په واسطه دسختوشویوستنو د تاووښت پر وړاندې د هغه پایو په پرتله چې د اړخ تاوېدنې لاندې واقع وي لږ لچ رامنځته کېږي . د ستنې په کار باندې د اړخ تاوېدنې اغیزه د فعال اوږدوالي ضریب (k) په پیداکېدنه کې په پام کې نیول کېږي . له همدې امله د(k) ضریب د ستنې د حساسیت او وړتیا داندازه کولو لپاره کارېږي او د لمش په محاسبه کې نیول کېږي، د اړخ تاوېدنه په (27.4- شکل) کې تشریح شوی دی . د(k) ضریب دهغه پایو لپاره چې دواړه انجامونه یې په سخته نښته کې په اړخ تاوشي ، د(1.0) او(2.0) ترمنځ قبلېږي .

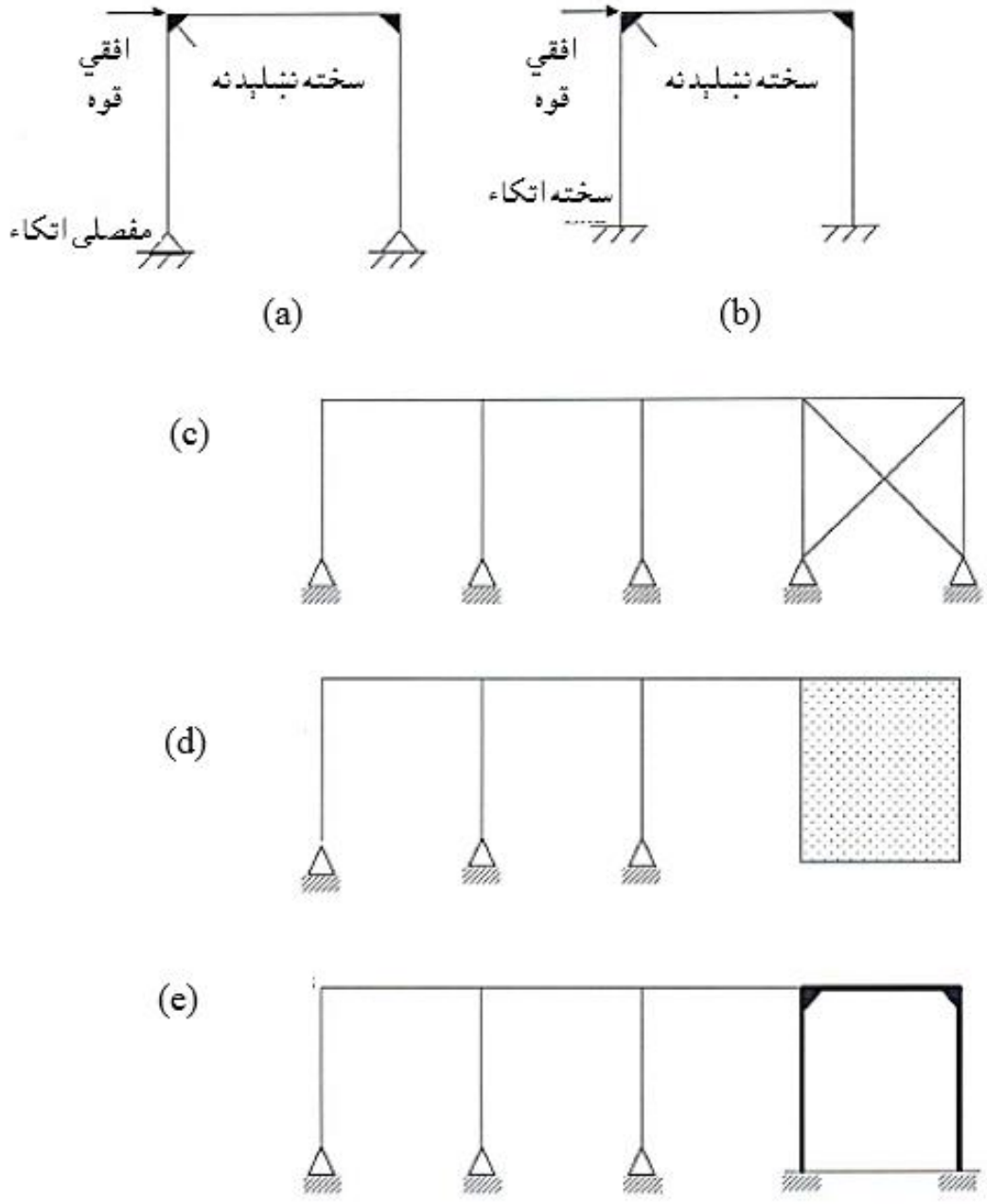


24.4- شکل: د فعال اوږدوالیي ضریب په قیمت په ارخ تاوبدني اغیزه(349:8) .

د ارخ تاوبدنې وړاندې د اوسپنیزو کانکرېټي ستنو لپاره څو بېلابېلې طریقې شته ، چې په لاندې ډول تري یادونه کېږي :

الف - ستنې د ودانۍ یوه برخه وي،خوپرېکېدونکي دیوالونه (Shear walls) افقي قوې زغمي ، د رابطو(Braces) په واسطه محکم شوي چوکاټونه هم په ودانیو کې د افقي قوو په وړاندې مقاومت (د افقي قوو مقاوم سیستم) کوي ، چې عملاً د ارخ تاوبدنه له منځه وړي . د ودانۍ هغه ستنې چې د افقي قوو مقاوم سیستم برخه نه وي ، نو د ارخ تاوبدنې له املە د افقي (د زلزلې او باد) قوو لاندې نه محاسبه کېږي .

ب - د رابطه لرونکي چوکاټ (Braced Frames) ستنې د تاووښت مخه د رابطې په واسطه نیول کېږي . سره له دې ، چې ستنه د مومنټ لرونکي چوکاټ سره د افقي قوو ، کږېدنې مومنټ او د ذخیروي تاووښت په وړاندې محاسبه کېږي . په (28.4- شکل) کې ستنې ښودل شوې دي ، چې په هغې کې دارخ تاوبدنې (Sideway) مخه نیول شوې ده.



25.4- **شکل** : په ستنې د چوکاټ د جوړښت اغېزه. (a) دافقي قوې په وړاندې مقاوم مفصلي اتکاء لرونکی چوکاټ ، (b) دافقي قوې په وړاندې مقاوم مفصلي اتکاء لرونکی چوکاټ، (c) درابطوپه واسطه دارخ مومنټ په وړاندې مقاوم چوکاټ ، (d) دپرېکېدونکې دیوال په واسطه دارخ مومنټ په وړاندې مقاوم چوکاټ او (e) دسختیِ له امله دارخ مومنټ په وړاندې مقاوم چوکاټ (350:8) .

4.11.4 - د(K) د پیداکولو لپاره د تنظیموونکي چارت یا دیاګرام کارول

(Use Alignment Chart for Determination of K)

په (24.4- شکل) کې د اتکاګانو شرایط او ریاضیکي مودلونه ښودل شوي دي ، چې مفصل د اتکاء په توګه کارکوي ، خو تاوښني یا تاووښت ته اجازه ورکوي او حرکت نه کوي . سخته اتکاء تاوښني او حرکت ته اجازه نه ورکوي او هغه عنصر چې ازاده اتکاء ولري ، کولی شي تاوو شي او هم حرکت وکړي . په څرګنده توګه د ګاډر او ستنې تر منځ نښلښني لپاره پایې ته داسې اتکاء په کار ده ، چې د بې ځایه کښدنې او تاوښني پر وړاندې مقاومه وي . د دې ډول اتکاء اغیزمنتیا د اړونده ستنې سره د ګاډرونو د سختۍ پورې اړه لري . سربیره پر دې د ګاډر او ستنې په نښلښدنې کې د فولادي سیخانو غځول د اتکاء د اغیزمنتیا لپاره ډېر مهم دي ،چې سیخان اتکاء مستقیمه مفصلي او سخت اتکایې انجامونه نه ښیلوي ، بلکې دواړه یو ځای کوي . دارنګه اتکاء ګانې ستنه په بشپړه توګه نه،بلکې په قسمي توګه له تاووښت او بې ځایه کښدنې څخه ساتي . د ستنې د انجام له تاوښدنې او بې ځایه کښدنې څخه دخوندیتوب درجه کولی شو د(ψ) ضریب په مرسته وټاکو،چې د(ψ) ضریب رابطه او شرایط د(ACI) کود په واسطه په لاندې ډول ښودل کېږي:

$$\psi_{Ai} = \frac{\sum E_{cc} I_{ci} / \ell_{uci}}{\sum E_{cb} I_{ccb} / \ell_{b}} \qquad \text{.....(24.4)}$$

دلته :

- ψ_{Ai} د (i)محورته د لچ لپاره د (A- Joint) په نښلښدنې کې د ستنې د وروستۍ د خوندیتوب ضریب دی .
- $\sum$ د (A- Joint) په نښلښدنې کې د محاسبه کښدونکې ستنې په ګډون دټولویو ځای کښدونکو ستنومجموعه ده .
- E_{cc} د ستنې د کانکرېټو دارتجاعیت مودول دی .
- I_{ci} د (i) محورته د پایې د مقطع د انرشیا مومنټ دی .

ℓ_{uci} - د (i) محورته د لمش یا لچ لپاره د ستنې بې له اتکاء اوږدوالی دی .

$\sum$- د (A- Joint) په نښلېدنې کې دټولویو ځای کېدونکو ګاډورونواو په یوه مستوي کې د لمش یا لچ مجموعه ده.

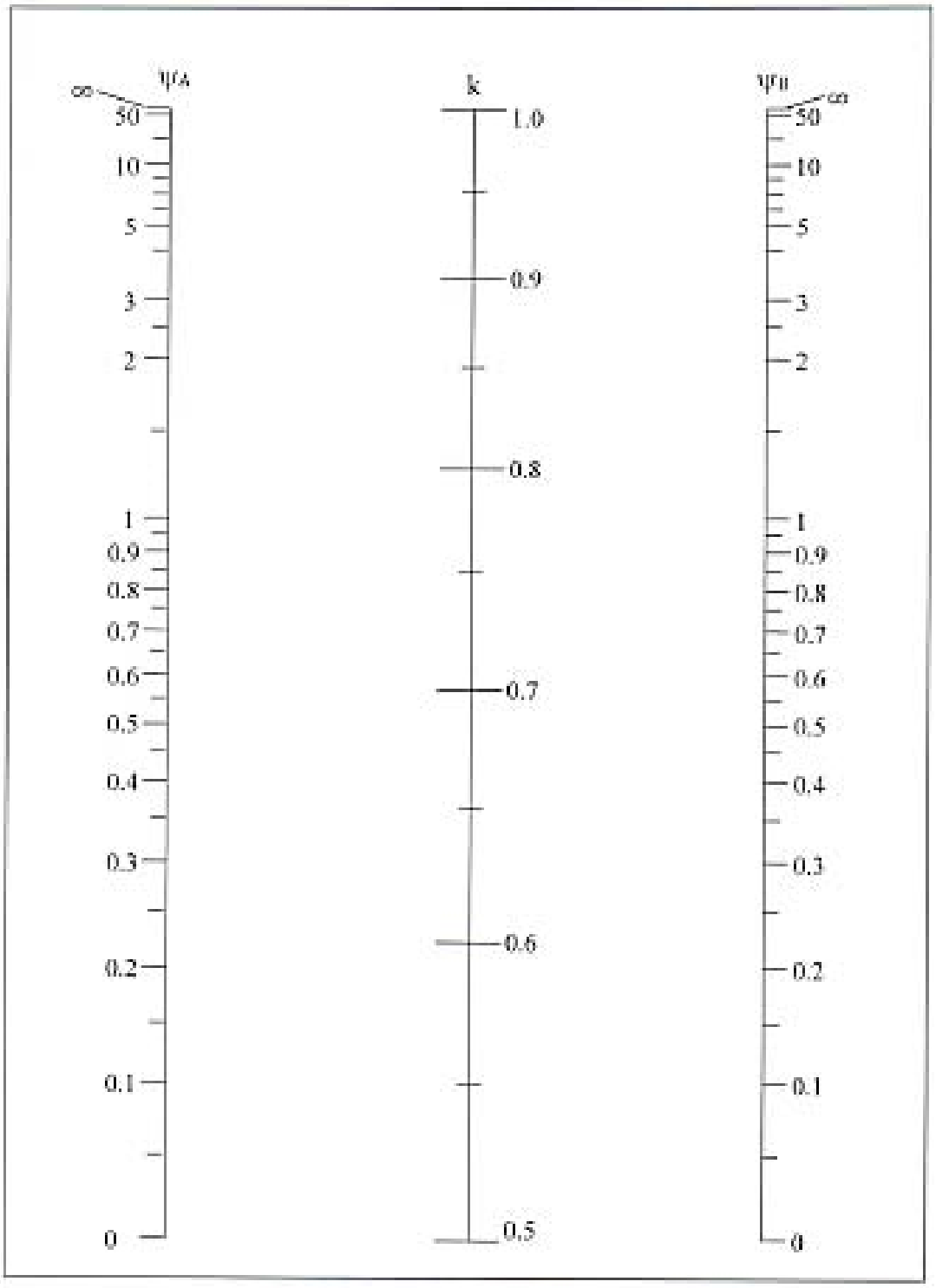
E_{cb}- د ګاډر د کانکرېټو دارتجاعیت مودول دی.

I_{cb}- افقي مرکزي محور پورې تړلي ګاډر د انرشیا مومنټ دی.

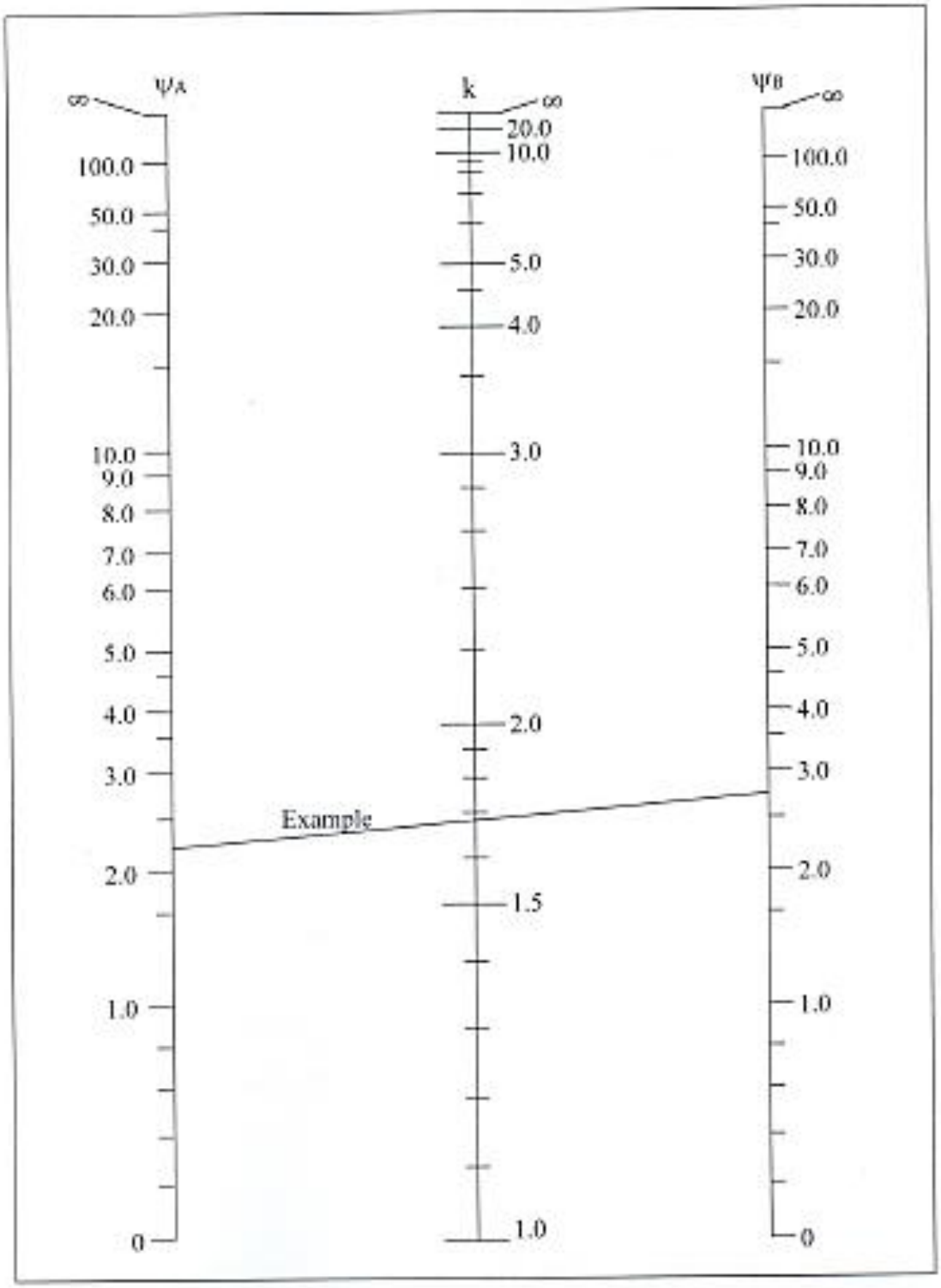
ℓ_b- د عمودي اتکاءګانو ترمنځ د ګاډر د وایې اوږدوالی دی(550-552:5) .

د(AB) ستنه د(ψ) ضریب څلور قیمتونه چې په ترتیب سره د(x) او(y) محورونو ته د لمش لپاره د (A- Joint) نښلېدنې کې دوه قیمتونه (ψ_{Ax})او(ψ_{Ay}) او د (B- Joint) نښلېدنې کې دوه قیمتونه (ψ_{Bx})او(ψ_{By}) لري . د دې ضریب په پیداکېدنې کې دا نښلېدنه(Joint) ،سختې ، مفصلي یا ازادې اتکاء ته ډېر نژدې عمل کوي او د(ψ) ضریب قیمتونه په ترتیب سره (0, 10) یا (∞) په پام کې نیول کېږي . په محاسبه کې د(ψ) ضریب دپاسنیو قیمتونو لپاره نښلېدنه په محاسبه کې سختې او مفصلي اتکاء وړ او مناسب ګڼي .

د(AB) ستنې لپاره د(K_x) قیمت د (ψ_{Ax})او(ψ_{Bx}) د قیمتونو او د(K_y) قیمت د (ψ_{Ay})او(ψ_{By}) د قیمتونو له مخې پیداکېږي . د(K_x) او(K_y) د قیمتونو د پیداکولو لپاره یوه د ګراف له لارې حل او بله تحلیلي یا ریاضیکي د حل لاره ده . ګرافیکي حل لاره یې د (ψ_{Ay})او(ψ_{By}) د قیمتونو له مخې په تنظیم شوي چارت یا دیاګرام کې د مسقیمې لیکې په پایله کې چې د(K) محور سره دتماس او تقاطع نقطې کې د(K) قیمت لوستل کېږي . د اړخ تاوېدنې د اغېزې په حالت کې د(K) د قیمت د پیداکولو لپاره د(ACI) کود په واسطه دوه چارتونه په(29.4) او(30.4) شکلونو کې ښودل شوي دي ، یو یې د بې له اړخ تاوېدنې چوکاټ لپاره چې په هغې کې د(K)قیمت د(0.5) څخه تر(1.0) پورې او بل د اړخ متحرک چوکاټ لپاره چې په هغې کې د(K)قیمت د(1.0) څخه تر(∞) پورې په پام کې نیول شوی دی.



26.4- شکل: دغیرمتحرک چوکاټ تنظیموونکې ګراف(352:8) .



27.4- شکل: دمتحرک چوکاټ تنظیموونکې ګراف(353:8) .

د (ψ) د قیمت د پیداکولو لپاره په (24.4) رابطه کې د ګاډرونو او ستنو د انرشیا مومنټونو کارول اړین دي . ګاډرونه او پایې د نهایي شرایطو لاندې د درز کېدنې په شانته محاسبوي مقاومت په پام کې نیولو کېږي . د (ψ) د قیمت د پیداکولو لپاره د (ACI) کود د کانکرېټو د ارتجاعیت مودول(E_c) ، د انرشیا مومنټ او د مقطع د مساحت غوښتنه کوي ، لکه چې په لاندې ډول تري یادونه شویې ده :

د ارتجاعیت مودول ($E_c = 4,700 \sqrt{f'_c}$) ، ($I = 0.35\ I_g$) د انرشیامومنټ د ګاډرونو لپاره ، دپایو لپاره ($I = 0.70\ I_g$) ،بې له درزه دیوالونو لپاره ($I = 0.70\ I_g$)، د درز شویو دیوالونو لپاره ($I = 0.35\ I_g$) ،د پوښښ تختو لپاره ($I = 0.25\ I_g$) او مساحت ($A = A_g$) قبلېږي . (I_g) او(A_g) په ترتیب سره د مقطع مجموعي انرشیایي مومنټ او مجموعي مساحت دی.

د (31.4- شکل) د (ψ) د قیمت پیداکېدنه په تفصیلي ډول څرګندوي . د (A- Joint) نښلېدنه د(C_1) پایې پاسنۍ او لاندېنۍ نښلېدنه د(C_2) ستنې ده . د (A- Joint) نښلېدنې سره څلورو ګاډرونو (B_1, B_2, B_3) او(B_4) د(C_1) او (C_2) ستنو سره نښتې دي . دلته د (A- Joint) نښلېدنې سره د (ψ) لپاره دوه قیمتونه ، د(x) محور لمش یاد (YZ) په مستوي کې لمش، د(ψ_{Ax}) قیمت او د(y) محور لمش یاد (XZ) په مستوي کې لمش، د(ψ_{Ay}) قیمت پیداکېږي . د(ψ_{Ax}) قیمت د پیداکولو لپاره یوازې د نو (B_1) او(B_2) ګاډرونو، چې د لمش په مستوي (YZ) په مستوي کې، واقع دی ، چې د (A- Joint) نښلېدنې کې د لمش څخه مخنیوی او ساتنه کوي . همداراز د(ψ_{Ay}) قیمت پیداکولو لپاره یوازې د (B_3) او(B_4) ګاډرونوچې د لمش په مستوي (XZ) په مستوي کې، واقع دی ، چې د (A- Joint) نښلېدنې کې د لمش څخه مخنیوی او ساتنه کوي . د(ψ_{Ax}) او د(ψ_{Ay}) قیمتونه ددواړو (C_1) او (C_2) ستنو د(K) د قیمت دپیداکولو لپاره کاربړی . د پو رتنې بحث پر بنسټ د(ψ_{Ax}) او د(ψ_{Ay}) قیمتونو د پیداکولو لپاره لاندېنۍ رابطې کاربړي :

$$\psi_{Ax} = 2\left(\frac{E_{cc}I_{gC1x}}{\ell_{uC1x}} + \frac{E_{ccC2x}}{\ell_{uC2x}}\right) / \left(\frac{E_{cb}I_{gB1}}{\ell_{B1}} + \frac{E_{cb}I_{gB2}}{\ell_{B2}}\right) \quad \text{.....(25.4)}$$

$$\psi_{Ay} = 2\left(\frac{E_{cc}I_{gC1y}}{\ell_{uC1y}} + \frac{E_{ccC2y}}{\ell_{uC2y}}\right) / \left(\frac{E_{cb}I_{gB3}}{\ell_{B3}} + \frac{E_{cb}I_{gB4}}{\ell_{B4}}\right) \quad \text{.....(26.4)}$$

دلته :

(E_{cc}) او (E_{cb}) د (24.4) رابطې لپاره تشریح شوې دي .

(I_{gc1x}) او (I_{gc1y}) - په ترتیب سره د (x) او (y) محورونو ته د (C_1) ستنې د انرشیا مجموعي مومنټ دی .

(I_{gc2x}) او (I_{gc2y}) - په ترتیب سره د (x) او (y) محورونو ته د (C_2) ستنې د انرشیا مجموعي مومنټ دی .

(ℓ_{uc1x}) او (ℓ_{uc1y}) - په ترتیب سره د (C_1) ستنې نظر (x) محور ته ، په YZ مستوي کې، او (y) محور ته ، په XZ مستوي کې، بې له تکیه کېدنې اوږدوالی دی .

(ℓ_{uc2x}) او (ℓ_{uc2y}) - په ترتیب سره د (C_2) ستنې نظر (x) محور ته ، په YZ مستوي کې، او (y) محور ته ، په XZ مستوي کې، بې له تکیه کیدنې او.دوالې دی.

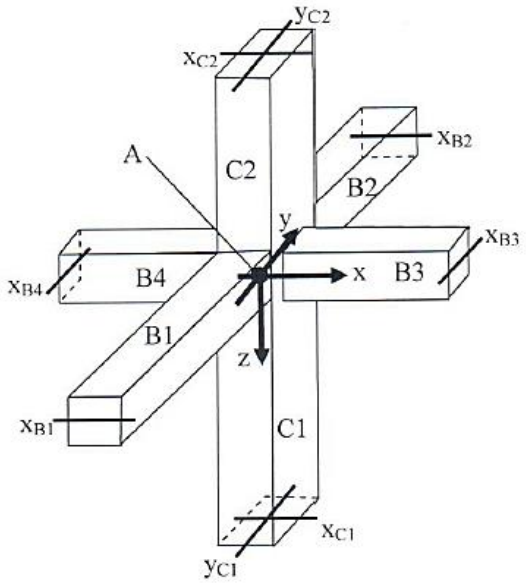
(I_{gB1}, I_{gB2}, I_{gB3}) او (I_{gB4}) - په تر تیب سره د (B_1, B_2, B_3) او (B_4) ګاډرونو نظر (X_{B1}, X_{B2}, X_{B3}) او (X_{B4}) ته د انرشیا مجموعي مومنټونه دي .

(ℓ_{gB1}, ℓ_{gB2}, ℓ_{gB3}) او (ℓ_{gB4}) - په ترتیب سره د (B_1, B_2, B_3) او (B_4) ګاډرونو اوږدوالی دی .

په نښلېدنو اواتصالونو کې چې د پایو شمېر له دوو او یا د ګاډرونو شمېر له څلورو څخه لږ وي ، د ستنو او ګاډرونو د کار په موده کې د هغې په عوض صفر قبلېږي.

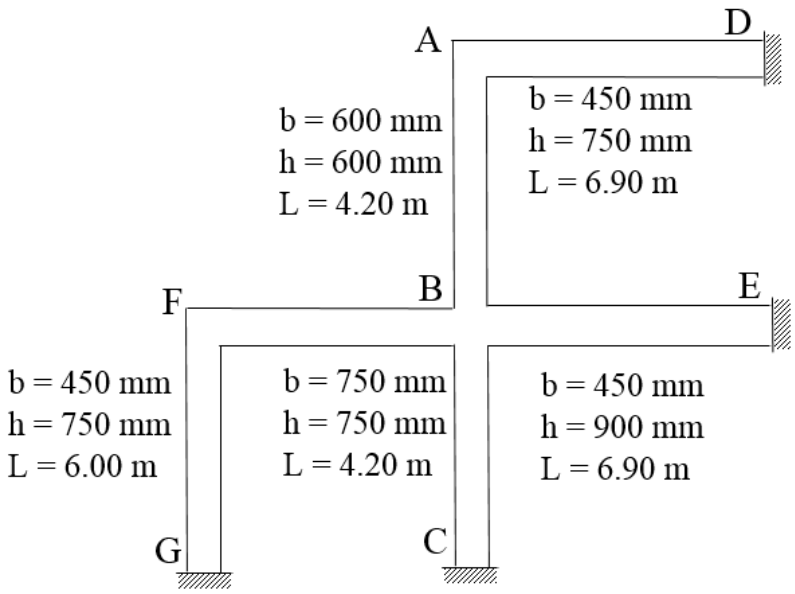
د مخکنې دریځ له مخې د (ψ) قیمت غیرمتحرک چوکاټ لپاره د (0.10) څخه تر (∞) پورې او د متحرک چوکاټ لپاره چې په هغې کې د (K) قیمت د (1.0) څخه تر (∞) پورې په ترتیب سره د سختې ، مفصلي یا ازادې اتکاء لپاره په پام کې نیول کېږي . په عمومي توګه سخته اتکاء د چوکاټونو په مومنټ کې د نورو ډولونو په نسبت ډېره عامه ده . په حقیقت کې مفصلي نښلېدنه یا پیوند د فولادي سیخانو د ځای په ځای کېدنه کې په پام کې نیول کېږي ، سره له دې ،چې په اوسپنیزکانکرېټي عناصرو کې عامه نه ده.

د(K)قیمت د تنظیموونکې دیاګرام څخه په لاس راځي ، خو ډېر محاسبه کوونکي انجنیران د بې له اړخه تاوشوي یا غیرمتحرک چوکاټونو لپاره (K= 1.0)سره قبلوي او د اړخ تاوېدونکو یا متحرک چوکاټونو لپاره یې د(2) یا (3)قیمتونه کاروي . دارنګه اټکل له یوه لورې خوندي اوله بلې خوا د تنظیموونکې دیاګرام د پیچلتیا څخه مخنیوی کوي(353-355:8) .



28.4- شکل : د ګاډرونو او پایو د(A) نښلېدنه(355:8) .

15.4 - مثال : په لاندې شکل کې دښودل شوې (AB) ستنې لپاره د فعال اوږدوالي ضریب (K) قیمت د تنظیموونکو چارتونو (Alignment charts) دکارېدنې له مخې په لاس راوړئ ، که د سخت نښلېدونکي چوکاټ مومنټ د یوې برخې لاندې د واقع کېدلو له امله اړخ تاوېدنه فــرض شوې وي او پایې اوګاډرونه یې له یو ډول کانکـرېټوڅخه چې یې (f'_c = 28 MPa)او (E_c = 24,870 MPa) څخه جوړ شوي وي .



حل : چوکاټ داسې فرض شوی دی ،چې عناصر (ستنې او ګاډرونه) يې يو له بله سره سخت نښتې دي . نو د(ψ_A) او(ψ_B) په پيداکولواو تحليل کې د مفصل اغېزه په پام کې نه نيول کېږي . د (24.4) رابطه کولې شو،چې دپايو يا ګاډرونو ديو شانته کارېدونکې کانکرېټو ($E_{cc} = E_{cb}$) له مخې د تېرپه څېر ساده کړو. د پوښتنې د حل لپاره لاندېنی جدول جوړوو :

عنصر	$I_g = bh^3/12$ (mm^4)	I/ℓ (mm^4/mm)
د(AB) ستنه	1.080×10^{10}	2,571,429
د(BC) ستنه	2.637×10^{10}	6,277,902
د(AD) ګاډر	$.582 \times 10^{10}$س1	2,292,799
د(BE) ګاډر	2.734×10^{10}	3,961,957
د(BF) ګاډر	1.582×10^{10}	2,636,719

د (24.4) رابطې نه ($\psi_A = 2 \times \frac{2,571,429}{2,292,799} = 2.24$) او ($\psi_B = 2 \times \frac{2,571,429+6,277,902}{3,961,957+2,636,719} = 2.68$) کېږي . د متحرک چوکاټونو د تنظيمونکې چارت پر بنسټ ،د (AB) ستنې لپاره د اوږدوالي فعال ضريب (K = 1.68) په (30.4- شکل) کې ښودل شوی دی .

12.4 - د ستنو په هکله د(ACI) کود څانګړتیاوې

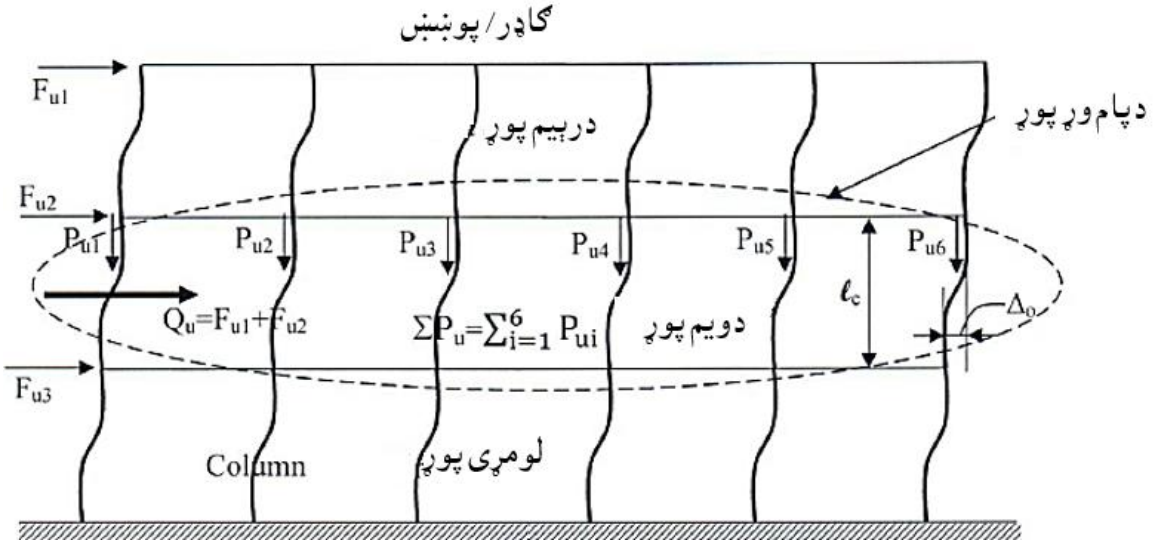
(ACI Code Characterization of Columns)

د(ACI) کود د اوږدو او نریو ستنود تحلیل لپاره دوه طریقې کاروي :
(a)غیرمتحرک چوکاټونه . (b) متحرک چوکاټونه. د غیرمتحرک او متحرک چوکاټونو د وېشلو اټکلي طریقه مخکې یاده شوه . د (ACI) کود د ودانیو هر پوړ او سطحې د وېشلو لپاره په تاوېدونکو (متحرکو)او بې له تاوېدنې(غیرمتحرکو) چوکاټونو په وېشلوسره سپارښتنه کوي . دا ډول وېشنه د هرې ودانۍ د پوړ لپاره په دوو عمودي او متقاطعو محورونو (دx اوy په لورو) کې اړینه ده اوددې په مرسته د (Q) ضریب د پوړ د استوارۍ د انډکس د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$Q = \frac{\Sigma P_u \Delta_o}{V_u \ell_c} \quad \text{.....(27.4)}$$

دلته : Q - د پوړ د استوارۍ انډکس یا ضریب دی ، $\sum P_u$ - د محاسبې لاندې پوړ دټولو پایو لپاره د نهایي فشاري بارونو مجموعه ده ، Δ_o - د محاسبې لاندې پوړ کې د پاسنېو او لاندېنیو برخوتر منځ افقي کړوپېدنه ده ، V_u- افقي عرضاني قوه ده ،چې د محاسبې لاندې پوړباندې اغېزه کوي ، چې د محاسبې لاندې د ټولو پوړونو د افقي قوو په پایله کې رامنځته کېږي . (V_u) دهماغه بارونو ترکیب دی چې له (ΣP_u) څخه په پورته توګه تري یادونه وشوه. د(27.4- رابطه) د ډېرو بحراني ترکیبي بارونو لپاره کارېږي . اوℓ_c - د محاسبې لاندې پوړ کې د ستنې اوږدوالی دی ، چې د نښلېدنو تر منځ واقع وي(573:17) .

(32.4- شکل) د درې پوړېزه چوکاټ ودانۍ لپاره د(27.4- رابطې) د پارامترونو شیماتیکه څرګندونه کوي . د (ACI) کود دپوړ د استوارۍ اندکس (Q) د متحرک (Sway) لپاره ($Q > 0.05$)او غیرمتحرک (Non-Sway) چوکاټونولپاره ($Q \leq 0.05$) ټاکلی دی[312:12] .



29.4- شکل: د درې پوړیزه ودانۍ دچوکاټ لپاره د (27.4- رابطې) شیماتیکه څرګندونه(356:8) .

1.12.4- په غیرمتحرکوچوکاټونو کې داوږدو ستنو لپاره د (ACI) کود معیارونه

(ACI Code Criterion for Slender in Non-Sway Frames)

په (33.4- شکل) کې د پایې نهایي شرایط د ډېر شوي بار لاندې په غیرمتحرک چوکاټ کې ښودل شوي دي . په دې اړه د (ACI) کود غوښتنې په لاندې ډول دي :

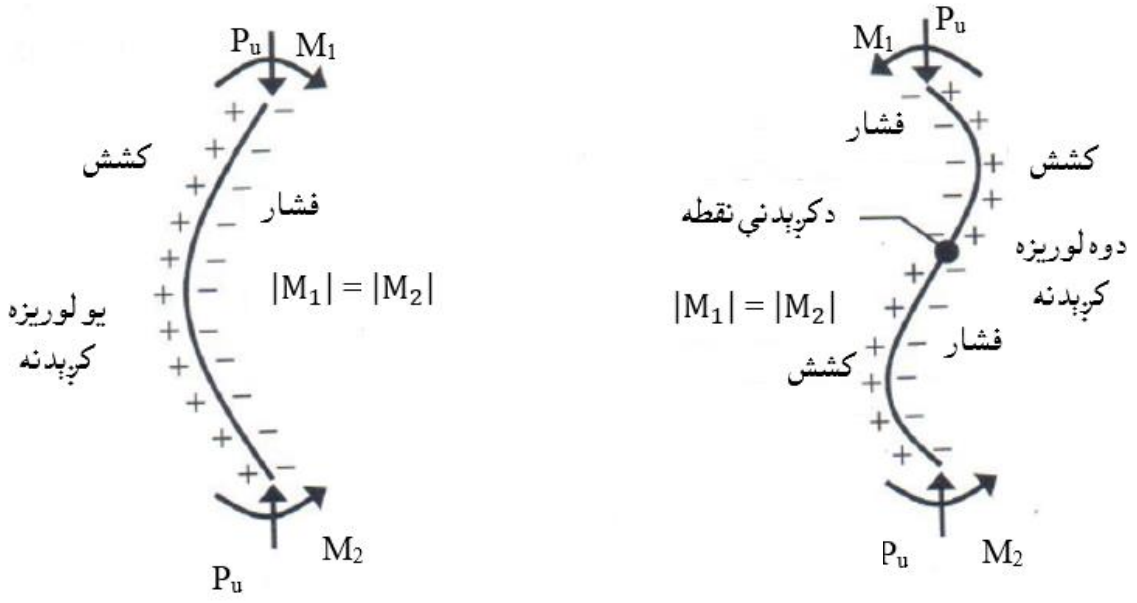
که $\left(\frac{k\ell_u}{r} \le 34 - 12\frac{M_1}{M_2}\right)$ وي نو د اوږدوالي اغیزه په پام کې نه نیول کېږي او پایه لنډه قبلېږي.

دلته : $\frac{k\ell_u}{r}$ - د ستنې د لوړوالي یا نریوالي نسبت دی .

M_1, M_2- د ستنې په انجامونوکې ضریبي شوي مومنټونه دي ، چې $|M_1| \le |M_2|$.

$\frac{M_1}{M_2} \ge 0$ - که ستنه یو لوریزه کږه (Single curvature) شوې وي ،نو هر یو لوری یې په پرله پسې توګه دفشار اود کشش لاندې واقع کېږي .

$\frac{M_1}{M_2} < 0$ - که ستنه دواړو لورو ته کږه (Double curvature) شوې وي ، نو د دواړو لورو څخه د ستنې هریو لوری په متبادله توګه دفشار اوکشش لاندې واقع کېږي،چې د کږېدنې په نقطه کې مومنټ او یا تشنج صفر وي او د یو لوریزې کږې شوې پایې په پرتله په لږ و بحراني شرایطو کې واقع کېږي.



30.4- شکل: په غیرمتحرک چوکاټ ستنه کې یولوریزه او دوه لوریزه کږېدنه (357:8) .

2.12.4- په متحرک چوکاټونو کې داوږدوستنو لپاره د (ACI) کود معیارونه

(ACI Code Criterion for Slender in Sway Frames)

په متحرکو چوکاټونو کې که $\left(\frac{k\ell_u}{r} \leq 22\right)$ وي، نو پایه لنډه قبلېږي.

دلته : $\frac{k\ell_u}{r}$ - د پایې داوږدوالي نسبت دی(572:17) .

13.4 - د مومنټ د ډېرونکې طریقې په واسطه د ستنو د تحلیل دویمه سپارښتنه

(Second Order Analysis of Columns by Moment Magnifier Method)

د اوږدو ستنود تحلیل لپاره د (ACI) کود د مومنټ ډډېرېدنې طریقه ځانګړې کړې ده . په دې طریقه کې د کږېدنې هغه ضریبې یا نهایي مومنټ چې په ستنه باندې اغېزه کوي ډېرېږي، تر څو د هغې له مخې د ستنې اوږدوالی محاسبه شي . ځرنګه چې د هر ترکیبی بار د اړونده ستنې لپاره د ضریبې بار او ډېر شوي مومنټ له مخې، چې په لاندې ډول محاسبه کېږي. د بارونو اړونده داترکیبي بار د محاسبې لاندې پایې له پاسه د ډېر شوې کږېدنې مومنټ له املې د افقي بار اغېزه ده .

1.13.4- په غیرمتحرکو چوکاټونو کې د اوږدو ستنو لپاره د ډیزېدنې مومنټ طریقه

(The Moment Magnifier Method for Slender Columns in Non-Sway Frames)

د ستنې د تحلیل لپاره په سر کې د موادو ځانګړتیاوې (f'_c) او(f_y) ، د ستنې د عرضاني مقطع ابعاد او سیخبندي او د ودانۍ ساختماني بار د ضریبې بار سره نیول کېږي . د چوکاټ د تحلیل په لومړي ارتجاعیت مرحله کې ضریبې محوري بار(P_u) او د ستنې د دواړوانجامونوضریبي مومنټونه (M_1) او (M_2) پیداکېږي، چې $|M_2| \leq |M_1|$وي ، چې د پام وړ ستنه اغیزمنه کوي . کله چې ستنې د غیرمتحرک چوکاټ پورې تړلې وي ،نو دا ډول ستنې د افقي بارونو لاندې نه واقع کېږي او د ضریبې مومنټونو د پیداکېدنې لپاره بنسټیزه سرچینه مړه او ژوندي بارونه دي . (28.4) رابطه د هغه محاسبې لاندې ستنې چې اوږده او لنډه متراکم شوي وي ،کاریږي . د(P_u) او(M_2) د اغیزې لاندې (M_2 د ستنې د دواړو څوکو لوي مومنټ دي) سرته رسېږي ، چې په متناظر ډول په کې سیخان کاریږي ، تر څو ستنه د (M_2) مومنټ او یا دې ته ورته په باالمقابل لوري محور کې دمومنټ په وړاندې مقاومت وکړي . که د بحث لاندې پایه د (29.4) رابطې له مخې اوږده په لاس راشي ، نو دهغې تحلیل د(P_u) او(M_c) د اغیزې لاندې سرته رسېږي (M_2 د پر ځای) . (M_c) ډېر شوی کېږدنې مومنټ دی ، چې د (ACI) کود د شرایطو له مخې په لاندې ډول پیداکېږي:

دغیرمتحرک ډېر شوی مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_c = \delta_{ns} M_2 \quad \text{..... (28.4)}$$

دغیرمتحرک چوکاټ ډېرېدونکی ضریب مساوي کېږي په :

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75Pc}} \geq 1.0 \quad \text{..... (29.4)}$$

د لمش یا لچ د حالت ضریب مساوي کېږي په :

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4 \quad \text{..... (30.4)}$$

دلیون هاردایلر (Leonhard Euler's) لمش یا لچ بار مساوي کېږي په:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} \text{.....} \quad (31.4)$$

د ستنې د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په :

$$EI = \frac{0.4E_cI_g}{(1+\beta_{dns})} \text{.....} \quad (32.4)$$

β_{dns} - دغیرمتحرک چوکاټ لپاره د څکېدنې ضریب (Creep Coefficient) دی ، چې د(33.4) رابطې په واسطه پیداکېږي(276:3) .

β_{dns} = Maximum Factored Sustained Axial Load / Maximum Factored Axial Load for the same load combination..... (33.4)

په مخکنیو رابطو کې وښودل شوه چې د (ACI) کود(P_c) د پیداکولولپاره د (0.4) او(β_{dns}) په (32.4- رابطه) او د(0.75) په (30.4- رابطه) کې تنظیموونکي ضریبونه دي . د مثال په ډول کولی شو(β_{dns}) د $\frac{(1.2DL+1.6SLL)}{1.2DL+1.6LL}$ ولیکو. دلته : (LL, DL) او (SLL) په ترتیب سره مړ ، ژوندی ب او دوامداره ژوندی بار دی .

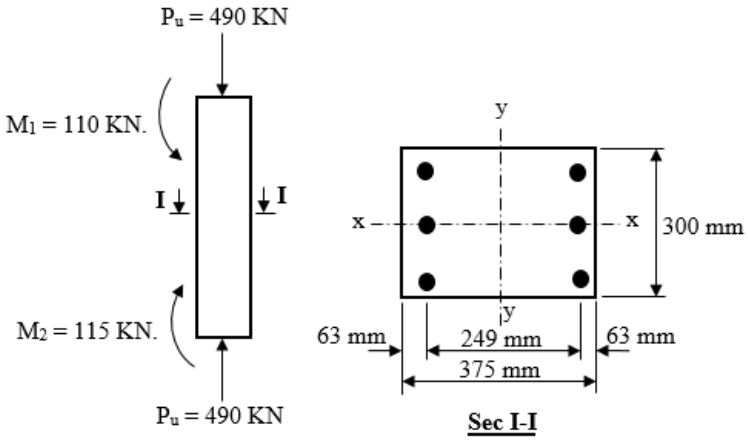
همداراز د (ACI) کود د اوږدو ستنو تحلیل لپاره د اصغري قیمت غواړي ، لکه د لاندې رابطې په ډول :

$$M_{2,min} = P_u(15\ mm + 0.03h) \text{.....} \quad (34.4)$$

دلته (h) دلمش یا لچ په مستوي کې د ستنې د عرضاني مقطع اندازه ده ، چې د لمش یا د کږېدنې د محور سره عمود وي .

د ستنې د محاسبې لپاره لومړی عرضاني مقطع فرضېږي اوبیا د هغې له مخې تحلیل سرته رسېږي . که د ستنې محاسبه د قناعت وړ نه وي ، نوپه لومړنیو فرض شوو قیمتونوله سره کتنه کېږي اواړینه ده چې په دوو عمودي د(x) او(y) محورونو دلمش یا لچ لپاره یې تکرار کړو. په محاسبوکې په غیرمتحرکوچوکاټونوکې د ډېر احتیاط لپاره (K = 1.0) او(C_m = 1.0) قبلوي (331:11) .

16.4- مثال: په لاندې شکل کې ښودل شوې ترلې مقطع لرونکې پایه ،چې د رابطې (braced) په واسطه محکم شوي چوکاټ کې واقع وي . که پایه یوازې د (y) محـورته یولوریزه کږېدنه کوي او (ℓ_u = 4.0 m)، (k = 0.83) ، (f'_c= 28 MPa) ، (f_y = 420 MPa) او ضریبي شـوی مړ بار یې (P_D = 135 KN) وي ، سیخان یې محاسبه کړئ .



حل :

1- د پایې حالت په لاندې ډول ټاکو:

$$\frac{k\ell_u}{r} = \frac{0.83 \times 4{,}000}{0.30 \times 375} = 29.51;\ 34 - 12\frac{M_1}{M_2} = 34 - (12 \times \frac{115}{110}) = 21.45$$

$$\frac{k\ell_u}{r} = 29.51 > 34 - 12\frac{M_1}{M_2} = 21.45$$

له پورتني شرط څخه څرګنده ږېږي چې ستنه اوږده ده .

2- د کانکرېټو ارتجاعیت مودول پیدا کوو:

$$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \times \sqrt{28} = 24{,}870 \text{ MPa}$$

3 - د پایې د انرشیا مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

$$I_g = (\frac{1}{12}) \times (375) \times (300)^3 = 843.75 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

4- د غیرمتحرک چوکاټ لپاره د څکېدنې ضریب د(33.4) رابطې په واسطه پیدا کوو .

$$\beta_{dns} = \frac{\text{Factored Sustained Axial dead Load}}{\text{Factored Axial total Load}} = \frac{135}{490} = 0.276$$

5- د ستنې سختي په لاندې ډول پیدا کوو:

$$EI = \frac{0.4E_cI_g}{(1+\beta_{dns})} = \frac{0.4x\ 24{,}870\ x\ 843.75\ x\ 10^6}{(1+0.276)} = 0.668\ x\ 10^{10}\ KN.mm^2$$

6- دلیون هارایلر (Leonhard Euler's) لمش یا لچ بار مساوي کېږي په:

$$P_c = \frac{л^2EI}{(k\ell_u)^2} = \frac{л^2x\ 0.668\ x10^{10}}{(0.83\ x\ 4{,}000)^2} = 5{,}975.30\ KN$$

7- د لمش یا لچ د حالت ضریب مساوي کېږي په :

$$C_m = 0.6 + 0.4\ \frac{M_1}{M_2} = 0.6 + (0.4\ x\ \frac{+110}{+115}) = 0.983 \geq 0.4$$

8- دغیرمتحرک چوکاټ ډېرېدونکی ضریب مساوي کېږي په:

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1-\frac{Pu}{0.75Pc}} = \frac{0.983}{1-\frac{490}{0.75x\ 5{,}975.30}} = 1.104 \geq 1.0$$

9- دمومنټ اصغري قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$M_{2,min} = P_u(15\ mm + 0.03h) = 490\ (0.015 + 0.03\ x\ 0.375) = 5.513\ KN.\ m$$

10- دغیرمتحرک ډېر ېدونکی مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_c = \delta_{ns}M_2 = (1.104\ x\ 115) = 126.96\ KN.\ m$$

11- ډېرشوی عن المرکزیت مساوي کېږي په :

$$e = \delta e = \frac{126.96}{490} = 0.259\ m = 259\ mm$$

12- د انټراکشن دیاګرام له مخې د سیخبندی، نسبت په لاندې ډول پیدا کوو :

$$e = \delta e = \frac{126.96}{490} = 0.259\ m = 259\ mm;$$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{490}{0.65} = 753.85\ KN \Rightarrow K_n = \frac{P_n}{f'_cA_g} = \frac{753.85x10^3}{28\ x\ 375\ x\ 300} = 0.239$$

$$R_n = \frac{M_n}{f'_cA_gh} = \frac{P_ne}{f'_cA_gh} = 0.239\ x\ (\frac{259}{375}) = 0.165 \Rightarrow \rho_g = 0.0160$$

$$A_s = \rho_gA_g = 0.016\ x\ 375\ x\ 300 = 1{,}800\ mm^2$$

که (25 mm) قطر لرونکي سیخان وکاروو ، نو د یو قطر مساحت یې ($491\ mm^2$) کېږي ، چې په مقطع کې د سیخانو شمېر ($\frac{1{,}800}{491} = 3.67 \approx 4$) کېږي ، نو په مقطع کې (4N25) سیخان ځای په ځای کېږي.

2.13.4 - په متحرکو چوکاټونوکې د اوږدوستنو لپاره د مومنټ د ډبرېدنې طریقه (The Moment Magnifier Method for Slender Columns in Sway Frames)

د ستنې د تحلیل لپاره د موادو ځانګړتیاوې (f'_c) او(f_y) ، د ستنې د عرضاني مقطع ابعاد او سیخبندي دمخه په پام کې نیول کېږي .

الف- د افقي بار لپاره محاسبه (Design for Lateral load) : د بحراني ضریبي ترکیبي بارونو په ترکیب کې افقي بار غوره شوی دی . د ودانۍ ساختمان د غوره شوي ضریبي بار سره بارېږی . د چوکاټ د ارتجاعیت تحلیل په دوو لومړنیو مرحلو کې سرته رسېږي . د لومړني تحلیل د بې له تاوېدنې (ګراویټی بار Gravity load) د ضریبي بار د ونډې اودویم تحلیل د ضریبي بار (باد یا زلزلې) د تاوېدنې د ونډې داغېزې لاندې سرته رسېږي . د پام لاندې ستنې د مجموعي ضریبي محوري بار (P_u) او ضریبي مجموعي اخرني مومنټونو (M_1 او M_2 په داسې حال کې چې $|M_1| \leq |M_2|$) د دواړو تحلیلونو د اغېزې د جمع کولو په پایله کې پیداکېږي . د بې له تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (په لومړي تحلیل) په پایله کې اخرني مومنټونه په (M_{1ns}) او(M_{2ns}) او د تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (په دویم تحلیل) په پایله کې نهایې مومنټونه په (M_{1s}) او(M_{2s}) نومول کېږي . په (M_{1ns}) ،(M_{2ns}) ، (M_{1s}) او(M_{2s}) په ترتیب سره د بې له تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_1) او د تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_1) ، د بې له تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_2) او د تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_2) دي . د (ACI)کود لازمه ګڼي ،چې د ستنې تحلیل او محاسبه د(P_u) او د لاندېنیو ضریبي اخرنیو مومنټونو د اغېزې لاندې سرته رسېږي :

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s} \quad \text{.....(37.4)}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s} \quad \text{.....(38.4)}$$

دلته : (M_1 او M_2) - د پام لاندې ترکیبي بار له امله د پایې د اخر ضریبي مومنټونه دی ، چې $|M_1| \leq |M_2|$.

(M_{2ns}) ، (M_{1s}) او(M_{2s}) - په ترتیب سره د بې له تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_1) او د تاوېدنې ضریبي شوي بار د ونډې (M_1) ، د بې له تاوېدنې ضریبي بار د ونډې (M_2) او د تاوېدنې ضریبي شوي بار د ونډې (M_2) دي .

δ_s - د متحرک چوکاټونو ډېرېدونکی ضریب دی .

دلته د (ACI)کود په ګډون د(δ_s) پیداکېدنې لپاره درې طریقې دي ، چې پا لاندې ډول تري یادونه کېږي :

لومړی طریقه :

$$\delta_s = \frac{1}{1-Q} \geq 1.0 \quad \text{.....(39.4)}$$

دلته : (Q) د پورې د استواری انډکس دی ، چې د (17.6) رابطې پر بنسټ پیداکېږي . د (ACI)کود هغه مهال د(17.19) رابطې څخه د ګټې اخستنې اجازه ورکوي چې $(\delta_s \leq 1.5)$ شي او پر ته له دې څخه د دویمې او دریمې طریقې څخه ګټه اخېستل کېږي .

دویمه طریقه :

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum Pu}{0.75\sum P_c}} \geq 1.0 \quad \text{.....(40.4)}$$

دلته : $\sum$ - په یوه پورې کې د ټولو ستنو مجموعه ښیي . د (P_c) پیداکېدنه مخکې توضیح شوه، چې که د(β_{dns}) پر ځای (β_{ds}) وکارېږي ،نو (β_{ds}) په لاندې ډول پیداکېږي :

(β_{ds}) - دمتحرک چوکاټ د څکېدنې ضریب دی .

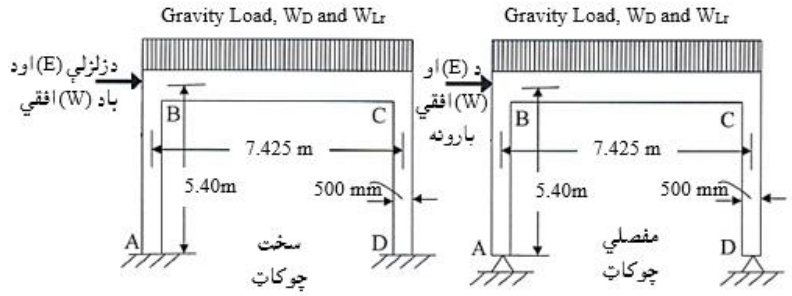
(β_{ds}) - د پورې اعظمي دوامداره ضریبي یا د هغه پورې اعظمي دوامداره ضریبي عرضاني قوه ده، چې په هغې ستنه د همدې ترکیبی بار لپاره په پام کې نیول شوي وي ، په محاسبه کې د ګراویټي بار لپاره $(\beta_{ds}= 0)$ قبلېږي او د پورې په عرضاني قوو کې نه کارېږي . سره له دې ، هغه ودانۍ چې په میلان سره د خاورو فشار د هغې د اړخ تاوېدنې لامل کېږي ، د هغې لپاره پېچلي تحلیل ته اړتیا ده (126:9) .

دریمه طریقه : د(β_{ds}) د پیداکولو لپاره دریم بدیل دویمه مرحله د ارتجاعیت تحلیل دی ، چې په کې د انرشیا مومنټونوڅخه ګټه اخېستل کېږي . دا طریقه د(β_{ds}) د پیداکولو

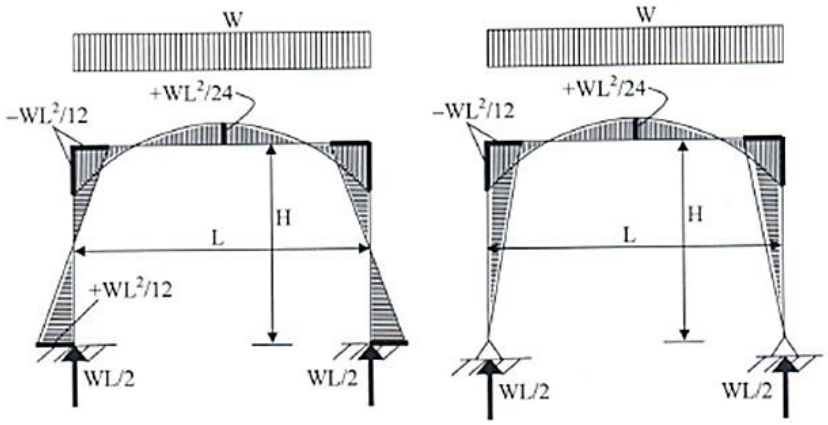
لپاره ډېره دقیقه ده . د (ACI)کود د(β_{ds}) قیمت د (2.5) پورې محدودوي اودپورډمحکمیت دلورېدنې لپاره(β_{ds}> 2.5) اړتیا ده . که په مثال کې پورې نرم قبول ډېرشي ، نو دشکل د ډېرې بدلېدنې له امله کېدی شي د درز کېدنې له امله تخریب شي .

ب- د ثقلي بار لپاره محاسبه (Design for Gravity Load) : په متحرکو چوکاټونو کې ځانګړې ستنې د ګراویټي بار د اغېزې لاندې ممکن لمش یا لچ وکړی . د (ACI)کود لازمه ګڼي چې په متحرکو چوکاټونو کې د ستنې تحلیل د ثقلي ترکیبي بار د اغېزې لاندې ، پرته له افقي بارونو څخه دهغې طریقې په کارونې چې مخکې تشرېح شوه سرته رسېږي ، سره له دې چې (K) د ستنې لپاره د متحرک چوکاټ د یوې برخې په توګه پیداکېږي . په متحرک چوکاټ کې د ستنو تحلیل او محاسبې لپاره اړینه ده چې د ببلابېلو بارونو ترکیب یوازې دثقلي او یا دثقلي او افقي بارونو ترکیب په پام کې ونیول شي .

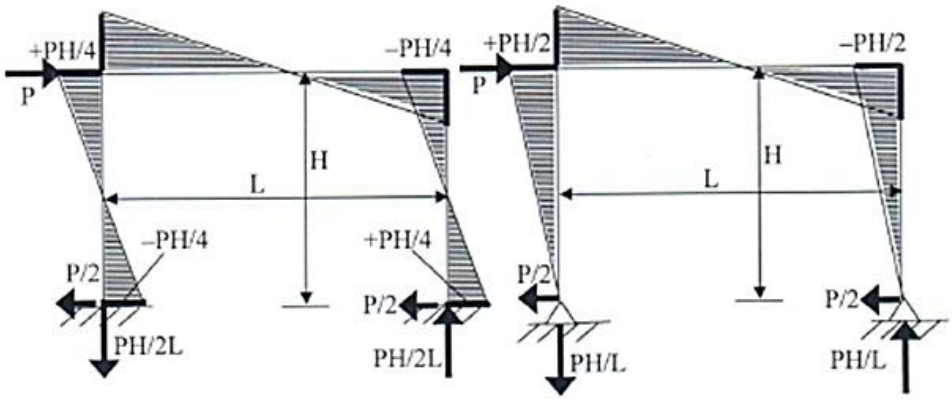
17.4- مثال : په لاندېنې شکل کې دوه یو پوړیزه چوکاټونه چې دثقلي او افقي بارونو لاندې ښودل شوي دی . د پارټل چوکاټ طریقه (Portal Frame Method) د ستنې د محاسبوې محوري قوو او مومنټونو دپیداکولو لپاره کارېږي ، پرته له دې چې د (ACI)کود د مومنټ ډېرېدونکې طریقه وکارېږي .دچوکاټ په اجزاوو (W_D = 22 KN/m) ثقلي مړ، (W_{Lr} = 18 KN/m) ثقلي ژوندی، د (E = 53 KN) دزلزلې او (W = 24 KN) بادبارونه په پام کې نیول شوي دی .



حل : د پارټل چوکاټ طریقې دکارېدنې له مخې محوري قوي او د کرېدنې مومنټونه د ثقلي او افقي بارونو له امله په لاندې ډول پیداکوو :



دثقلي بارونو له امله مومنټونه او محوري قوې .



د افقي بارونو له امله مومنټونه او محوري قوې .

د چوکاټونود ښودل شوي تحليل پر بنسټ، دهرچوکاټ د(B) يا (C) نښلېدنو(Joints) لپاره دپايې مومنټونه او محوري قوې په لاندې جدول کې ښودل شوې دي .، چې د مومنټ يو شانته اشارې د مومنټ په دياګرامونو کې ښودل شوې او د محوري بار لپاره منفي اشارې د فشار ښودونکې دي :

د بار اغيزه	د مړ بار مومنټ (KN. m)	د مړ بار محوري قوه (KN)	دفرش د ژوندي بار مومنټ (KN. m)	دفرش د ژوندي بار محوري قوه (KN)	زلزلې د بار مومنټ (KN. m)	زلزلې د بار محوري قوه (KN)	دباد د بار مومنټ (KN. m)	دباد د بار محوري قوه (KN)
سخت چوکاټ	- 103.86	- 116.99	- 83.11	- 93.41	± 73.21	± 19.57	± 32.40	± 8.45
مفصلي چوکاټ	- 103.86	- 116.99	- 83.11	- 93.41	± 146.43	± 39.14	± 64.67	± 16.90

په دياګرامونو کې د مومنټ اشاري يوډول ښودل شوې دي ، خو دمحوري بار لپاره منفي اشاري د فشار ښيي.

دمثال بارونه د لاندېنيو ترکيبونو په پام کې نيولو سره دسخت او مفصلي چوکاتونو دټولو جينټونو يا نښلېدنو سره مومنټونه او قوې په لاندېنيو جدولونو کې ښودل شوې دي.

$U_2 = 1.2D + 0.5Lr$

$U_3 = 1.2D + 1.6\ Lr \pm 0.8\ W$

$U_4 = 1.2D \pm 1.6\ W + 0.5\ Lr$

$U_5 = 1.2D \pm 1.0\ E$

$U_6 = 0.9D \pm 1.6\ W$

$U_7 = 0.9D \pm 1.0\ E$

په سخت چوکاټ کې د (B) يا (C) نښلېدنو(Joints) مومنټونه اومحوري قوې.

دبارونو ترکيب	U2	U3	U4	U5	U6	U7
(-) Moment (KN. m)	-166.22	-283.50	-160.8	-197.81	-145.34	-166.63
Axial Force (KN)	- 187.27	- 296.70	- 200.61	- 160.14	- 118.77	- 107.20
(+) Moment (KN. m)	-166.22	- 231.71	- 114.30	- 51.39	- 41.62	- 20.20
Axial Force (KN)	- 187.27	- 282.91	- 173.48	-120.99	- 91.63	-130.33

په مفصلي چوکاټ کې د (B) يا (C) نښلېدنو(Joints) مومنټونه اومحوري قوې.

دبارونو ترکیب	U2	U3	U4	U5	U6	U7
(-) Moment (KN. m)	-166.22	-309.40	-269.67	-271.03	-197.00	-239.84
Axial Force (KN)	- 187.27	- 303.37	- 213.96	- 179.71	- 132.56	- 144.58
(+) Moment (KN. m)	-166.22	- 205.81	- 62.77	+ 21.83	+ 10.03	+ 53.01
Axial Force (KN)	- 187.27	- 276.23	- 160.14	-101.42	- 78.29	-66.28

په پورتني جدول کې د زلزلې او باد بارلپاره د بار په ترکیب کې منفي دی ، خو په دې مثال کې د دې برعکس د زلزلې او باد بارونه متناوب لوري لري ، نو له دې کبله هر یو دوه ځلې د بار په اړونده ترکیب کې په پام کې نیول شوي دي . د مومنټ د ډېرېدنې طرېقې پرته داسې څرګندېږي ،چې د سخت چوکاټ لپاره (U_3) د (-)، د مفصلي چوکاټ لپاره (U_3) د (-) اشارې سره او د (U_7) د (+) اشارې سره هم د بار ډېر بحراني ترکیبونه دي، تر څو چې د فولادي سیخـــانو په موقعیت کې د مومنټ د اشـــارې او لوري د اړتیا په پام کې نیولو له امله بدلون نه وي راغلی . په پایلـه کې د سخت چـوکاټ لپاره (M_u = - 283.50 KN. m) ، (P_u = - 296.70 KN) او د مفصلـــي چـــوکاټ لـــپاره (M_u = - 309.40 KN. m) ، (P_u = - 330.37 KN) بحراني مومنټونه او محوري قوې دي.

یادونه : ستنې د مومنټ د لوري د نېمګړتیا د مخنیوي او محاسبې د ساده والي لپاره په متناظر ډول سیخبندي کېږي .

18.4- مثال: دتېرمثال چوکاټونو کې که (k = 1.5) او پایې اوږدې وي ، نو یې محاسبه کړئ .

د سخت چوکاټ لپاره : $\frac{k\ell_u}{r} = \frac{1.5\ x5400}{0.29\ x\ 500} = 55.89 > 22$ ، نو پایه اوږده ده .

د مفصلي چوکاټ لپاره : $\frac{k\ell_u}{r} = \frac{1.5\ x\ 5400}{0.29\ x\ 500} = 55.89 > 22$: ، نو پایه اوږده ده .

دلته : (0.29h = 0.29 x 500 mm) - په هواره مستوي کې د ستنې د څرخېدنې شعاع ده ، چې له ($r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{(bh^3)/12}{(bh)}} = 0.29h$) سره مساوي کېږي .

Σ - په چوکاټ کې د محاسبه کېدونکوټولو ستنولپاره د افقي قوو په وړاندې مرسته کوونکې مجموعي قوه ده . د (17.4- مثال) لپاره د دواړو پایو لپاره یې په لاندې ډول پیداکوو :

د ایلر لمش یا لچ کوونکې بار (Euler's Buckling Load) $P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2}$

د ستنې د انرشیا مومنټ (column Moment of Inertia) $EI = \frac{0.4E_cI_g}{1+\beta_{ds}}$

β_{ds}- د یوه پوړ د ستنې لپاره چې دیوډول باری ترکیب لپاره په پام کې نیول شوي وي، دپوړ دوامداره ضریبي اعظمي عرضاني قو ه ده . که په ثقلي بار باندې افقي قوي په چوکاټ کومه اغېزه نه وي کړې ،نو (β_{ds}= 0) قبلېږي .

د سخت چوکاټ لپاره :

$$EI = \frac{0.4E_cI_g}{1+\beta_{ds}} = \frac{0.4x\ 4{,}700\sqrt{28}\ x\ 300\ x\ (500)^3/_{12}}{1+0} = 3.11\ x\ 10^{13}\ N.\ mm^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} = 2\ x\ \frac{\pi^2 x\ 3.11\ x\ 10^{13}}{(1.5\ x\ 5{,}400)^2} / 1{,}000 = 473.82\ KN$$

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{0.75\ \sum P_c}} = \frac{1}{1-\frac{2x296.7}{355.4}} = 1.49 \geq 1.0$$

د مفصلي چوکاټ لپاره :

$$EI = \frac{0.4E_cI_g}{1+\beta_{ds}} = \frac{0.4x\ 57{,}000\sqrt{4{,}000}\ x\ 12\ x\ (20)^3/_{12}}{1} = 1.15x10^{10}\ lb.in^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} = 2\ x\ \frac{\pi^2 x\ 3.11\ x\ 10^{13}}{(1.5\ x\ 5{,}400)^2} / 1{,}000 = 473.82\ KN$$

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{0.75\ \sum P_c}} = \frac{1}{1-\frac{2\ x\ 330.37}{355.4}} = 1.16 \geq 1.0$$

لاندېنې جدول کولی شي چې د متحرک چوکاټ د ډېریدنې ضریب لپاره د(39.4) رابطې په کارونې سره د متحرک چوکاټ د ډېریدنې ضریب لپاره مرسته وکړي :

په سخت چوکاټ کې ډېره شوې محوري قوه او(δ_s) .

د بار ترکیب	U2	U3	U4	U5	U6	U7
$\sum P_u$ (KN)	374.54	340.73	401.23	338.06	237.54	249.99
δ_s	1.05	1.09	1.06	1.05	1.03	1.04

په مفصلي چوکاټ کې ډېره شوې محوري قوه او(δ_s) .

د بار ترکیب	U2	U3	U4	U5	U6	U7 (-)	U7(+)
$\sum P_u$ (KN)	374.54	606.74	427.92	359.42	256.11	249.10	132.56
δ_s	1.10	1.18	1.12	1.10	1.07	1.08	1.03

$\frac{k\ell_u}{r}$ = 55.89 -په مفصلي چوکاټ کې دیوڅه اوږدو ستنو لپاره ،چې د ډېریدنې ضریب یې (1.18) نیول کېږي اوپه پرتلیزه توګه د افقي بارونو لاندې ستنو لپاره په کې د شکل بدلونونه ممکن ډېر لوړ څرګند شي . په عمومي توګه سپارښتنه کېږي ، چې د ستنې اوږدوالي نسبت (Slenderness Ratio) باید چې له (60) څخه تر (70) ډېر نه شي . د پورتنې جدول له مخې کولی شو چې د سخت او مفصلي چوکاټونو د ستنو لپاره محاسبوي مومنټونه او محوري قوې په لاندې ډول په لاس راوړو:

د سخت چوکاټ د(U3) بار ترکیب ډېر بحراني حالت کې دی ، نود(U3) بار ترکیب لپاره :

M_{ns} = 1.2 x 103.86 + 1.6 x 83.11 = 257.61 KN. m

M_s = 0.8 x 32.40 = 25.92 KN. m

$M_u = M_{ns} + \delta_s M_s$ = 257.61 + 1.09 x 25.92 = 285.86 KN. m

P_u = 296.70 KN

د مفصلي چوکاټ دوه د(U3) اود (+) U7 دبار ترکیبونه په بحراني حالت کې دی ، نود(U3) بار ترکیب لپاره مساوي کېږي په :

M_{ns} = 1.2 x 103.86 + 1.6 x 83.11 = 257.61 KN. m
M_s = 0.8 x 64.67 = 51.74 KN. m
$M_u = M_{ns} + \delta_s M_s$ = 257.61 + 1.18 x 51.74 = 318.66 KN. m
P_u = 303.37 KN

د(-)U7 بار ترکیب لپاره :

M_{ns} = - 0.9 x 103.86=93.47KN. m; M_s = +1.0 x 146.43 =146.43KN. m
$M_u = M_{ns} + \delta_s M_s$ = - 93.47 + 1.18 x 146.43 = 79.32 KN
P_u = 66.28 KN

د محاسبې لپاره لازمه ده چې دپاسني بار بحراني ترکیبونه په پام کې ونیول شي . له پورتنیو دوومثالو نو څخه څرګنده شوه ، چې د سخت انجام لرونکو چوکاټونو کارونه د افقي بارونو د اغېزې د کمولو لپاره ډېر ګټور دي . په متحرکو چوکاټونو کې دستنو سره د نښتو ګاډرونو په محاسبه کې د ستنو ډېرېدونکي مومنټونه پیداکېږي . د متحرکو او غیرمتحرکو چوکاټونو د ستنو د محاسبې لپاره اړینه ده ، چې لومړی دستنوابعاد فرض شي او د هغې له مخې تحلیل او محاسبه سرته و رسېږي . د ستنو د سیخانو ځای په ځای کېدنه، د مقطع د ابعادو نهایي ټاکنې او داسې نور ، ددې لپاره چې مطلوبه لاس ته راوړنه حاصله شي ، سرته رسېږي ، خو کله چې محاسبه ، طرحه او ډیزاین د قناعت وړ او مناسب نه وي «دستنې د تنې ابعاد د وارده بارونو پر وړاندې ډېره لویه او یا ډېر ه کوچنۍ وي»، نو د ستنې ابعاد بیا له سره فرضېږي .

14.4- په ستنو کې عرضاني قوې (Shear in Columns)

ستنې د محوري فشاري او کږېدنې مومنټ په شتون کې د اضافي عرضاني قوې لاندې واقع کېږي . د کانکرېټو عرضاني قوه په عناصرو کې دعامل محوري فشار په وړاندې مقاومت کوي .

$$V_c = 2\left(1+\frac{N_u}{2{,}000N_g}\right)\sqrt{f'_c}\, b_w d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19.4)$$

دلته : V_c - په ستنه کې د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه ده ،N_u - په ستنه کې د محوري فشاري قوي ضريب دی ، f'_c - د کانکرېټو محاسبوي فشاري مقاومت دی ، b_w د عرضاني مقطع عرض دی او d- د عرضاني مقطع فعاله ارتفاع ده .

که ضريبي عرضاني قوه (V_u) له ($\phi V_c/2$) ډېره شي، نو د عرضاني قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره د ستنو د ګڼدمکونو(Ties) سره نژدې، نور ګڼدمکونه (Stirrups) په پام کې نيول کېږي،چې په پايه کې ددواړو موخود لاسته راوړلو لپاره د ګڼدمکونو شمېر ډېرېږي اوتر منځ فاصله يې د ګڼدمکونو دمجموعي شمېر او د ستنې د اوږدوالي نسبت له مخې محاسبه کېږي .

د (ACI)کود (19.4- رابطه) د دايروي مقطع لرونکو پايو لپاره داسې تعديلوي چې په هغې کې د($b_w = D$) او ($d = 0.8\ D$) په قبلېدنې سره لاندې رابطه حاصلېږي :

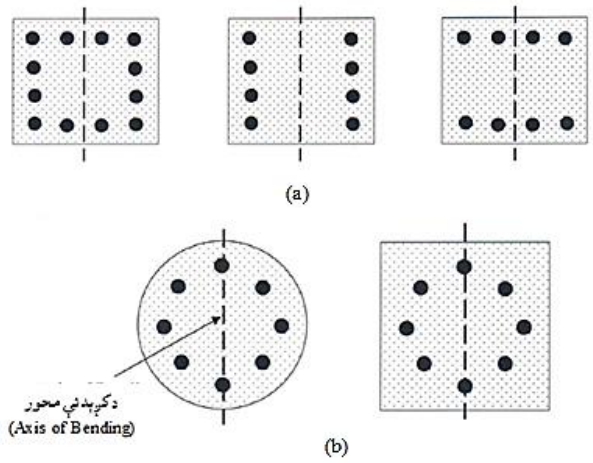
$$V_c = 1.6\ (1+ \frac{N_u}{2{,}000N_g})\sqrt{f'_c}\ D^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (20.4)$$

دلته : D - د دايروي ستنې د عرضاني مقطع قطر دی .

15.4- په پايه کې د سيخانوځای ځای کېدنه

(Column Steel Bar Layout Design)

په تېرو برخو کې دپايې له پاسه د پايې مرکزي محور ته د غير محوري کېدنې مومنټ او يا د محوري کېدنې د اټکلولو په اړه بحث وشو . د مومنټ پر وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره په مقطع کې دفولادي سيخانو ځای پر ځای کېدنه ،د ستنې د خواصو په بدلون اغېزه کوي . دهر يوه انټراکشن دياګرام د کېدنې مومنټ په پام کې نيولو سره د فو لادي سيخانود ځای په ځای کېدنې دځانګړتياووپه پام کې نيولوسره په ستنو کې ببلابېل ډوله سيخان لکه د (11.4- شکل) په څېرځای په ځای کېږي . په ټرلو(Tied) ستنو کې فولادي سيخان د ستنې د عرضاني مقطع په د ننني محيط کې او په دواړو لورو کې د کېدنې د محور سره موازي او عمودي ځای په ځای کېږي . په فنري(Spiral) ستنو کې هغه فنري ستنې چې دايروي ،مربعي عرضاني مقطع او دايروي هستې لري .

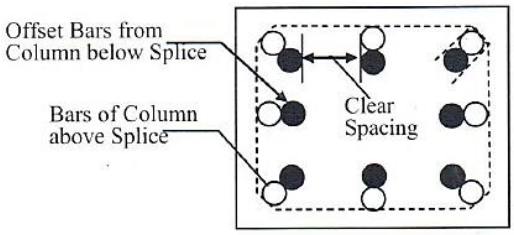


31.4- شکل: په ستنو کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنه. (a) په ټرلو ستنو کې سیخبندي. (b) په فنري ډوله ستنوکې سیخبندي (335:8) .

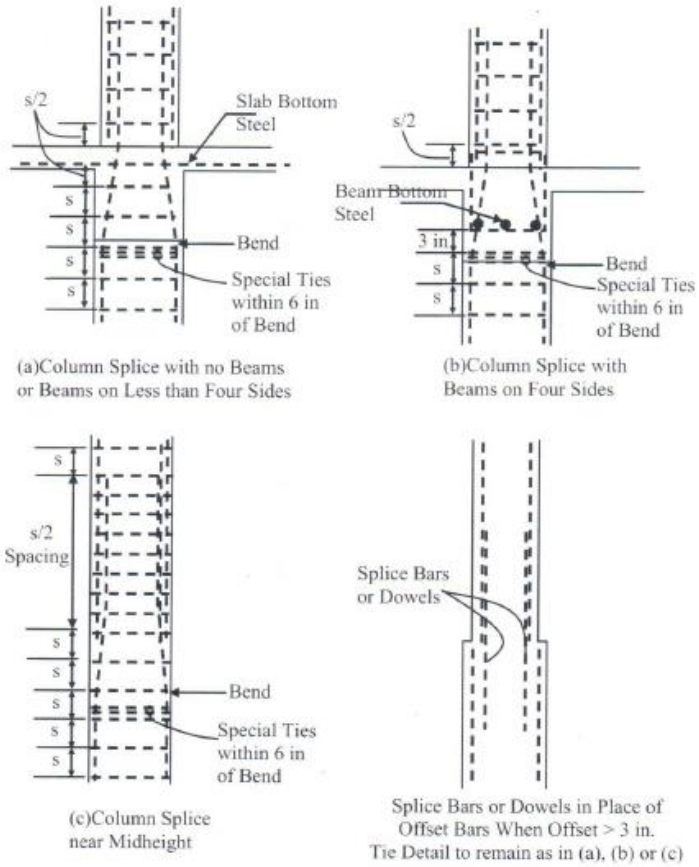
16.4- د ستنو د پیوندولو لپاره د (ACI) کودغوښتنې یا شرایط

په (20.4- شکل) کې د ستنو لپاره دفولادي سیخانو د ځای په ځای کېدنې پیوندونه ښودل شوې دي . دلاندېنۍ ستنې فولادي سیخان د پاسنۍ ستنې د سیخانو سر ه کږېږي او غوټه کېږي . د (ACI) کود د مقررې او شرایطو له مخې د پایو د نښلېدونکې برخې سره د سیخانو میلان بایدد کږېدونکي برخي د اوږدوالي له (1/6) څخه ډېره نه شي . که کږېدنې په متوازنه توګه له (75mm) څخه ډېرېږي ، نو ولاړاتصالي فولادي سیخان دباید کږېدونکو سیخانو پر ځای اضافه شي . معمولاً د پایو کچه د فرشونود سطحې سره او د بارونو د بدلون سره بدلېږي ، نود(22.4- شکل) په څېرسیخان د فرش د سطحې سره پیوندېږي . دارتفاع په نیمایې کې د پایو د سیخانو پیوندول د کږېدنې د اصغري کېدنې لپاره ډېر مناسب او وړ دي ، چې د ګڼدمکونو تر منځ فاصله یې د نورو برخو د ګڼدمکونو تر منځ فاصلې په نیمای اندزه نیول کېږي . د ستنې لاندېنی ګڼدمک باید د (S/2) او پاسنی ګڼدمک باید د (S/2) په اندازه د پوښښ تختي د سیخانو له پاسه په پام کې ونیول شي . که ګاډر دستنې څلورو لورو ته واقع وي ، نو لومړی ګڼدمک باید د ګاډر د لاندېنې سیخ نه (75 mm) لاندې واچول شي . سربېره پر دې هغه سیخان چې د

پیوندولو لپاره کږېږي ، نو ځانګړي ګڼډمکونه یې د(150 mm) په فاصله کې ځای په ځای کېږي . ګڼډمکونه د بیروني واردې شوې قوي (1.5) ځلې دکږېدنې په وړاندې مقاومت ولري .



32.4- شکل: د ستنې د پیوندي سیخانو تنظیمول (337:8) .



33.4- شکل: د ستنې د پیوندي سیخانو ځای په ځای کېدنه (338:8) .

لنډیز

د اوسپنیزوکانکریټي ودانیو په جوړښت کې ستنې یوه داسې اوسپنیزکانکریټي عنصر دی چې محوري فشاري قوې او کږېدنې مومنټ زغمي چې دجوړښت (سیخبندی)، دباږېدنې اودمحاسبې له مخې په ببلابېلو ډولونو وېشل کېږي . په ټوله کې دستنوپه جوړښت کې دکانکریټي هستې ، طولاني او عرضاني (ټرلواوفنري)سیخانو څخه ګټه اخېستل کېږي .

هغه ستنې چې یوازې د محوري فشاري قوې لاندې محاسبه کېږي او په هغې باندې بار له امله کږېدنې مومنټ او لمش اغېزه نه لري،دپیډیستل (Pedestals) او لنډو (Shorts)یا متراکمو (Compacts) ستنوپه نوم نومول کېږي ،هغه ستنې چې د محوري فشاري قوو او د کږېدنې مومنټ لاندې محاسبه کېږي ، خو لمش یا لچ پرې اغېزه نه کوي لنډې پایې ورته ویل کېږي او هغه ستنې چې دهغې په محاسبه او تحلیل کې فشاري قوې، کږېدنې مومنټ اولمش په پام کې نیول کېږي د اوږدو پایو په نوم نومول کېږي .

دستنو په محاسبه کې دعامل بار داغېزې او دستنې د محور ترمنځ فاصله یا عن المرکزیت (Eccentricity) ډېره اغېزه لري ، ځکه چې د دې په شتون کې په پایه باندې دمحوري فشاري قوې سرېږه د کږېدنې مومنټ هم عمل کوي ، چې له امله یې ستنه اغېزمنه کېږي .

د ستنې دمحاسبې لپاره اړینه ده چې د هغې له پاسه بارونه محاسبه او دبارونو له اغېزې محاسبوي فشاري قوه او کږېدنې مومنټ حاصل شي . که دستنې له پاسه د محوري فشاري قوې ترځنګ د کږېدنې مومنټ نه وي اویا هم د تصادفي عن المرکزیت (د مستطیلي یا مربعي مقطعو لپاره $e \leq 0.10h$ او د مربعي مقطعو لپاره $e \leq 0.05Dg$) وي ، واقع شوی وي نو ستنه د لنډې متراکمې په څېر محاسبه کېږي .

که دستنې له پاسه د محوري فشاري قوې ترځنګ د کږېدنې مومنټ هم شتون ولري اوپه تصادفي عن المرکزیت (د مستطیلي یا مربعي مقطعو لپاره $e > 0.10h$ او د مربعي مقطعو لپاره $e > 0.05Dg$) کې واقع نه وي ، نو اړینه ده جوته شي چې دا ستنه په متحرک $(Q > 0.05)$اویاغیرمتحرک$(Q \leq 0.05)$ چوکاټ کې واقع ده .

که ستنه په غیرمتحرک چوکاټ کې واقع وي او $(\frac{k\ell_u}{r} \leq 34 - 12\frac{M_1}{M_2})$وي ،نوپایه لنډه پایه ده یوازې د فشاري محوري قوې اوکږېدنې مومنټ بې دلمش له اغېزې په پام کې نیولو سره محاسبه کېږي او که $(\frac{k\ell_u}{r} > 34 - 12\frac{M_1}{M_2})$ وي، نوپایه اوږده پایه ده چې د فشاري محوري قوې ، کږېدنې مومنټ او دلمش له اغېزې په پام کې نیول سره داضافي کږېدنې مومنټ په پام کې نیولو سره محاسبه کېږي .

که ستنه په متحرک چوکاټ کې واقع وي او $(\frac{k\ell_u}{r} \leq 22)$وي ،نوپایه لنډه پایه ده یوازې د فشاري محوري قوې اوکږېدنې مومنټ بې دلمش له اغېزې په پام کې نیولو سره محاسبه کېږي او که $(\frac{k\ell_u}{r} > 22)$ وي، نوپایه اوږده پایه ده چې د فشاري محوري قوې ، کږېدنې مومنټ او دلمش له اغېزې په پام کې نیولو سره داضافي کږېدنې مومنټ په پام کې نیولو سره محاسبه کېږي . کله چې پایه په متحرک اویا غیرمتحرک چوکاټ کې واقع وي او اوږده څرګنده شي ،نو بې د لمش له امله د اضافي مومنټ (M_c) د پیداکولو لپاره اړینه ده چې دستنې یوه لوري ته کږېدنه (Single curvature) یا $(\frac{M_1}{M_2} > 0)$ او دواړولورو ته کږېدنه (Double curvature) یا $(\frac{M_1}{M_2} \leq 0)$ محاسبه او دهغې په پام کې نیولو سره اضافي کږېدنې مومنټ محاسبه شي .

پوښتنې

1- په ستنو کې طولاني سيخان دکوم هدف لپاره د ځای پر ځای کېږي.

2- په ستنو کې عرضاني سيخان دکوم هدف لپاره ځای پر ځای کېږي.

3- اوسپنيزې کانکرېټي ستنې په څو ډوله دي ، په اړه يې څرګندونه وکړئ.

4- په اوسپنيزو کانکرېټي ستنو کې تدريجي ويجاړېدنه څنګه رامنځته کېږي.

5- دټرلو او فنرډوله ستنو د خواصوتر منځ څه توپير دی .

6- د نهايي فشاري ظرفيت په رابطه کې (α) څه رول لري .

7- د ټرلو او فنرډوله ستنو لپاره د (ϕ) او (α) ضريبونه څومره قبلېږي .

8- په ستنو کې د سيخانو د ځای پر ځای کېدنې په اړه د (ACI) کود کومې غوښتنې لري.

9- د تصادفي عن المرکزيت په اړه خپل معلومات څرګند کړئ .

10- د ستنو او ګاډرونود تحليل فرضيو تر منځ څه توپير دی .

11- د انټراکشن دياکرام په واسطه د ستنو تحليل توضيح کړئ .

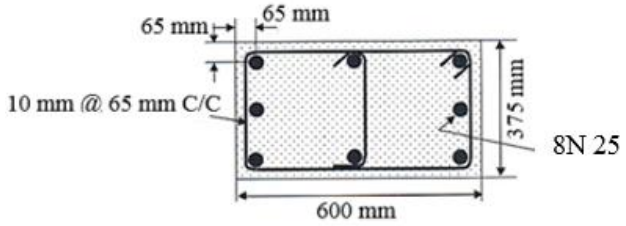
12- د انټراکشن دياکرام په واسطه د ستنو محاسبه توضيح کړئ .

13- متحرک اوغيرمتحرک چوکاټ څنګه توپير کېږي .

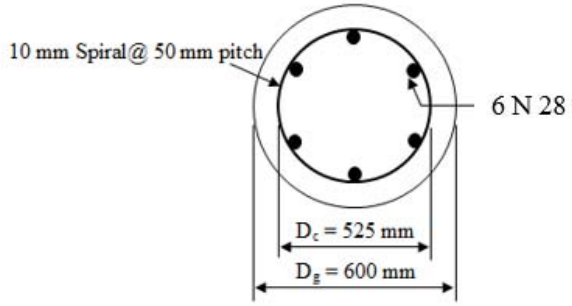
14- په متحرک چوکاټ کې دستنې تحليل او محاسبه توضيح کړئ .

15- په غيرمتحرک چوکاټ کې دستنې تحليل او محاسبه توضيح کړئ .

16- په لاندې ښودل شوي شکل کې که دټرلې اوسپنيزې کانکرېټي ستنې لپاره ($f'_c = 20$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي د (ϕP_n) قيمت پيدا کړئ .



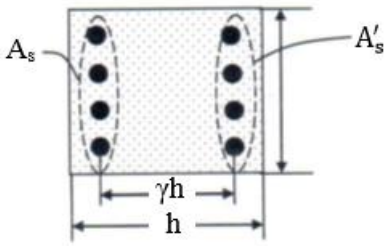
17- په لاندې ښودل شوي شکل کې که دفنړوله اوسپنيزې کانکرېټي ستنې لپاره (f'_c = 20 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي د (ϕP_n) قيمت پيدا کړئ .



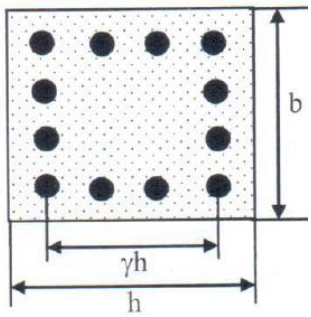
18- يوه ترلې پايه چې دمقطع ابعادي (400mm x 400mm) او دهغې له پاسه (P_u =1,910 KN) محاسبوي محوري فشاري بارعمل کړی وي او د ترکيبي موادو ځانګړتياوي يې (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي ، سيخان محاسبه کړئ .

19- يوه فنري ډوله ستنه چې دهغې له پاسه (P_u =2,100 KN) بار عمل کړی وي او د ترکيبي موادو ځانګړتياوي يې (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي محاسبه کړئ .

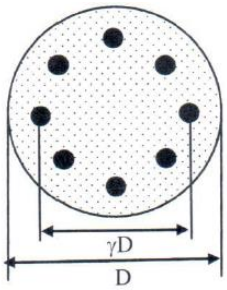
20- دترلې ستنې دلاندې نيوبېلابېلو مقطعو او جدول د ارقامو له مخې د انټراکشن دياګرام په واسطه د (ϕP_n) او (ϕM_n) قيمتونه پيدا کړئ .



No.	f'_c, f_y (MPa)	h, γh, b (mm)	A'_s, A_s	e (mm)
1	28, 420	450, 325,375	3 N 28 each	200
2	28, 420	450, 325,375	3 N 30 each	450
3	28, 420	500, 450,450	3 N 32 each	250
4	28, 420	500, 450,450	3 N 35 each	750
5	21, 420	750, 600, 600	3 N 36 each	750



No.	f'_c, f_y (MPa)	h, γh, b (mm)	A_{st}	e (mm)
1	28, 420	450, 325,375	8 N 28	200
2	28, 420	450, 325,375	12 N 30	450
3	28, 420	500, 450,450	10 N 32	250
4	28, 420	500, 450,450	12 N 35	750
5	21, 420	750, 600, 600	8 N 36	750



No.	f'_c, f_y (MPa)	h, γh, b (mm)	A_{st}	e (mm)
1	28, 420	450, 325,375	8 N 28	200
2	28, 420	450, 325,375	12 N 30	450
3	28, 420	500, 450,450	10 N 32	250
4	28, 420	500, 450,450	12 N 35	750
5	21, 420	750, 600, 600	8 N 36	750

20- په لاندېني جدول کې د (Braced) ستنو لپاره د ښودل شويو ارقامو له مخې که دلمش سطحه د مقطع د (h) په لوړي وي ډېرشوی محاسبوي مومنټ او محوري قوه محاسبه کړئ.

No.	M_{D1}-M_{D2} (KN. m)	M_{L1}-M_{L2} (KN. m)	P_D (KN)	P_L (KN)	دوامداره (L-L)%	$k\ell_u$ (m)	عرضي مقطع (bxh) (mm)	کړېدنه	f'_c (MPa)
1	150-170	80-120	1,150	620	0.25	4.2	300 x 300	یولوریزه	21
2	190-212	150-180	1,645	920	0.30	4.8	300 x 350	دوه لوریزه	21
3	245-290	190-240	2,000	1,400	0.15	5.4	375 x 375	یولوریزه	21
4	230-270	110-135	1,950	620	0.20	5.4	300 x 400	یولوریزه	28
5	130-110	40-50	2,200	530	0.40	6.0	350 x 450	یولوریزه	28
6	245-260	115-128	1,450	445	0.10	6.0	300 x 400	دوه لوریزه	28
7	215-195	95-80	985	355	0.20	4.95	250 x 300	یولوریزه	21
8	250-230	115-110	3,100	520	0.35	7.2	600 x 750	یولوریزه	21
9	265-230	135-115	1,420	750	0.00	5.1	300 x 400	دوه لوریزه	28
10	150-190	70-100	1,160	850	0.20	4.5	300 x 300	یولوریزه	21

21- په لاندېني جدول کې د ښودل شويو ارقامو له مخې د (30.4- شکل) په پام کې نیولو سره که دګاډراو ستنې (f'_c) سره مساوي وي ، د ($k\ell_{ux}/r_x$) او ($k\ell_{uy}/r_y$) قیمتونه پیدا کړئ.

No.	C_1 bxh (m m)	C_2 bxh (m m)	C_3 bxh (m m)	B_1 bxh (m m)	B_2 bxh (m m)	B_3 bxh (m m)	B_4 bxh (m m)	B_5 bxh (m m)	B_6 bxh (m m)	B_7 bxh (m m)	B_8 bxh (m m)
1	300 x 300	300 x300	375 x 375	300 x 500	300 x 450	300 x 400	300 x 300	300 x 450	450 x 500	300 x 450	300 x 450
2	300 x 375	300 x 300	375 x 375	300 x 600	300 x 600	300 x 400	300 x 350	300 x 400	300 x 400	300 x 600	300 x 400
3	300 x 400	300 x 300	300 x 450	450 x 500	300 x 500	300 x 450	375 x 375	300 x 500	300 x 450	300 x 400	300 x 500

مـــاخـــــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران.ص ص (408-488).

2- عالمي ، جان اقا. (1386). د اوسپنيزوکانکريټي ساختمانونو ډيزاين . کابل : مستقبل خپرندويه ټولنه -کابل.م م (276-282) .

3- فدا ، سهراب . (1390) . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید .ص ص (257-276) .

4- کی نیا ،امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات.ص ص (261-268) .

5- مستوفی نژاد ، داود. (1388). سازه های بتن آرمه جلد اول،چاپ نهم . اصفهان : انتشارات ارکان . ص ص(429-552) .

6- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (58-161).

7- ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (81-118).

8- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (298-357).

9- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI).DesignHand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. Pp (21-126).

10- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (256-258).

11- MacCormac Jack C. and Russel Brown H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (257-331).

12- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (296-312).

13- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. P (274).
14- Nilson H., David Darwin and Charles Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. P (265).
15- Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (322-323).
16- Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (299-309).
17- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (559-573).

پنځم فـصل

داوسپنیزوکانکرېټي تهدابونو محاسبه او تحلیل

(Analysis and Design of Reinforced Footings)

1.5- پیلیزه

تهدابونه داوسپنیزوکانکرېټي او فلزي ساختمانونو له مهمو اجزاوڅخه شمېرل کېږي، چې ځمکې ته دټول ساختمان بار لېږدونه تر سره کوي او د ډېرې کوچنۍ ستونزې په رامنځته کېدنې سره دساختمان ټولې اجزاوې لکه دپوښښ تختې،ګاډرونه، ستنې او دیوالونه داغېزې لاندې راځي . که دخاورې مقاومت نسبتاً لوړ وي او له ساختمانه ځمکې ته لیږدېدونکي بارونه دومره ډېرنه وي ، نو کولی شوچې دهرې ستنې په ځانګړې توګه اویا دڅو ستنوپه ګډه ګردچاپیره دځمکې محدودې سطحې ته یې ولیږدوو ، په دې حالت کې دساختمان هغه جز چې دا کار تر سره کوي د تهداب په نوم یادېږي . سره له دې چې تهدابونه له ساختمان څخه ځمکې ته دبارونو دلیږد په مسیر کې دستنو او دیوالونو لاندې ځای په ځای کېږي او داچې خاوره د کانکرېټو په پرتله ډېره کمزورې ده ، نو تهدابونه یې پرمخ د واقع شویو اجزاو په پرتله ډېر لوي وي . دتهداب د لوی سطحې په لوري چې دخاورې پرمخ واقع شوې وي، په تهداب کې د پام وړ کوږوالي مومنټ اوعرضاني قوې رامنځته کېږي، نو دا داخلي قوي باید په دقیقه توګه د څارنې لاندې ونیول شي ترڅو په تهداب کې احتمالي ماتېدنه اویانامناسبه درزونه رامنځته نه شي . سربېره پردې اړینه ده چې د خاورې مقاومت او ډول هم باید په ځانګړې توګه وڅېړل

شي،ترڅو د ماتېدنې ، له حده ډېرې ناستې دنه رامنځته کېدنې څخه ډاډمنتيا حاصله شي . په لنډه توګه دتهداب دنده ځمکې ته دعمودي او جانبي بارونه په داسې ډول لېږدونه ده ، چې دځمکې په خاوره کې له حده ډېرې ناستې اودتهداب د اجزاو د څرخېدنې څخه مخنيوی اودښوئيدنې او چپه کېدنې په وړاندې بشپړه ډاډمنتيا حاصله شوې وي .

2.5- دتهدابونو پېژندنه (Introduction of Footing)

تهداب د ودانۍ يا ساختمان ټول بارونه د خاورو طبقې ته لېږدوي او چې دتهدابونو د ودانۍ ټول بارونه د خاوروسره د تماس سطحې پر مساحت (د زغم فشار) د خاورو زغم له مقاومت څخه ټيټ وي ، نو خوندې بلل کېږي ، يانې د خاورې د طبقې له پاسه د تهدابونو دزغم فشار بايد دخاورې د مجازي زغم توان (Bearing capacity) څخه ډېر نه شي . سربېره پر دې ، اړينه ده چې د تهداب لاندې خاورې ناسته له مجاز ې حد څخه تجاوز ونه کړي ، نو د ساختمان لاندې د ټولو تهدابونوتر منځ د ناستې توپيربايد له مجازي حد څخه تجاوز ونه کړي . داچې ناسته په ساختمان کې د غير ضروري اضافي بار ونو او تشنجاتو لامل کېږي ، نوکه د تهدابونو تر منځ د ناستې توپير محدود وي ، نوپه محاسبه کې د ټولو تهدابونو لپاره د زغم تشنجات يو ډول نيول کېږي(312:2) .

په تهدابونوکې د کارېدنې د غوره کولو لپاره اوسپنيز کانکرېټ ښه او مطلوب مواد دي ، نوله دې امله دکانکرېټو مخلوط بايد داسې محاسبه او طرحه شي ، چې د خاورې په طبقه کې د زيانمنوونکو کيمياوي موادو د شتون په وړاندې مقاوم وي . د (ACI) کود د سپارښتنې له مخې په تهدابونو کې د فولادي سيخانود خوندیتوب او ساتنې لپاره خالصه محافظوي طبقه (75 mm) نيول کېږي . اوسپنيزکانکرېټي تهدابونه بايد داسې محاسبه او ډيزاين شي، چې ټول هغه تشنجات چې دپوښښ تختو ، ګاډرونو او پايو د حالت له امله په تهداب واردېږي ، د هغې په وړاندې مقاومت وکړي .

هغه بارونو له امله چې تهدابونه يې له ساختمان څخه دخاورې طبقې ته انتقالېږي ، تشنجات رامنځته کېږي ، نو د نهايي شرايطو يا تخريبېدنې په حالت کې د لاندېنيود بېلابېلو تشنجاتو د اغېزې لاندې راځي :

1- د ستنې په واسطه د لېږدېدونکې بار له امله دوه لوريزه عرضاني يا سوری کېدونکې قوه (Two-way Shear or Punching).

2- د خاورې د فشار له امله يو لوريز ه عرضاني قوه (One-Way Shear)

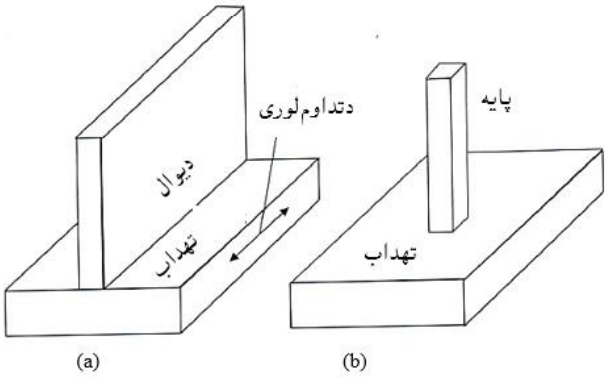
3- د کېږېدنې مومنټ.

4- زغموونکې (د برداشت) بار.

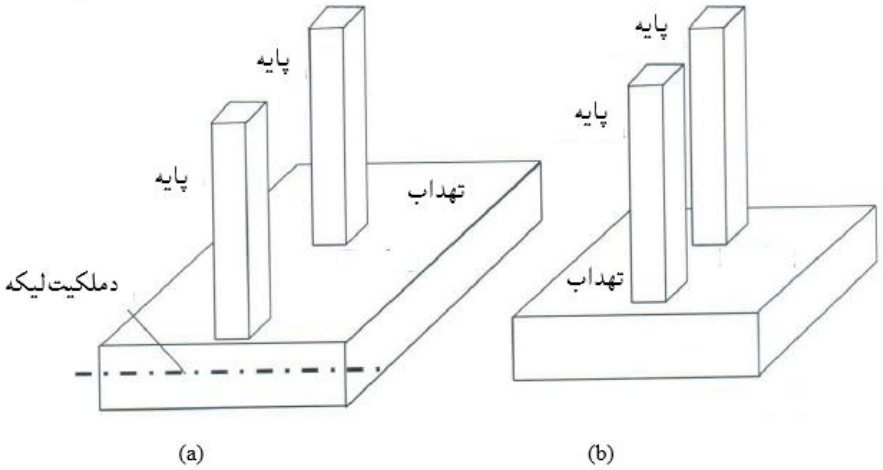
تهدابونه پورتنيو يادو شويوتخريبېدونکو حالتونو لپاره محاسبه کېږي، چې په دې محاسبه کې د تهداب ابعاد (په ځانګړې توګه د تهداب ضخامت)، د کانکرېټو او فولادي سيخانو مقاومتونه شامل دي . د تهداب له پاسه بارونه د تهداب او د خاورې وزن په واسطه مستقيماً د خاورې طبقې ته لېږدېږي ، خو په تهداب باندې د مومنټ او عرضاني قوې د پيداکېدنې نه لامل کېږي(242-244:7) .

3.5- د تهدابونو ډولونه (Types of Footing)

د تهدابونه د دندی په پام کې نيولو سره ددیوال لاندې او پرله پسې يا فيته يي ، د پايو لاندې ځانګړې ، مرکبو ، ميخي،فرشي تهدابونو وېشل کېږي .

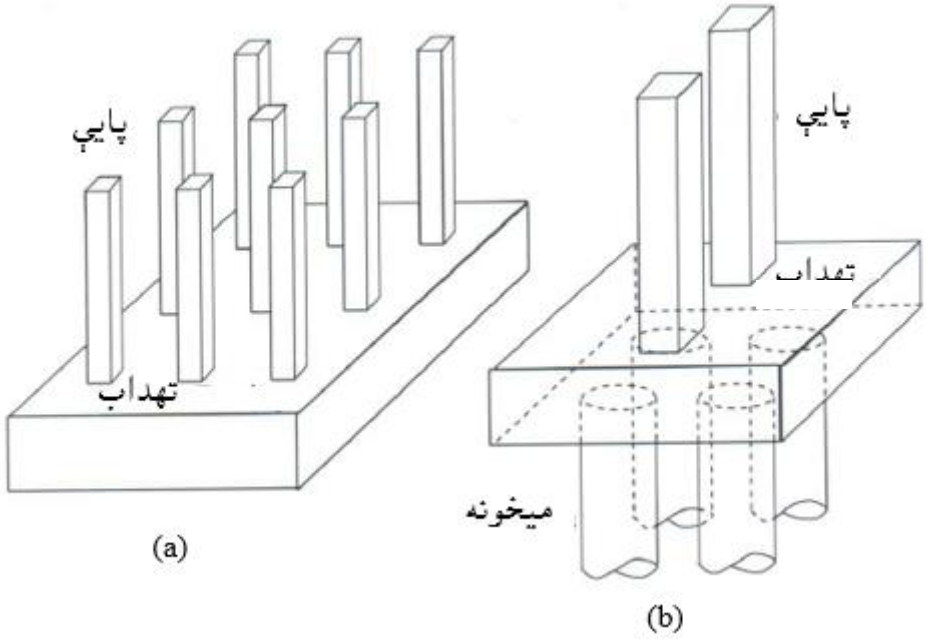


1.5- شکل: (a) د ديوال لاندې يا پرله پسې تهداب ،(b) د ستنې لاندې ځانګړې تهداب (375:8) .



2.5- شکل: مرکب تهداب.(a) دملکیت لېکې ته نژدې پایه (b) دوو ستنو مرکب تهدابونه (375:8) .

هغه تهداب چې د ټول ساختمان دتکیه کوونکو دیوالونو او ستنو لاندې په مرکب ډول جوړېږي فرشي تهدابونه دي،چې دودانیودډېربار او د ساحې د کمزوری زغموونکو خاورو لپاره کارېږي . میخی تهدابونه د ضخیم کانکرېټي عنصر په څېر د ساختمان څخه بار لکه د (3.5- شکل) په څېرپه خاوره کې دننه میخونو ته لېږدوي (374,375:8).



3.5- شکل: (a) فرشي او (b) میخی تهداب (376:8) .

4.5- د خاورې د زغم مجازي ظرفیت (Allowable Bearing Capacity of Soil)

د ساختمان د طرحې او ډیزاین څخه مخکې ، د تهداب مساحت او اړین ژوروالی محاسبه کېږي . دا محاسبه د پروژې دساحې د خاورې د راپور پر بنسټ ، چې د تهداب د محاسبې د لارښود په ترکیب کې شامل وي سرته رسېږي . ژوروالی د خاورې له سطحې څخه د تهداب تر تله یا زغموونکې سطحې پورې په پام کې نیول کېږي ،چې په تود اقلیم کې د خاورې له سطحې څخه (300 mm) ژوراو یا له دې څخه ډېر نیول کېږي . خو په هغه ساحو کې چې ځمکه یې کنګل نیسي ، اړینه ده چې د تهداب ژوروالی د کنګل نیولو له ژوروالی څخه (900 mm – 1,200 mm) پورې ونیول شي . د زغم یا برداشت مجازي ظرفیت لپاره د پروژې د ساحې د خاورې راپور په لارښود کې شاملېږي ، چې له مخې یې د تهداب عرض او ژوروالی ډېرېږي ، تر څو د لارښود له مخې دپروژې اټکلي او د تهداب ناسته کمه شي . د خاورې د زغم مجازي ظرفیت (q_a) د نهایي زغم ظرفیت او د ډاډمنتیا ضریب (3 – 2.5) د نسبت (q_{ult}/FS) څخه ثقلي بار حاصلېږي (537:5).

د خاورې او یا صخری لپاره د زغم مجازي ظرفیت ، د خاورې د ډول په پام کې نیولو سره له (48 KN/m^2) څخه تر (384KN/m^2) تر منځ حدونو پورې نیول کېږي . دودانېو نړیوال کود(IBC) ، د ودانېو او ساختمانونو ډیزاین په هغه خاورو کې چې نه غځېږي ، مجاز ګڼلی دی ، چې د خاورې د راپور له مخې د هغې اصغري قیمت (q_a) وکاروي . د اصغري قیمت د ودانېو نړیوال کود(IBC) په جدولونو کې ځای لري او له (48 KN/m^2) څخه تر (96 KN/m^2) پورې نیول کېږي . په (1.5- جدول) کې د خاوردزغم اعظمي مجازي فشارښودل شوی دی :

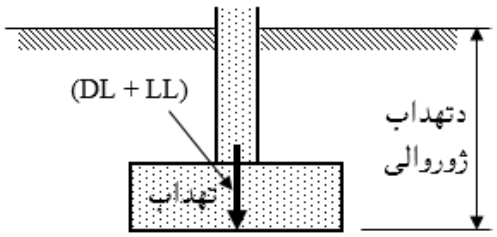
1.5- جدول: دخاورو دزغم اعظمي مجازي فشار (11 :351) .

دموادو ډول	اعظمي مجازي فشار ($kips/ft^2$)	اعظمي مجازي فشار (KN/m^2)
ډبرې	دماتېدنې د نهايي مقاومت (20%)	(20%)دماتېدنې د نهايي مقاومت
غټې او ميده متراکمې شوې شګې، سختې متينې اويا شګلنې متينې خاورې	8	385
منځنۍ متينې او شګلنې خاورې	6	290
غيرعضوي متراکم شوی شګه اوپسته مخلوط شوې خاورې	4	190
ضعيف او سوسته شګه	3	145
نرمه شګلنه – متينه اويا متينه خاوره	2	95
غيرعضوي سوسته شګه اوپسته مخلوط شوې خاورې	1	50
عضوي سوسته شګه اوپسته مخلوط شوې ، سره ډوله او خټينه خاورې	0	0

د جيوتخنيک انجنيري په محاسبو کې د مجازي تشنجاتو محاسبوي طريقه (ASD) کارېږي ، نو د ثقلي بارونو له امله د تهداب اړين مساحت د لاندې رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

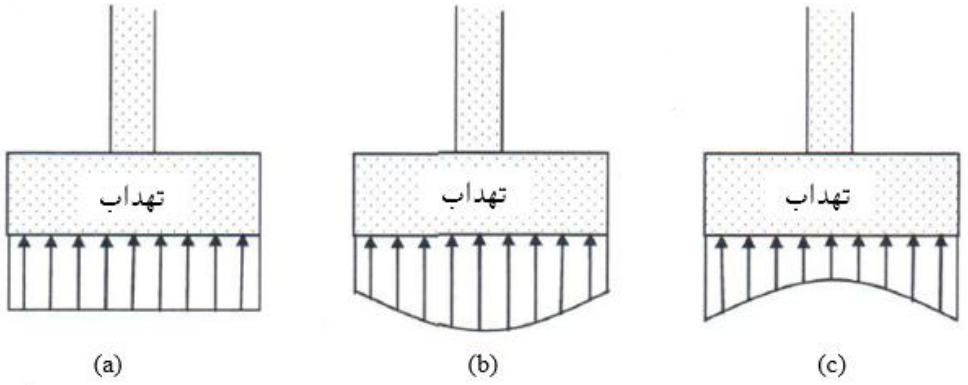
$$A_{req} = \frac{DL+LL}{q_a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.5)$$

دلته : A_{req} - د ثقلي بارونو له امله د تهداب اړين مساحت دی ، DL او LL- په ترتيب سره مړ او ژوندي بارونه دي او q_a- د زغم مجازي ظرفيت دی .



4.5- شکل: بار شوي تهداب (377:8) .

د مرکزي محوري بار له اغېزې د تهدابونو له تل لاندې خاورې طبقې د زغم فشار سره له دې چې یو شانته نه وي او د خاورو د ډول له مخې توپیرلري ،خو لکه (5.5- شکل) په څېر دمحاسبې لپاره یو شانته په پام کې نیول کېږي (569:4).



5.5- شکل: په تهدابــونو بانــدې د خاورې فشار. (a) دمحـــــاسبې لپاره یوشانته فرض شوی فشار، (b) دشګلنو خاورو لپاره فشار او (c) د متېنو خاورو لپاره فشار (657:1) .

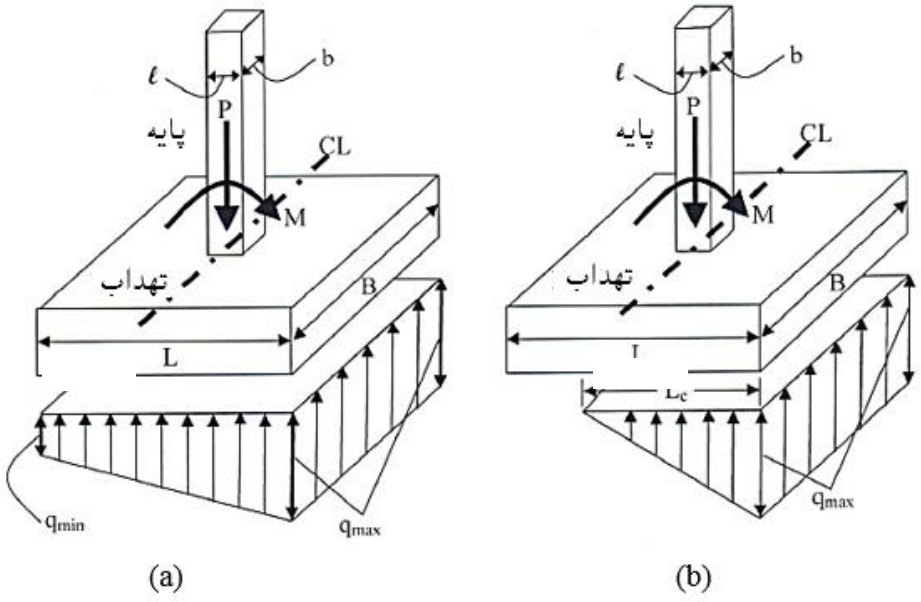
افقي بار په تهداب باندې اغېزه کوي ، خو محوري بار او د کړېدنې مومنټ د خاورې دمتغیر فشار لامل کېږي ، چې (6.5- شکل) په څېردا د متغیري لیکي په ډول فرضېږي . تهدابونه دلاندې بنیو مجازي تشنجاتو د محاسبوي طرېقې (ASD) د بارونو د ترکیبونو د اغېزې لاندې مطالعه کېږي :

(1) DL ± (W or 0.7E)
(2) DL ± (W or 0.7E) + 0.75LL
(3) 0.6 DL + W
(4) 0.6 DL + 0.7E

دلته : (W) او (E) په ترتیب سره د باد او زلزلې بارونه دي ، چې د (ASCE 7) ستندرد پر بنسټ پیداکېږي . د (ASD) طرېقې د بارونو په پاسنیو ترکیبونو کې نور بارونه نه دي ښودل شوي او ژوندي بارونه د فرش په بارونو کې شامل دي (658,659:1).

د ودانیو نړیوال کود(IBC) پر بنسټ د خوندي محاسبې او ډیزاین لپاره د خاورو د زغم اعظمي فشار له(q_a) څخه نه شي ډېریدلی . په تهداب باندې د ثقلي او افقي بارونو اغېزې له املې کېدای شي د(6.5) او(7.5) شکلونو په څېردوه ممکنه حالتونه (د تهداب

په ټوله او یوه برخه دخاورو فشار، رامنځته شي ،تر هغې پورې چې د نااستواری له امله د شکل بدلېدنه یې ډېره نه شي(246:10).



6.5- شکل : په تهدابونو باندې د خاورې فشار. (a) په ټول تهداب د خاورې فشار ، (b) د تهداب په یوه برخه دخاورو فشار (378:8) .

د (6.5- شکل) دخاورې فشار د زغم حالتونولپاره رابطې ،په (7.5- شکل) کې په دوه اندازو د (a) حالت لپاره ($e \le L/6$) او د (b)حالت لپاره ($e > L/6$) ښودل شوې دی ،چې اعظمي او اصغري فشارونه یې مساوي کېږي په :

د (a) حالت لپاره ($e \le L/6$) :

$$q_{max} = \frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{P}{BL} + 6\frac{Pe}{BL^2} \; ; \; q_{min} = \frac{P}{A} - \frac{M}{S} = \frac{P}{BL} - 6\frac{Pe}{BL^2}$$

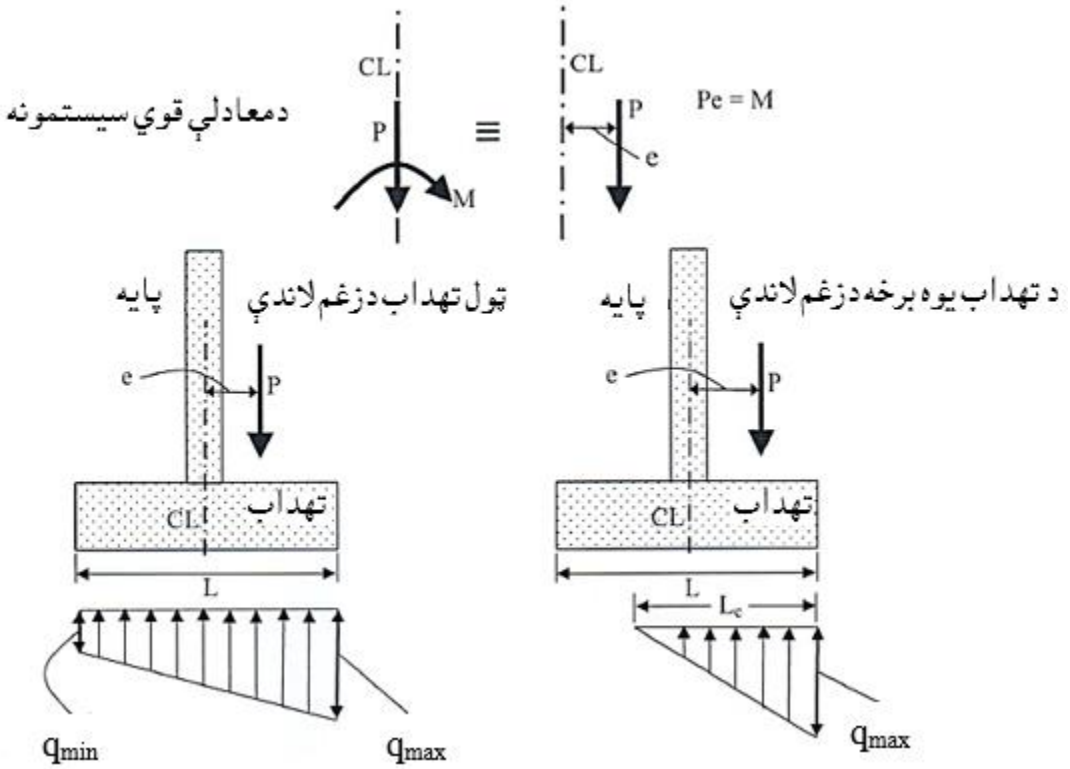
د (b)حالت لپاره ($e > L/6$) :

$$q_{max} = \frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{P}{BL} + 6\frac{Pe}{BL^2} \; ; \; q_{min} = \frac{2P}{BL_e}$$

دلته : $L_e = 3.\left(\frac{L}{2} - e\right)$ کېږي .

د(7.5- شکل) په (b) حالت کې دمومنټ په واسطه رامنځته شوي اعظمي کششي تشنجات دمحوري قوې له امله درامنځته شویوفشاري تشنجاتو څخه ډېرېږي (800:16).

دا چې د تهداب او خاورې تر منځ کشش نه شي ډېرېدلی ، نود خاورې د بار سره عکس العمل او مومنټ د تهداب د برخې له پاسه وېشل کېږي او په پاېله کې کششي تشنجات صفر کېږي .



7.5- شکل : په تهدابونو باندې د خاورې فشار. (a) په ټول تهداب دخاورو فشار او (b) د تهداب په يوه برخه دخاورو فشار (660:1) .

خاورې د زغم فشار لپاره د مطالعې لاندې کانکرېټي تهدابونه ، د افقي بار له اغېزې چپه کېږي (Overturning) او ښويېږي (Sliding)، نو له دې امله اړينه ده چې د افقي قوو په وړاندې خوندي وي . د ودانيو نړيوال کود(IBC) پر بنسټ د ډاډمنتيا ضريب يې بايد د بارونو د ترکيب د نسبت له (1.5) سره مساوي او يا لوي وي(538.539:5) .

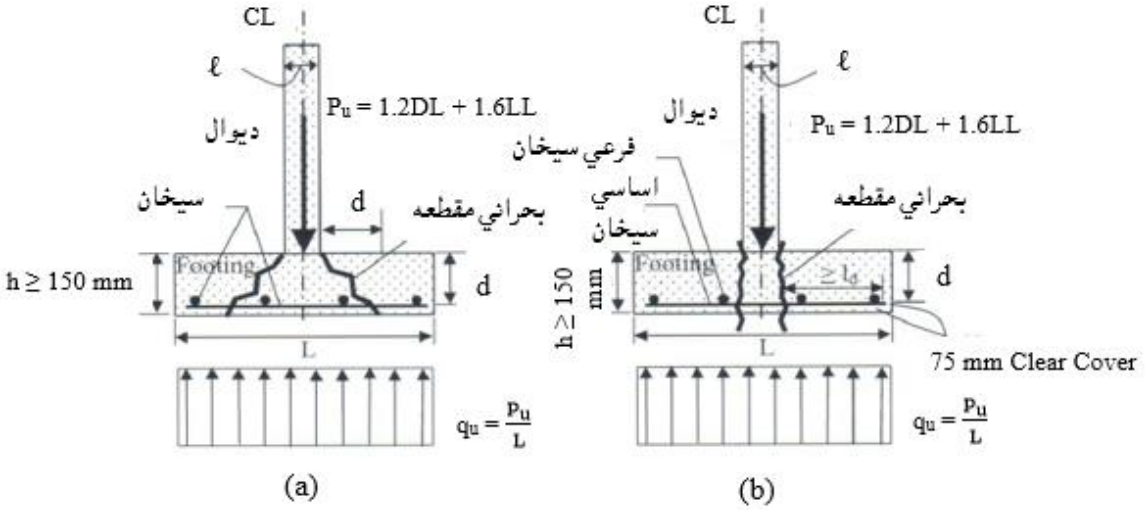
5.5- د ديوال لاندې پرله پسې تهدابونو تحليل اومحاسبه

(Analysis and Design of Wall Continuous Footings)

د ديوال لاندې پرله پسې تهدابونه د يو متر يا يوفټ په اوږدو کې دتهداب د عرض لپاره مطالعه کېږي. په سر کې د تهداب عرض د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيداکېږي:

$$L = \frac{DL+LL}{q_a} \quad \text{.....(1.5)}$$

دلته: L - په يوه متر اوږدوالي کې د تهداب اړين عرض دی ، DL او LL- د تهداب او د تهداب له پاسه د خاورو د وزن په ګډون په ترتيب سره سره مړ او ژوندي بارونه دي او q_a- د خاورې د راپور پر بنسټ د زغم مجازي ظرفيت دی.



8.5- شکل: په تهدابونوباندې دخاورې فشار.(a) دعرضاني قوو تحليل،(b) د مومنټ تحليل (380:8).

د (8.5- شکل) پر بنسټ ، ضريبي شوي (نهايي) عرضاني قوه ،چې بحراني مقطع اغېزمنه کوي په لاندې ډول پيداکېږي:

$$Q_u = q_u \left(\frac{L-\ell}{2} - d\right) \text{ ..... (3.5)}$$

دلته:

Q_u - نهايي يا ضريبي شوي عرضاني قوه ده.

$q_u = \frac{P_u}{L} = \frac{1.2DL+1.6LL}{L}$ - د خاورو د زغم خالص فشاردی.

L او ℓ - په ترتيب سره د تهداب عرض او د ديوال ضخامت دی.

d- د تهداب فعاله ارتفاع ده ،چې د $(h - 75mm - \frac{d_b}{2})$ سره مساوي کېږي .

h- د تهداب ارتفاع ده ، چې د (ACI) کود د سپارښتنې له مخې بايد له (150 mm) څخه لږه نه شي ،خو په محاسبه کې په اصغري ډول يې (300 mm) سپارښتنه کوي .

75mm- د (ACI) کود د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو له پاسه د کانکرېټو خالصه محافظوي طبقه ده .

d_b- په تهداب کې د فولادي سيخانو قطر دی .

په تهدابونو کې د عرضاني قووپه وړاندې سيخان نه اچول کېږي . نو اړينه ده، چې کانکرېټ د(3.5) رابطې د کارېدنې له مخې د ټولو عرضاني قوو په وړاندې مقاومت وکړي،چې په لاندې ډول تړې يادونه کېږي :

$$\phi V_n = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot 1{,}000\ d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.5)$$

دلته :

$\phi = 0.75$ - د عرضاني قوې کمېدونکې ضريب دی .

V_n- د ديوال لاندې تهداب نومينالي مقاومه عرضاني قوه ده(249:10) .

په (4.5) رابطـه کې د ديوال لاندې تهداب د بحراني مقطع ابعاد په (1,000 mm x d) ښودل شوی د ، چې (1000 mm) د تهداب په يومتر اوږدو کې څرګندونه کوي او (d) د تهداب فعاله ارتفاع ده . د(3.5) او(4.5) رابطو پر بنسټ د تهداب اصغري فعاله ارتفاع کولی شو د مقاومې عرضاني قوې پر بنسټ په لاندې ډول پيدا کېږي :

$$\phi V_n \geq Q_u \Rightarrow 0.75 \text{ x } 0.17\sqrt{f'_c} \text{ x } 1{,}000d \geq q_u \left(\frac{L-\ell}{2} - d\right)$$

$$d = \frac{q_u \left(\frac{L-\ell}{2}\right)}{525\sqrt{f'_c}+1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.5)$$

د(1.5) او(5.5) رابطو لپاره تکراري عمليه سرته رسېږي ، د تهداب لومړنۍ ارتفاع يا ضخامت په (2.5) رابطې کې قبلـېږي او د (5.5) رابطې له مخې تصـديقـېږي، دا عمليه تر هغه تکـــرارېږي ، تـــر څـــو چې د تهداب د ضخامت (h) لپاره وړ قيمت تر لاسه شي(703:9) .

د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت لپاره دتهداب د اړينې فعالي ارتفاع د پيداکولو څخه وروسته ، په تهداب کې د اړينو فولادي سيخانو د پيداکولولپاره دکږېدنې مومنټ محاسبه په لاندې ډول ترسرکږي :

$$M_u = q_u.\left(\frac{L-\ell}{2}\right)^2/2 = q_u.\frac{(L-\ell)^2}{8} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.5)$$

دلته (M_u) ضريبي شوي (نهايي) کږېدنې مومنټ دی ، لکه د (8.5- شکل) په څېرد ديوال د اړخ سره بحراني مقطع اغېزمنوي او فولادي سيخان يې د ګاډرونو او پوښښ تختو د فولادي سيخانو په څېر پيداکږي . په تهداب کې د کوږالي مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره دفولادي سيخانو مساحت د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيداکږي :

$$A_s = \frac{M_u}{0.9f_y.0.9d} = \frac{M_u}{0.8f_y d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7.5)$$

په (7.5) رابطه کې (A_s) د تهداب په يوه متر اوږدوالي کې د سيخانو مساحت دی چې ($\phi = 0.9$) اود مومنټ بازويې ($d - \frac{a}{2} = 0.9d$) قبلږي (380:8).

دارنګه فرضېدنه يوازې د تهدابونو،پوښښ تختو او د مسطحو عناصرو لپاره کارږي . دتهداب لپاره اصغري فولادي سيخانو مساحت لکه داوسپنيزکانکرېټي پوښښ تختې د انقباض او درز کېدنې په وړاندې د مقاومت لپاره د فولادي سيخانو د پيداکېدنې په څېرد تهداب د بشپړه مساحت او د (0.0018) د ضرب حاصل څخه پيداکږي . د تهداب د سيخبندۍ لپاره فولادي سيخان د(8.5- شکل) په څېر دکږېدنې بحرانی مقطع او د ديوال تر اړخه پورې غځېږي . په نا مناسبه پراختيايی اوږدوالي يا غځېدنه کې د چنګک کولو څخه صرف نظر کږي . لاندېنۍ رابطه بايد په تهداب کې د کږېدنې د طرحې او محاسبې حالت کې د مستقيمو سيخانو د ځای پاځای کېدنې لپاره صدق وکړي :

$$\ell_d \geq \frac{L-\ell}{2} - 75\ mm \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8.5)$$

دلته : ℓ_d - د فولادي سيخانو اړين کشش پراختيايي اوږدوالی دی ، چې د کرښدنې مومنټ لپاره کارپږي(245,246:7).

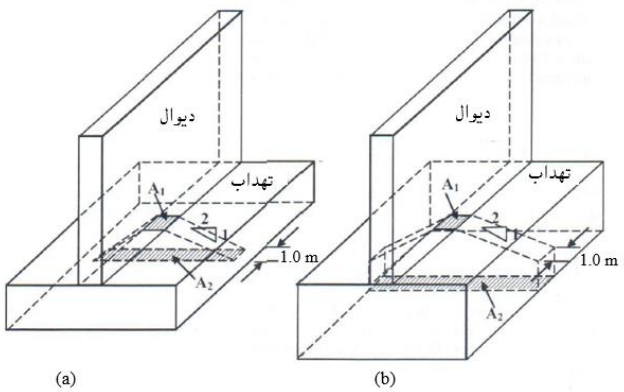
75- mm د فولادي سيخانو له پاسه د کانکرښتو خالصه محافظوي طبقه ده .

د ديوال لاندې تهداب په محاسبه کې بله ډېره مهمه موضوع د ديوال څخه تهداب ته د بار د زغم لېږدونه ده ، دا ځکه چې د ديوال او تهداب تر منځ د بار لېږدښنه يوه بحراني موضوع ده ، که ديوال د تهداب په پرتله له لوړ کيفيته کانکرښتو څخه جوړ شوي وي،نو د تهداب او ديوال تر منځ د لېږديدونکې ساحې د زغم مقاومت د لاندښنۍ رابطې په واسطه پيداکېږي :

$$P_n = 0.85\, f'_c\, A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} + A_{sd} f_y \le 1.7 f'_c\, A_1 + A_{sd}\, f_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9.5)$$

دلته : P_n - د تهداب د لېږدښدونکې مساحت د زغم يا برداشت بار ظرفيت دی ،

A_1= 1,000 x ℓ - د تهداب د لېږدښدونکې مساحت يا د ديوال او تهداب د تماس مساحت دی ، A_2 - د(9.5- شکل) په څېرد لاندښې قطې ډوله قاعدی چې (2H : 1V) په اړخ ميلان لري مساحت دی ، A_{sd} - د ولاړوياد ديوال او تهداب د ننښلوونکو فولادي سيخانو مساحت دی ، (f'_c) او (f_y) په ترتيب سره په تهداب کې د کانکرښتو فشاري مقاومت او د دولاړو سيخانو د تسليمېدنې مقاومت دی(199,200:6) .



9.5- شکل: د(A_1) او(A_2) مساحتونو پيداکول.(a) دتهداب دقاعدې مايله غوځېدنه او (b) دتهداب دارخونو مايله غوځېدنه (383:8) .

د ديوال او تهداب ترمنځ د بار د لېږدېدنې په هکله د (ACI) کود سپارښتنې :

1- د زغم يا برداشت لپاره کمښدونکې ضريب ($\phi = 0.6$)قبلېږي .

2- په (9.5) رابطه کې د ($\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$) قيمت بايد له (2.0) څخه ډېر نه شي ($\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2.0$) . د (9.5)رابطې دويمه برخه بايد چې له ($1.7f'_c A_1 + A_{sd} f_y$) څخه ډېر نه شي .

3- د ولاړو سيخانو مساحت بايد د دې وړتيا ولري ، چې د ديوال او تهداب تر منځ ضريبي شوي فشار ، د کانکرېټو د زغم مقاومت په ډېرېدنې سره ،انتقال يا وزغمی .

4- ولاړ سيخان يا اتصالي (Dowel) بايد داسې طرحه او محاسبه شي ، چې دکږېدنې له امله د ديوال او تهداب تر منځ د لېږديدونکو کششي قوو يا کشش يا فشار په وړاندې مقاومت وکړي .

5- د ديوال او تهداب تر منځ د عرضاني قوود لېږدېدنې لپاره ، د ديوال او تهداب په نښلېدنې سره اړينه د ه چې لاندې د اصطکاک د عرضاني قوو رابطه صدق وکړي:

$$\phi V_n = 0.75 A_{sd} f_y \mu \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10.5)$$

دلته :

V_n- د($\phi = 0.75$) په ملتيا د ديوال او تهداب د نښلېدنې عرضاني مقاومه قوه ده .

A_{sd}, f_y - په ترتيب سره د ولاړويا اتصالي سيخانو د تسليمېدنې مقاومت او مساحت دی.

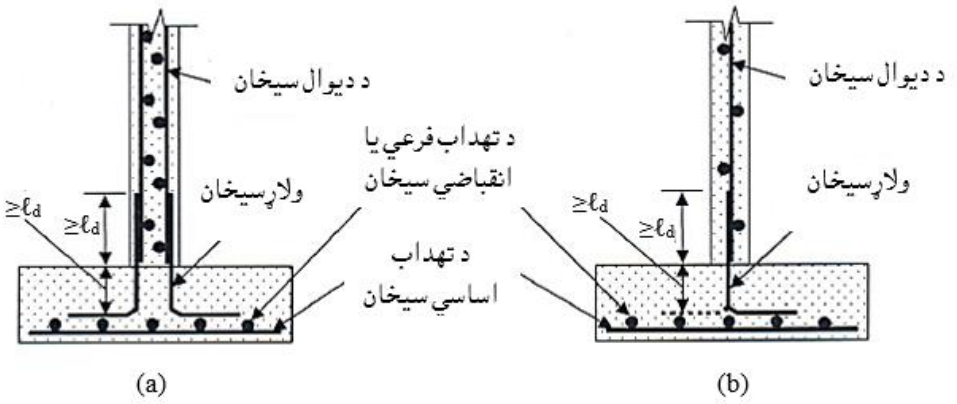
μ - د ديوال او تهداب د نښلېدنې سره د اصطکاک ضريب دی ، چې د ($\mu = u\lambda$) سره مساوي کېږي . د يوريخت ديوال او تهداب لپاره ($u = 1.4$) ، دزېږې نښلېدونکې سطحې لپاره ($u = 1.0$) ، د نورو حالتونو لپاره ($u = 0.6$) ، د عادی کانکرېټو ، د سپک وزنه شګــو لــرونکو او د سپکو کانکرېټو لپاره ($\lambda = 1.0, 0.85$) او($\lambda = 0.75$) قبلېږي .

6- د ولاړو سيخانو لپاره پراختيايی اوږدوالی او پيوند بايد په فشار او کشش کې د (ACI)کود د غوښتنو په مطابق وي.

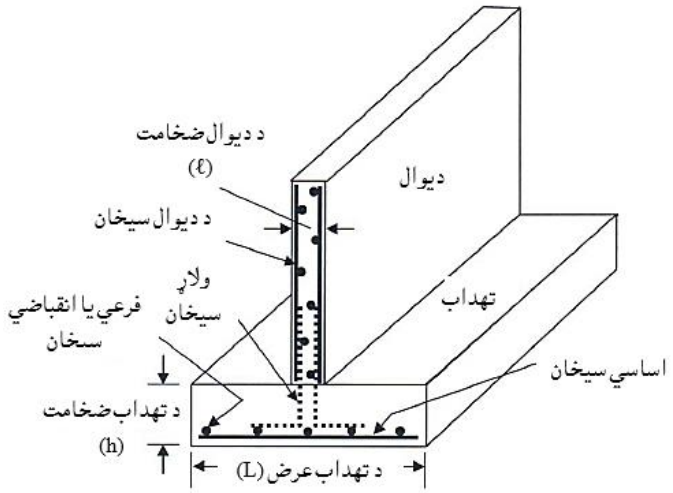
7- د اتصالي ياولاړو سيخانو مساحت (A_{sd})بايد لــه (0.0015 x د ديوال او تهداب د نښلېدنې د مساحت) د ضرب حــاصل څخه لږ نه شي. په (10.5- شکل) کې د ديوال او

تهداب تـر منځ د ولاړو سيخانو ځای په ځای کـــښدنه او د تهداب سيخـــبندي ښودل شوي ده(822,823:16) .

همدارازاتصالي ياولاړ سيخان دلنډواو منځنۍ ارتفاع لرونکوديوالونو د ارتفاع په دننه کې غځېږي. د لانبې ښودنې لپاره په (11.5- شکل) کې د(3-D) په ډول ښودل شوي دي .



10.5- شکل: په ديوالونواوتهدابونو کې د فولادي سيخانود ځای په ځای کښدنه .(a) دوه قشره سيخان لرونکی ديوال او (b) يوقشرسيخان لرونکی ديوال (384:8) .



11.5- شکل: په ديوالونواوتهدابونو کې د فولادي سيخانود ځای په ځای کښدني (3D) (385:8) .

د ګاډرونو او ستنوپه څېر د تهدابونو لپاره محاسبه او طرحه په همدې ډول تکراري عمليه ده ،خودتهداب د ساختمان په محاسبه او طرحه کې د خاوري محاسبې او طرحې ته لومړيتوب ورکول کېږي . د ساختمان د محاسبې او طرحې لپاره ، د عرضاني قوو

محاسبه سرته رسېږي، چې د هغې په واسطه د تهداب ضخامت او ارتفاع اوپه تعقیب يې په کړېدنې حالت کې محاسبه او د هغې له مخې اړين فولادي سيخان پيداکېږي او وروستنۍ مرحله يې د زغم محاسبه ده . بشپړه شوي محاسبه تر هغه تکرارېږي ،چې د قناعت وړ محاسبه نه وي تر لاسه شوي(8:385-383) .

1.5- مثال :له يوه (300 mm) عرض لرونکې ديوال لاندې چې (18 mm@300 mm) يو قشره سيخان په کې وي ،که په هغې (DL = 130 KN/m) او (LL = 73 KN/m) بارونو عمل کړي وي، په داسې حال کې چې د خاورې مجازي فشار يې (q_a = 0.15 MPa) ، د تهداب ژوروالی (1.20 m) ، د خاورې حجمی وزن يې ($19\ KN/m^3$) ، (f'_c = 20 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي ،تهداب محاسبه کړئ .

حل :

1- د(1.5) رابطې له مخې دتهداب په يومتر کې عرض په لاندې ډول پيداکوو:

$$L = \frac{DL+LL}{q_a} = \frac{130+73}{0.15} = 1{,}353\ mm \approx 1{,}500\ mm = 1.5\ m$$

د تهداب ارتفاع (0.30 m) قبلوواو د تهداب اړين عرض په لاندې ډول پيداکوو:

که ($24\ KN/m^3$) د کانکرېټو حجمی وزن وي ،نود تهداب وزن مساوي کېږي په :

Footing Weight = 1.5 x 0.30 x 24 = 10.8 KN/m

که($19\ KN/m^3$) د خاورې حجمی وزن وي ، نو د تهداب له پاسه خاورې وزن:

Weight of Soil on footing = 1.5 x 0.90 x 19 = 25.65 KN/m

د تهداب اړينه عرض مساوي کېږي په :

$$q_a = 0.15\ MPa < \frac{130+10.8+25.65+73}{1{,}500} = 0.224\ MPa$$

داچې د تهداب په تل کې فشار د خاورې دمجازي فشار څخه ډېر دی ، نود تهداب عــرض (L = 1.70 m) قبلوو ،نود تهداب وزن مساوي کېږي په :

Footing Weight = 1.7 x 0.30 x 24 = 12.24 KN/m

د تهداب له پاسه خاورې وزن مساوي کېږي په :

Weight of Soil on footing = 1.7 x 0.90 x 19 = 29.07 KN/m

د تهداب اړينه عرض مساوي کېږي په :

$q_a = 0.15$ MPa $> \frac{130+12.24+29.07+73}{1,700} = 0.143$ MPa

داچې شرط صدق وکړ ، نو تهداب عرض (1.70 m) درست دی .

2- د تهداب په تل کې دخاورې فشار په لاندې ډول پیدا کوو:

$$q_u = \frac{P_u}{L} = \frac{1.2DL+1.6LL}{L} = \frac{1.2x\ 130+1.6x\ 73}{1.7\ x\ 1.0} = 160.47\ KN/m^2$$

(a)- د عرضاني قوو محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي:

که په تهداپ کې (16 mm) قطر سیخان په پام کې ونیول شي د (3.5) رابطې له مخې فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په :

$d = 300 - 75 - \frac{16}{2} = 217$ mm, L = 1.70 m, ℓ = 300 mm,

$$Q_u = q_u \left(\frac{L-\ell}{2} - d\right) = 160.47\ x \left(\frac{1.7-0.30}{2} - 0.217\right) = 77.51\ KN/m$$

د (4.5) رابطې له مخې :

$\phi V_n = \phi.0.17\sqrt{f'_c}$ x 1,000 d = 0.75 x $0.17\sqrt{20}$ x1,000 x 216 /1,000

$\phi V_n = 123.16$ KN/m $> Q_u = 77.51$ KN/m

(b)- د مومنټ محاسبه او د اساسي سیخانو محاسبه چې (f_y = 420 MPa) وي ، په لاندې ډول سرته رسېږي: د (6.5) رابطې له مخې :

$$M_u = q_u . \frac{(L-\ell)^2}{8} = 160.47\ x \frac{(1.7-0.3)^2}{8} = 39.315\ KN.\ m/m$$

د (7.5) رابطې له مخې:

$$A_s = \frac{M_u}{0.8 f_y d} = \frac{39.315\ x\ 10^6}{0.8x420x217} = 539.21\ mm^2/m$$

$A_{s,\ min} = 0.0018\ bh = 0.0018\ x\ 1,000\ x\ 300 = 540\ mm^2/m$

په تهداب کې د اساسي سیخانو تر منځ فاصله بایدد تهداب له ارتفاع څخه ډېره نه شي او همداراز اصغري قطر یې باید له (16 mm) څخه لږ نه شي . نو د اساسي سیخانولپاره (16 mm @ 250 mm c/c) کاروو ، چې مساحت یې (A_s = 804 mm^2/m) کېږي او اصغري مساحت یې له (540 mm^2/m) څخه ډېر دي . د (8.5) رابطې په کارونې سره پراختیایی یا غځېدنې اوږدوالی په لاندې ډول پیداکېږي :

$$\ell_d \geq \frac{L-\ell}{2} - 75\ mm = \frac{1,700-300}{2} - 75\ mm = 625\ mm$$

په تهداب کې د سیخ پراختیایي اوږدوالی مساوي کېږي په :

$$\frac{L-\ell}{2} - 75\ mm = \frac{1{,}700-300}{2} - 75\ mm = 625\ mm$$

که ($\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 1.0$) وي ، نو اړین پراختیایی اوږدوالی ($\ell_d = 400\ mm < 625\ mm$) کېږي. دفرعي سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$A_s = 0.0018 \times (1{,}700) \times 216 = 661\ mm^2 \Rightarrow (6\ N\ 16);\ As = 1{,}200\ mm^2$$

(c)- د زغم یا برداشت او یا دبار لېږدېدنې (Bearing or Load Transfer) محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي: له (9.5) رابطې له مخې لرو چې :

$$P_n = 0.85\ f'_c\ A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} + A_{sd} f_y \leq 1.7 f'_c\ A_1 + A_{sd} f_y$$

$$A_1 = 300 \times 1{,}000 = 30{,}000\ mm^2 = 0.30\ m^2$$

$$A_2 = 300 \times (300 + 300 \times 4) = 450{,}000\ mm^2 = 0.45\ m^2$$

$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2.44 > 2.0$ ، دا قیمت په (9.5) رابطه کې کاروو او باید له دووڅخه ډېر نه شي .

$$A_{sd} = 18\ mm\ @\ 300\ mm\ c/c = 1{,}526\ mm^2$$

$$\phi P_n = \phi(1.7 f'_c\ A_1 + A_{sd}\ f_y)$$

$$\phi P_n = 0.6 \times (1.7 \times 20 \times 30{,}000 + 1{,}526 \times 420)/1{,}000 = 996.55\ KN$$

$$P_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL = 1.2 \times 130 + 1.6 \times 73 = 272.8\ KN$$

$$P_u = 272.8\ KN << \phi P_n = 996.55\ KN \Rightarrow OK$$

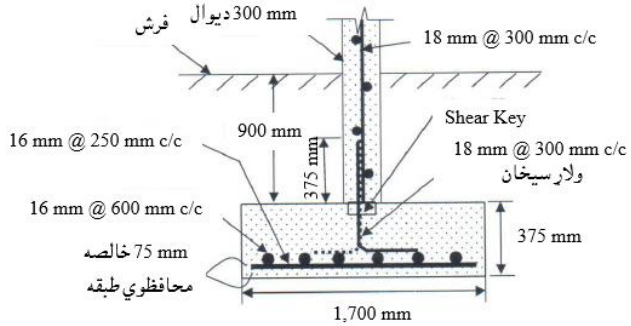
د (18 mm) ولاړو سیخانو فشاري پراختیایی اوږدوالې د (12.5) رابطې پر بنسټ نژدې له (260 mm) سره مساوي کېږي او له بلې خوا داچې د ($\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}}$=1.0) قبلېږي . نو د اتصالي یاولاړو سیخانو شته فشاري غځېدنې اوږدوالی مساوي کېږي په:

$$\ell_d = 300 - 75 - 2 \times (16) = 177\ mm > 10.5\ in \Rightarrow OK$$

دلته (2 x (16 mm په تهداب کې د پاسنیو او لاندېنیو طبقود سیخبندي شویو فولادي سیخانود قطرونو مجموعه ده . داد شته غځېدنې اوږدوالي څخه ، کوم چې د تهداب په سیخبندي شویو فولادي سیخانو سره پاسنې طبقې ولاړ سیخان یا اتصالي کېږي ، نو هماغلته کمېږي . د ولاړو سیخانو لپاره د سیخبندی نسبت مساوي کېږي په :

($\frac{193}{300\ x\ 300}$ = 0.00214 > 0.0012) دا چې د اصغري اندازې څخه ډېرې دی ، نو درسته ده.

(1)د تهداب د سیخانو د ځای په ځای کېدنې تفصیل :



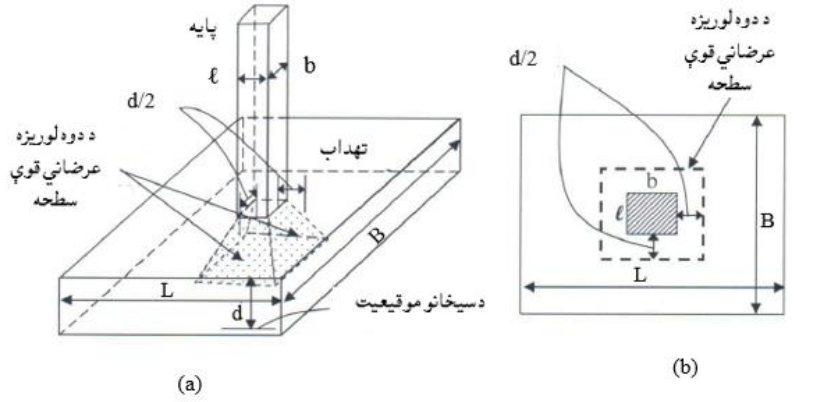
6.5- د ستنو لاندې د یو ګونو تهدابونو تحلیل او محاسبه

(Analysis and Design of Single Column Footings)

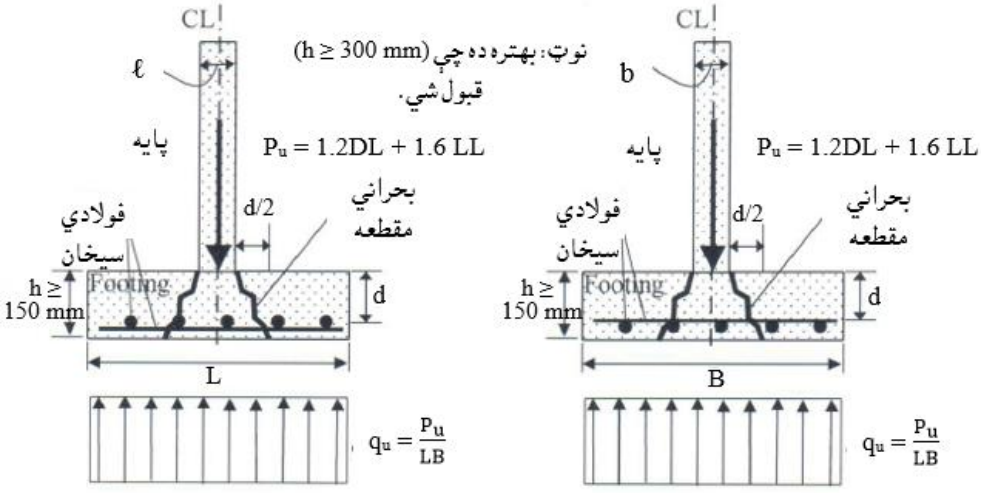
د تهداب لومړنې مساحت د لاندې رابطې پر بنسټ پیداکېږي :

$$A = B.L = \frac{DL+LL}{q_a} \quad \ldots\ldots\ldots\

د(ACI) کود د دریځ له مخې د تهداب اصغري ارتفاع (h_{min} = 150 mm) قبلېږي ، خو بهتره ده چې د تهداب اصغري ارتفاع (h_{min} = 300 mm) وټاکل شي . د تهداب په سیخبندۍ کې دوه طبقې سیخان ځای په ځای کېږي ، هغه سیخان چې په اوږد لوري ځای په ځای کېږي ، دهغې موقعیت په لاندنۍ طبقې کې وي ، چې د هغې له مخې د تهداب فعاله ارتفاع يې د لنډ لور ی د فعالي ارتفاع په پرتله (d) ډېره وي . ددوه لوریزی عرضاني قوې لپاره د (d/2) کوچنی قیمت د دې لپاره په پام کې نیول کېږي ، چې محاسبه په خوندي لوري کی سرته ورسېږي (667:1) .



12.5- شکل: په تهدابونو کې دوه لوریزه عرضاني قوه .(a) د دوه لوریزه عرضاني قوې له امله د تخریبي سطحې د (3D) نما او(b) د دوه لوریزه عرضاني قوې له امله د د تخریبي سطحې پلان (667:1) .



13.5- شکل: په تهدابونو کې دوه لوریزه عرضاني قوي (388:8).

د تهداب د فعالي ارتفاع قيمت کولې شو د په (12.5) او (13.5) رابطو پر بنسټ ، په داسې حال کې چې د (ACI) کود له مخې د (75 mm) محافظوي طبقې په پام کې نيولو سره په لاس راوړو:

$$d_{long} = h - 75\ mm - d_{b1}/2 \quad \text{.....(12.5)}$$

$$d_{short} = h - 75\ mm - d_{b1} - d_{bs}/2 \quad \text{.....(13.5)}$$

دلته:

d_{long} او d_{short} - د تهداب په اوږد او لنډ لوروکې فعالي ارتفاع ګانې د ي .

h - د تهداب ارتفا ع يا ضخامت دی .

d_{b1} او d_{bs} - په ترتيب سره د تهداب په اوږد او لنډ لوروکې ځای په ځای کېدونکې فولادي سيخان دي .

د (13.5) او (14.5) شکلونو پر بنسټ ، ضريبي شوي (اعظمي) عرضاني قوه، چې د دوه لوريزې عرضاني قوې بحراني مقطع اغېزمنه کوي ، دلاندې رابطې په واسطه پيدا کېږي:

$$Q_u = P_u - q_u.\ [(\ell + d)\ .\ (b + d)] \quad \text{.....(14.5)}$$

دلته:

Q_u - نهايي يا ضريبي شوې عرضاني قوه ده .

q_u- د خاورو د زغم ضريبي شوي فشاردی ، چې په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$q_u = \frac{P_u}{LB} = \frac{1.2DL+1.6LL}{LB}$$

ℓ او b - په ترتيب سره د ستنې د عرضاني مقطع ابعاد دی .

d- په لنډ لوري د تهداب فعاله ارتفاع ده چې د (13.5) رابطې په واسطه پيدا کېږي .

په (14.5) رابطې کې د ويجاړېدونکې سطحې لاندې د خاورې فشار دی چې د پايې له امله عرضاني تشنجات مستقيا نه لېږدوي ، د (P_u)قيمت د (Q_u)قيمت د کمولو له مخې په لاس راځي ، چې د پايې لاندې تهداب د عرضاني قوو په وړاندې نه سيخبندي

کېږي. کانکرېټ اړين دي ،چې د دنني عرضاني قوو په وړاندې مقاوم وي ، چې د پيداکولو لپاره يې له (14.5) رابطې څخه ګټه اخېستل کېږي :

$$\phi V_n = \phi . \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{\beta_c})\sqrt{f'_c} \, . \, b_o d \leq 0.75 \text{ x } \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \, . \, b_o d \ \ldots\ldots\ldots (15.5)$$

دلته :

ϕ = 0.75 - د عرضاني قوې کمېدونکې ضريب دی .

V_n- د ستنې لاندې تهداب نومينالي مقاومه عرضاني قوه ده.

β_c - د ستنې د عرضاني مقطع د اوږدوالي لنډ لوروسبت دی ، که ($\ell > b$) وي نو (ℓ/b) او که ($b > \ell$) وي نو (b/ℓ) په پام کې نيول کېږي (322:2) .

د (ACI) کود د شرايطو له مخې په دی رابطه کی ($\beta_c \geq 2$) کارېږي . په(βc) محدوديت د ستنو د ابعادو د نسبت په پام کې نه نيول کېږي ، دا محدوديت يوازې د دوه لوريزه عرضاني قوو لپاره په پام کې نيول کېږي .

b_o - د دوه لوريز پ عرضاني ساحی محيط دی ، چې د($2\ell + b + 2d$) سره مساوي کېږي.

d - د(13.5) رابطې له مخې تهداب د لنډ لوري فعاله ارتفا ع ده (188:6) .

د(14.5) او(15.5) رابطو پر بنسټ د تهداب اصغري فعاله ارتفاع د متقابل عمل د کارېدنې له مخې پيداکېږي . د ساختمان مناسب او وړ قيمت (په 50 mm يا 75 mm کې ضرب شوی) . د (h) د لومړنې فرضېدنې پر بنسټ ، د(d) قيمت د (13.5) رابطې په واسطه پيداکېږي . د (h) قيمت بيا له سره فرضېږي ، کله چې د (13.5) رابطې په واسطه د(d) د پيداشوي قيمت سره سر وخوري . د ا عمليه تر هغه پورې تکرارېږي ، تر څو د (h) لپاره مناسب او وړ قيمی په لاس راشي :

$$\phi V_n \geq Q_u \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16.5)$$

د تهداب د محاسبې دا تکراري عمليه لازمه د ه ، چې د جيوتکنيکي انجنيری محاسبی اوږده کړي ، خو د تهداب په ټولو محاسبو کې د تهداب ارتفاع ثابت په پام کې نيول کېږي . نو له دې امله د تهداب د ښې محاسبې او طرحې لپاره ، د تهداب ضخامت په (14.5 ,11.5) او (15.5) رابطو کې کارېږی او بايد سره مساوي وي (352:3).

2.6.5- د ستنو لاندې یو ګونې تهداب یو لوریزه عرضاني قوه
(One-Way Shear of Single Column Footing)

دپایې لاندې تهداب دیو لوریزه عرضاني قوې لپاره محاسبه او تحلیل په (14.5) او(15.5) شکلونو کې ښودل شوې دی . د یو لوریزه عرضاني قوې بحراني ویجاړېدونکې سطحه د ستنې له اړخ څخه په ټولو لورو دتهداب دفعالې ارتفاع(d) په فاصله واقع وي . د تهداب د یو لوریزه عرضاني قوو تحلیل، د(d) په فاصله د بحراني مقطع د موقعیت لپاره لکه د (13.5) رابطې په څېړتاکل کېږي . د (14.5) او(15.5) شکلونو پر بنسټ ، هغه ضریبي شوي (اعظمي) عرضاني قوه ، چې بحراني مقطع اغېزمنه کوي ، په لاندې ډول محاسبه کېږي :

د (B) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$Q_{uB} = q_u \left(\frac{L-\ell}{2} - d\right)B \quad \text{.....(17.5)}$$

د (L) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$Q_{uL} = q_u \left(\frac{B-b}{2} - d\right) L \quad \text{.....(18.5)}$$

دلته :

Q_{uB} او Q_{uL} - په ترتیب سره د (B) او د (L) لورو سره موازي بحراني مقطعو ضریبي شوي عرضاني قوې دي . په (17.5) او(18.5) رابطو کې د(Q_u) د پیداکولو لپاره ، د خاورې اعظمي فشار (q_u) د تهداب د عرضاني قوې د بحراني مقطع له موقعیت څخه اخوا مساحت سره ضربېږي. د تهداب کانکرېټ باي چې (17.5) او(18.5) رابطود عرضاني قوو په وړاندې بې له سیخه مقاومت وکړي ، چې د لاندېنیو رابطو په واسطه پیداکېږي : د (B) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$\phi V_n = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \, .Bd \quad \text{.....(19.5)}$$

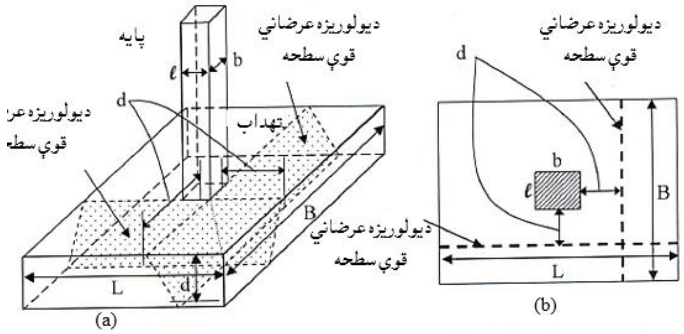
د (L) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$\phi V_n = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} . \, Ld \quad \text{.....(20.5)}$$

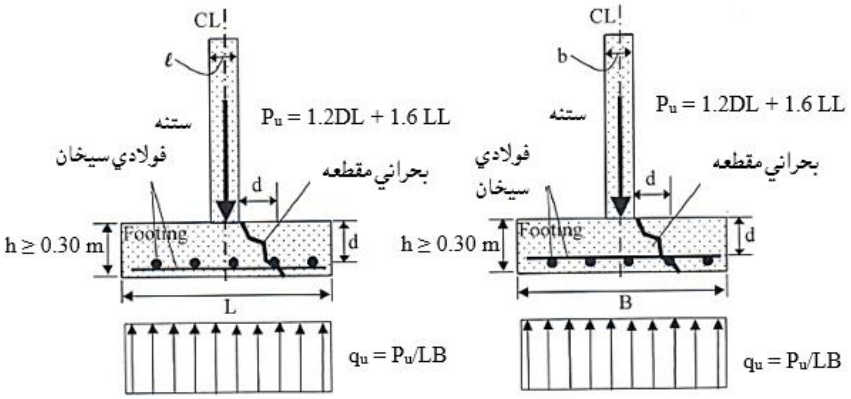
دلته :

$\phi = 0.75$ - د عرضاني قوو کمپدونکې ضریب دی .

V_n - د تهداب لاندې نومینالي عرضاني قوه ده .



14.5- شکل: په تهدابونو کې یو لوریزه عرضاني قوي. (a) دیولوریزه عرضاني قوې تخریبي سطحې (3D) نما او (b) دیولوریزه عرضاني قوې تخریبي سطحې پلان (391:8).



15. 5- شکل: په تهدابونو کې یو لوریزه عرضاني قوې (391:8) .

دتهداب دیو لوریزې عرضاني قوې د وړتیا په ارزونه کې ، د تهداب فعاله ارتفاع او ارتفاع چې د دوه لوریزه عرضاني قوې د پیداکېدنې له مخې انتخابېږي . که په لاس راغلی قیمت وړ و ، نو محاسبه د کړېدنې مومنټ ترپیداکېدنې ادامه مومي او که نه نو دتهداب ضخامت د پیداکېدنې لپاره له سره محاسبه او د هغې ازمایښتونه تر هغه تکرارېږي ،چې د تهداب لپاره مناسبه ارتفاع په لاس راشي . د تهداب دیولوریزه عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت د وړتیا لپاره لاندینۍ رابطه کارېږي:

$$\phi V_n \geq Q_u \quad \text{.....(21.5)}$$

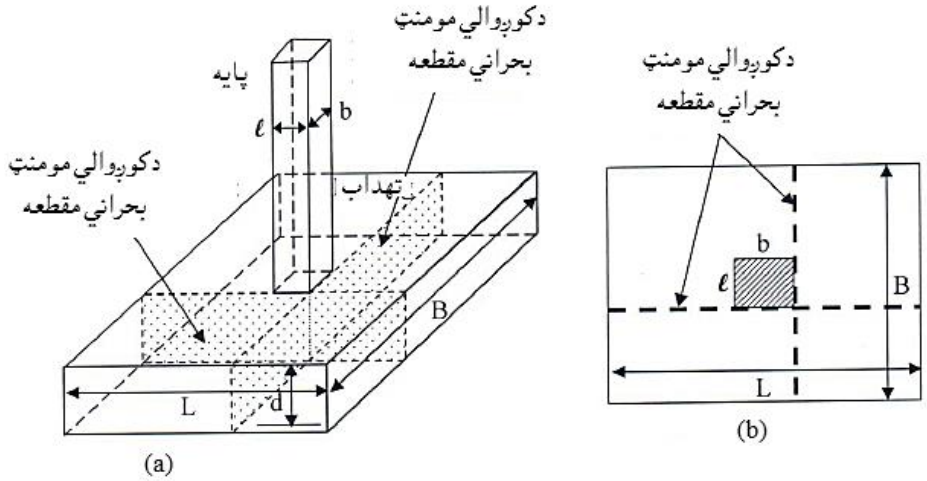
د تهداب د دوه لوريزه او يو لوريزه عرضاني قووپه وړاندې د مقاومت د وړتيا د تصديقولو څخه وروسته په انحناء کې محاسبه ترسره کېږي (199:6) .

3.6.5- د پايو لاندې د يوګوني تهداب د کږېدنې مومنټ محاسبه او تحليل

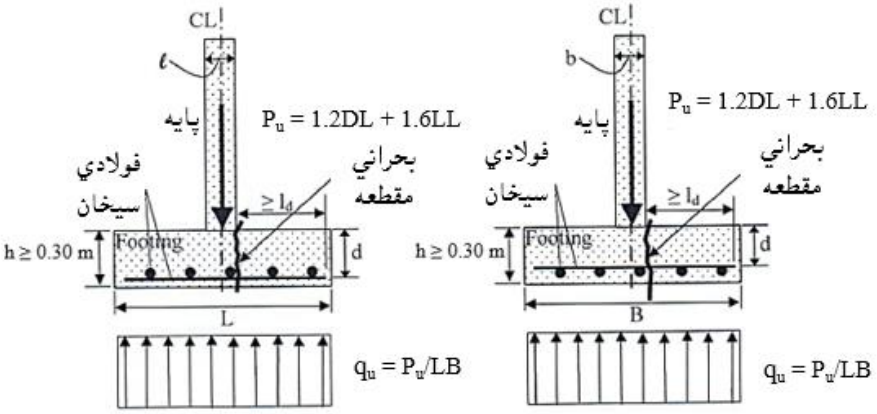
(Bending Moment Analysis and design of Single Column Footings)

(a)- د تحليل عمومي پرنسيپو (General Analysis Principles) : په (16.5) او(17.5) شکلونو کې د کږېدنې مومنټ تحليل او محاسبه ښودل شوې ده ،چې د کږېدنې اعظمي مومنټ بحراني مقطع د ستنې د اړخ د ټولو لورو سره په پام کې نيول کېږي (331:13) .

په (16.5) او(17.5) شکلونو کې (L > B) فرض شوي دی ، نو له دې امله په اوږد(L) لوري انحنايي مومنټ دلنډ(B) لوري په پرتله ډېر دی . ددې ډېر کږېدنې مومنټ لپاره اړينه ده ، چې د فعالي ارتفاع (d) قيمت هم لوړ وي ، نو له همدې امله د اوږد لوري په لاس راغلي سيخان د تهداب د تل سره نژدې ځای په ځای کېږي ، تر څو د فعالي ارتفاع (d) لازمي قيمت حاصل شي . په (13.5) رابطه کې د تهداب د دواړو لورو مومنټونو پيداکولو لپاره د(d) له کوچنې قيمت څخه ګټه اخلو،چې محاسبه په ساده او خوندي ډول تر سره شي .



16.5- شکل: په تهدابونو کې د کوالي مومنټ بحراني مقطع .(a) دکږېدنې مومنټ دبحراني مقطع (3D) نما او (b) دکږېدنې مومنټ دبحراني مقطع پلان (392:8).



17.5- شکل: په تهدابونو کې د کوږو الي مومنټ بحراني مقطع (393:8).

د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت لپاره ،د اړښې فعالي ارتفاع د پیداکولو وروسته په انحناء کې محاسبه تر سره کېږي، تر څو لازمي فولادي سیخان په لاس راوړو ، چې د لاندښیو رابطو په واسطه د تهداب د دواړو لورو د کږېدنې مومنټونه حاصلېږي:

د (B) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$M_{uB} = q_u.B.\left[\frac{(\frac{L-\ell}{2})^2}{2}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22.5)$$

د (L) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره :

$$M_{uL} = q_u \text{ x } L \text{ x } \left[\frac{(\frac{B-b}{2})^2}{2}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23.5)$$

دلته : (M_{uB}) او(M_{uL}) ضریبي شوي کږېدنې مومنټونه دي ، چې د پایې په اړخ کې د تهداب بحراني مقطع اغېزمنوي (361,362:11).

د سیخانو د پیداکولو لپاره کټ مټ د ګاډرونو او د پوښښ تختو په څېرد کږېدنې مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره د تهداب په دواړو لورو سیخان دلاندښیو رابطو په واسطه پیداکېږي :

هغه فولادي سیخان چې د (B) په لوري له (L) لوري سره موازي وېشل کېږي :

$$A_{sB} = \frac{M_{uB}}{0.8df_y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24.5)$$

هغه فولادي سيخان چې د (L) په لوري له (B) لوري سره موازي وېشل کېږي :

$$A_{sL} = \frac{M_{uL}}{0.8df_y} \quad \text{.....(25.5)}$$

د(ACI) کود د تهداب لپاره په دواړو لورو د انقباض او درزکېدنې په وړاندې د مقاومت لپاره د اصغري سيخانو مساحت د تهداب ټول مساحت د(0.0018) د ضرب له حاصل څخه لږ لازم نه ګڼي(553:5).

(b)- پراختيايي اوږدوالی (Development Length) : په (18.5) شکل کې د ښودل شوي پايې د اړخ سره د انحنايي مومنټ د بحراني مقطع سره په تهداب کې فولادي سيخان په بشپړه توګه غځېږي،چې د کږېدنې د محاسبې لپاره د لاندې نيو رابطو له مخې تصديقېږي :

د(L) په لوري د کږېدنې لپاره :

$$\ell_d \geq \frac{L-\ell}{2} - 75 \text{ mm} \quad \text{..... (26.5)}$$

د(B) په لوري د انحناء لپاره :

$$\ell_d \geq \frac{B-b}{2} - 75 \text{ mm} \quad \text{..... (27.5)}$$

دلته :

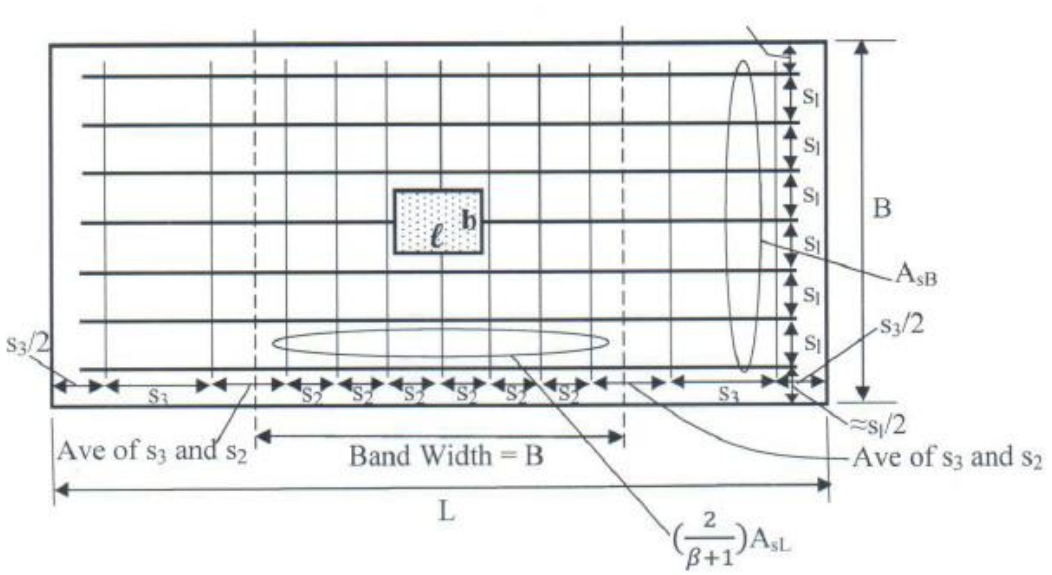
ℓ_d - اړين کششي پراختيايي يا د غځېدنې اوږدوالی دی .

75 mm - د کانکرېټو خالصه محافظوي طبقه ده .

که د غځېدنې اوږدوالی نا کافی وي ، نو فولادي سيخان چنګک کېږي .

(c)- د پايې لاندې تهدابونو کې د سيخانو ځای په ځای کېدنه: په مربعي تهدابونو کې فولادي سيخان يو شانته اچول کېږي. خو په مستطيلي تهدابونوکې په اوږدلوري (د L سره موازي) فولادي سيخان يو شانته اچول کېږي . د (ACI) کودد لارښوونې له مخې د مستطيلي تهدابونو په لنډلوري (د B سره موازي) د (18.5- شکل) په څېر د پايې لاندې برخه کې فولادي سيخان د نورو برخو په پرتله ډېر متمرکز اچول کېږي . داځکه چې

په لنډ لوري د ستنې لاندې موقعیت کې بارونه، تشنجات او کږېدنې مومنټ دبل لوري په پرتله ډېره متمرکز وي (201:6).



18.5- شکل: په مستطیلي تهدابونو کې د مومنټ د سیخانو وېشنه (394:8).

په اوږد لوري (L) د نژدې ځای په ځای کېدونکو سیخانو عرض د تهداب د لنډ لوري د اوږوالي (B) سره مساوي قبلېږي ، چې پایه یې مرکز تشکیلوي (19.5 - شکل) .

د ډېروځای په ځای شویو فولادي سیخانو (Band Steel bars) مساحت او په لنډ لوري د ټولو فولادي سیخانو مساحت نسبت مساوي کېږي په :

$$\frac{\text{Steel area in band width}}{\text{total steel area in short direction}} = \frac{2}{(\beta+1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(29.5)$$

یا هم :

$$A_{sband} = A_{sL}\left(\frac{2}{\beta+1}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(30.5)$$

دلته : د ډېروځای په ځای شویو فولادي سیخانو (Band Steel bars) عرض ، د تهداب د لنډ لوري د اوږدوالي (B) سره مساوي دی ، A_{sL} - د تهداب په لنډ لوري د فولادي سیخانومجموعي مساحت دی ، A_{sband} - د ډېروځای په ځای شویو فولادي سیخانو مساحت دی او $\beta = L/B$ - دتهداب د اوږداو لند لورو نسبت دی . د (ACI) کود دلارښوونې له مخې (A_{sband}) سیخان عرض کی په مساوي ډول یو شانته ځای وېشل

کېږي . همداراز اړينه ده چې د تهداب د لنډ لوري فولادي سيخانو پاتي مساحت (A_{sL}) ، په پاتې اوږدوالي يا د ډېرو ځای په ځای کېدونکو سيخانو له عرض څخه بيرون لکه د (18.5- شکل) په څېرپه مساوي ډول سره ځای په ځای شي (362:12).

4.6.5- د پايو او تهدابونو تر منځ د بار لېږدېدنه

(Transfer of Load between the Column and Footings)

د تهداب په محاسبه کې له پايې څخه تهداب ته د بار لېږدېدنه ډېره مهمه موضوع ده،چې لېږدېدونکې مساحت يې د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيداکېږي(200:6) :

$$\phi P_n = 0.75\, f'_c\, A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} + A_{sd} f_y \le 1.7 f'_c\, A_1 + A_{sd}\, f_y \quad \text{.....(31.5)}$$

دلته :

P_n - د تهداب د لېږدېدونکې مساحت د زغم بار ظرفيت دی .

$A_1 = b.\ell$ - د تهداب د لېږدېدونکې مساحت يا د پايې د عرضاني مقطع مساحت دی .

A_2 - دلاندېنې قطۍ ډوله قاعدې مساحت دی ، چې د (20.5- شکل) په څېرپه اړخ کې د (2H : 1V) ميلان لري.

A_{sd} - د ولاړواتصالي يا د پايې او تهداب د ننبلوونکي فولادي سيخانو مساحت دی .

(f'_c) او (f_y) په ترتيب سره په تهداب کې د کانکرېټو فشاري مقاومت او د ولاړواتصالي سيخانو د تسليمېدنې مقاومت دی .

د (ACI) کود سپارښتنې له مخې د پايو او تهدابونو تر منځ اود ديوال او تهداب ترمنځ د بار د لېږدېدنه يو شانته دي لکه مخکې چې ترې يادونه وشوه :

1- د زغم يا برداشت لپاره کمېدونکې ضريب ($\phi = 0.6$) قبلېږي (559:5) .

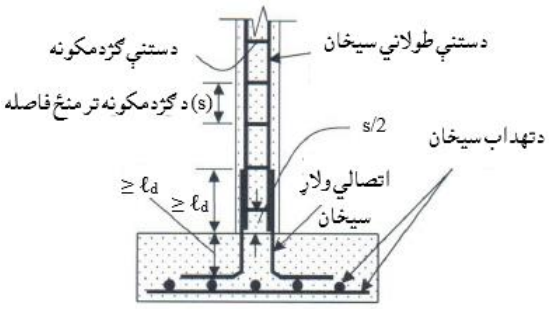
2- د ولاړو اتصالي سيخانو مساحت بايد د دې وړتيا ولري ، چې د پايې او تهداب تر منځ ضريبي شوي فشار ، د کانکرېټو د زغم مقاومت په ډېرېدنې سره ،انتقال يا وزغمی ، لکه په (31.5) رابطه کې چې ښودل شوي دي .

3- ولاړ اتصالي سيخان (Dowel) بايد داسې طرحه او محاسبه شي ، چې دکښدنې له امله د پايې او تهداب تر منځ د لښديدونکې کشش يا فشار په وړاندې مقاومت وکړي.

4- د ستنې او تهداب ترمنځ عرضاني قوه، د قاعدی يا بنسټ د اصطکاک د لاری سرته رسښي ، چې د (32.5) رابطې په واسطه پيداکښي :

$$\phi V_n = 0.75 A_{sd} f_y \mu \quad \ldots\ldots\ldots\

په (20.5 - شکل) کې د ستنې او تهداب د اتصالي ولاړو سیخان او تهداب سیخبندي ښودل شوي ده.



20.5- شکل: د ستنې لاندې تهداب کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنه(396:8).

2.5 - مثال: د ستنې لاندې تهداب ،کـه د ستنې د مقطع ابعاد (450 mm x 450 mm) ، (8 N 22) سیخان په کې ځای په ځای شوي ، (DL = 980 KN) او(LL = 580 KN) بارونه تهداب ته انتقالوي اود خاورې د زغم مجازي فشار(q_a = 0.20 MPa) ، تهداب ژوروالی (1.50 m) ، خاورې حجمی وزن (19 KN/m^3) وي او د تهداب د ابعادو تر منځ (L = 1.5B) ، (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وی ، محاسبه کړئ.

حل :

1- د تهداب د عرض جیوتکنیکي محاسبه تر سره کوو: په پیل کې د تهداب او د تهداب له پاسه وزنونه په پام کې نه نیولو سره د (1.5) رابطې په کارونې سره لیکو چې :

$$B\,L = \frac{DL+LL}{q_a} = \frac{(980+580)x10^3}{0.20} = 7{,}800{,}000\ mm^2$$

$$L = 1.5B = \frac{3}{2}B \Rightarrow B = \frac{L}{\frac{3}{2}} \Rightarrow A = B \times L = \frac{L}{\frac{3}{2}} \times L = \frac{2}{3}L^2$$

$$BL = 7{,}800{,}000\ mm^2 = \frac{2}{3}L^2 \Rightarrow L = \sqrt{\frac{7{,}800{,}000}{\frac{2}{3}}} = 3{,}421\ mm$$

$$B = \frac{L}{1.5} = \frac{3{,}421}{1.5} = 2{,}280\ mm \approx 2{,}500\ mm \Rightarrow L = 3{,}750\ mm$$

د تهداب لپاره (3.75 m x 2.50 m) کاروو ، چې (L = 3.75 m) او (B = 2.50 m)کېږي او د تهداب د ابعادو نسبت له ($\frac{L}{B}$ = 1.5) مساوي کېږي.

د تهداب او د تهداب له پاسه د خاورې وزن د تهداب ارتفاع (750 mm) په پام کې نیولو سره په لاندې ډول پیدا کېږي :

که ($24\ KN/m^3$) د کانکرېټو حجمی وزن وي ،نود تهداب وزن مساوي کېږي په :

$W_f = 3.75 \times 2.5 \times (1.5 - 0.75) \times 24 = 168.75\ KN/m$

که ($19\ KN/m^3$) د خاورې حجمی وزن وي ،نود تهداب له پاسه د خاورې وزن :

$W_s = 3.75 \times 2.5 \times (1.5 - 0.75) \times 19 = 133.60\ KN/m$

د خاورې زغم یا برداشت فشار مساوي کېږي په :

$$\text{Soil bearing pressure} = \frac{(980+168.75+133.60+580)\times10^3}{3{,}750\ x\ 2{,}500} = 0.199\ MPa$$

$\text{Soil bearing pressure} = 0.199 < q_a = 0.20\ MPa$

2- د تهداب د ساختمان یا جوړښت محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي :

$P_u = 1.2 \times 980 + 1.6 \times 580 = 2{,}106 KN$

$$q_u = \frac{P_u}{BL} = \frac{2{,}106\times10^3}{2{,}500 \times 3{,}750} = 0.225\ MPa = 224.64\ KN/m^2$$

(a)- د دوه لوریز عرضاني قوې محاسبه (Punching Shear Design)په لاندې ډول ترسره کېږي:

$Q_u = P_u - q_u\ [(\ell + d).\ (b + d]$

دا چې ($\ell = b = 450\ mm$) او همداراز دلنډلوري فعاله ارتفاع د(25 mm) قطر سیخ په پام کې نیولو سره په لاندې ډول پیدا کوو:

$$d_{short} = h - 25\ mm - d_{b1} - \frac{d_{bs}}{2} = 750 - 75 - 25 - \frac{25}{2} = 637.5\ mm$$

$Q_u = 2{,}106 - 224.64 \times [(0.45 + 0.6375) \times (0.45 + 0.6375)] = 1{,}840.33\ KN$

د دوه لوریزه بحراني مقطع لپاره مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = \phi\ \frac{1}{6}\ (1 + \frac{2}{\beta_c})\sqrt{f'_c}\ b_o d \le 0.75\ x\ \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\ x\ b_o d$$

د تهداب لپاره ($f'_c = 25\ MPa$) کارېږي اود پایې د عرضي مقطع ابعاد سره مساوي دي ، نو ($\beta_c = 1.0 < \beta_{cmin} = 2.0$)، چې له امله یې د(15.5) رابطې برخه نه ډېرېږي .

$b_o = 2\ (\ell + b + 2d) = 2 \times (450 + 450 + 2 \times 637.5) = 4{,}350\ mm$

$$\phi V_n = \phi\ \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\ b_o d = 0.75\ x\ \frac{1}{3}\sqrt{25}\ x\ 4{,}350\ x\ 637.5/1{,}000$$

ϕV_n = 3,466.40 KN > Q_u = 1,840.33 KN

(b) - د یو لوریزه عرضاني قوې محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي :

د (B) لوري د بحراني مقطع سره موازي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$Q_{uB} = q_u \left[\frac{L-\ell}{2} - d\right] B = 224.64 \text{ x } \left[\frac{3.75-0.45}{2} - 0.6375\right] \text{ x } 2.5$$

Q_{uB} = 568.62 KN

د (B) لوري د بحراني مقطع سره موازي مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c}\, Bd = 0.75 \text{ x } 0.17 \sqrt{25} \text{ x } 2{,}500 \text{ x } 637.5/1{,}000$$

ϕV_n = 1,016.0.2 KN > Q_{uB} = 568.62 KN

د (L) سره موازي بحراني مقطع لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$Q_{uL} = q_u \,.\, \left[\frac{B-b}{2} - d\right] . L = 224.64 \text{ x } \left[\frac{2.5-0.45}{2} - 0.6375\right] \text{ x } 3.75$$

Q_{uB} = 326.43KN

د (B) سره موازي بحراني مقطع لپاره مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c}. Ld = 0.75 \text{ x } 0.17 \sqrt{25} \text{ x } 3{,}750 \text{ x } 637.5/1{,}000$$

ϕV_n = 1,524.02 KN > Q_{uB} = 326.43KN

(c)- د کېږدنې مومنټ محاسبه د (f_y = 420 MPa) په پام کې نیولو سره په لاندې ډول تر سره کېږي:

د (B) سره موازي د بحراني مقطع لپاره د (23.5) رابطې په کارونې سره پیداکووچې :

$$M_{uB} = q_u B\left[\frac{(L-\ell)^2}{8}\right] = 224.64 \text{ x } 2.5 \text{ x } \left[\frac{(3.75-0.45)^2}{8}\right] = 764.48 \text{ KN. m}$$

د (B) په لور د (L) سره موازي ځای په ځای کېدونکې سیخانومساحت د (25.5) رابطې په کارونې سره په لاندې ډول حاصلوو:

$$A_{sB} = \frac{M_{uB}}{0.8 d f_y} = \frac{764.48\, x\, 10^6}{0.8 \text{ x } 637.5 \text{ x } 420} = 3{,}569 \text{ mm}^2$$

د (B) په لوري د (L) سره موازي د اصغري فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

A_{sBmin} = 0.0018 x 2,500 x 750 = 3,375 mm^2 < 3,569 mm^2

د (B) په لوري د (L) سره موازي سیخانو مساحت (A_{sB} =3,569 mm^2) قبلوو چې د (L) سره موازي د سیخانو تر منځ فاصله باید له (h = 750 mm) څخه ډېره نه شي ،

نو په اوږد لـــوري (10 N 22) سیخان (22mm @ 360 mm c/c) چې مســاحت یې ($A_s = 3,799\ mm^2 > 3,569\ mm^2$) دی ، ځای په ځای کېږي . د(22 mm) سیخانو لپاره د (L) په لوري کېږدونکې سیخان په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$\ell_d \geq (L - \ell) / 2 - 75\ mm = (3,750 - 450)/2 - 75 = 1,575\ mm$$

د(22 mm) سیخانو لپاره ($\ell_d = 1,575\ mm$)، نو($\ell_d = 1,575\ mm < 1,650\ mm$) د پراختیای اوږدوالی د محاسبې د اسانتیا لپاره($\frac{A_{s,required}}{A_{s,provided}} = 1.0$) قبول شوي دي.

د (L) سره د بحراني مقطع سره موازي مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

$$M_{uL} = q_u L \left[\frac{(\frac{B-b}{2})^2}{2}\right] = 224.64 \times 3.75 \times [\frac{(2.5-0.45)^2}{8}] = 442.52\ KN.\ m$$

د (L) په لوري د (B) لوري سره موازي ځای په ځای کېدونکې سیخان په لاندې ډول پیداکېږي :

$$A_{sL} = \frac{M_{uL}}{0.8 d f_y} = \frac{442.52 \times 10^6}{0.8 \times 637.5 \times 420} = 2,066\ mm^2$$

د (L) په لوري د (B) سره موازي د اصغري فولادي سیخانو ځای په ځای کېدنه مساوي کېږي په :

$$A_{sLmin} = 0.0018 \times 3,750 \times 750 = 5,063\ mm^2$$

د (L) په لـوري د (B) سره موازي سیخانو مساحت ($A_{sL} = 5,063\ mm^2$) قبلوو چې د (B) سره مـــوازي د سیخـــانو تر منځ فاصله باید لـــه ($h = 750\ mm$) څخه ډېره نه شي ، نو په اوږد لـــوري (14 N 22) سیخـــان (22mm @ 168 mm c/c) چې مساحت یې ($A_s = 5,320\ mm^2 > 5,063\ mm^2$) دی ، ځای په ځای کېږي . د(22 mm) سیخانو لپاره د (B) په لوري کېږدونکې سیخان په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$\ell_d \geq (B - \ell) / 2 - 75\ mm = (2,500 - 450)/2 - 75 = 950\ mm$$

د(22 mm) سیخانو لپاره ($\ell_d = 950\ mm$)، نو($\ell_d = 950\ mm < 1,650\ mm$) د پراختیای اوږدوالی د محاسبې د اسانتیا لپاره($\frac{A_{s,required}}{A_{s,provided}} = 1.0$) قبول شوي دي.

د پایې څخه تهداب ته د بار لېږدېدنه : د (9.5) رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$P_n = 0.75f'_c A_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} + A_{sd}f_y \leq 1.7f'_c A_1 + A_{sd} f_y$$

خو له $(1.7f'_c A_1 + A_{sd} f_y)$ څخه بايد ډېر نه شي .

$A_1 = 450 \times 450 = 202{,}500 \text{ mm}^2$

A_2: First side = $(450 + 750 \times 4)/1000 = 3.45 \text{ m} < 3.75\text{m} \Rightarrow$ OK

Out side = $(450 + 750 \times 4)/1000 = 3.45 \text{ m} > 2.5 \text{ m} \Rightarrow$ N.G

د بل لوري لپاره (2.5 m) ټاکو او په محاسبه کې تري ګټه اخلو ، نو :

$$A_2 = 3{,}450 \times 2{,}500 = 8{,}625{,}000 \text{ mm}^2, \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{8{,}625{,}000}{202{,}500}} = 42.59$$

دا چې $\left(\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 42.59 > 2.0\right)$، نو په (31.5) رابطې کې $\left(\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2.0\right)$ قبلوو او د پايې د اتصالي (8N22) سيخانو مساحت $(A_{sd} = 3{,}040 \text{ mm}^2)$ کېږي ، نو :

$$P_n = 0.75f'_c A_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} + A_{sd}f_y = 0.75 \times 25 \times 202{,}500 \times 2 + 3{,}040 \times 420$$

$P_n = 7{,}720.55$ KN, $\phi P_n = 0.75 \times 7{,}720.55 = 5{,}790.41$ KN

$\phi(1.7f'_c A_1 + A_{sd} f_y) = 0.75 \times (1.7 \times 25 \times 202{,}500 + 3{,}040 \times 420) =$
$7{,}412.29$ KN $> \phi P_n = 5{,}790.41$ KN

د (22 mm) اتصالي سيخانو لپاره فشاري غځېدنې اوږدوالی قبلوو .

د غځېدنې اوږدوالی د محاسبې د اسانتيا لپاره $\left(\frac{A_{s,required}}{A_{s,provided}} = 1.0\right)$ قبول شوي دی.

د (22 mm) اتصالي سيخانو لپاره فشاري غځېدنې اوږدوالی مساوي کېږي په :

$\ell_d = 750 - 75 - (22 + 28)/8 = 668.75 \text{ mm} > 525 \text{ mm} \Rightarrow$ OK

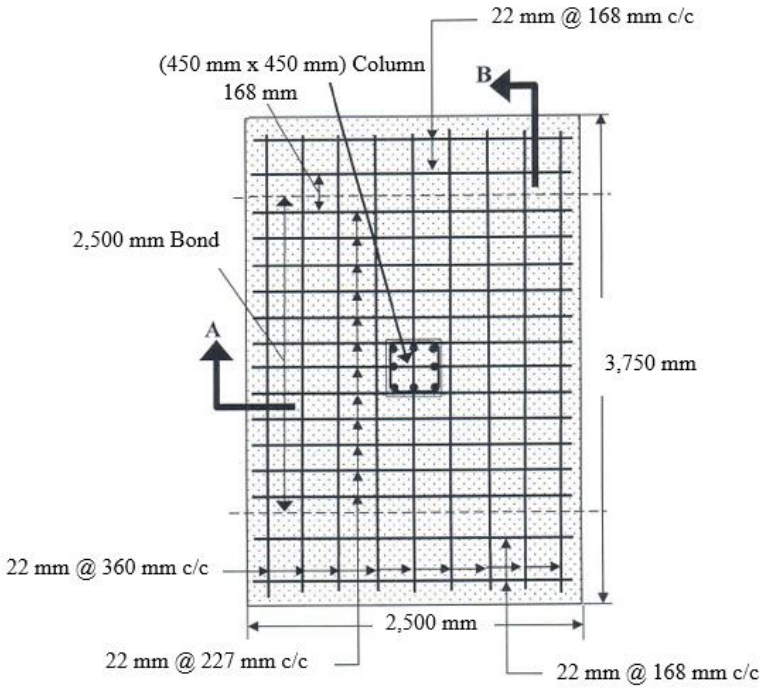
(22 + 28) د تهداب د پاسنۍ او لاندېنۍ طبقو دفولادي سيخانو د قطرونو مجموعه ده .
د لاسته راغلې پراختيايی اوږدوالي څخه د تهداب د پاسنيو فولادي سيخانو څخه ولاړ سيخان کمېږي . د اتصالي فولادي سيخانو د سيخبندۍ نسبت په لاندې ډول ټاکو :

$\rho = 3{,}040/(450 \times 450) = 0.015 > 0.005$ min. for column$\Rightarrow$ OK

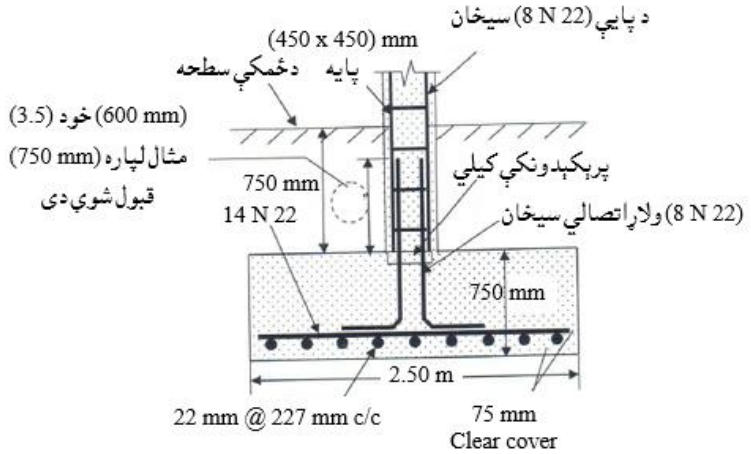
د تهداب د محاسبې او طرحې په مرحله کې ، د جيوتکنيکي محاسبو په ګډون بشپړه محاسبه ارزول کېږي ، تر څو ساختمان استواره وي . که د محاسبو کومه يو ه برخه

مناسبه او وړ نه وه ، نو ټوله محاسبه تر هغه تکرارېږي ، تر څو مناسبه او وړ محاسبه تر لاسه راشي . د محاسبو دارنګه تکرارېدنه د هر ډول ساختمان د محاسبې او طرحې لپاره په پام کې نیول کېږي .

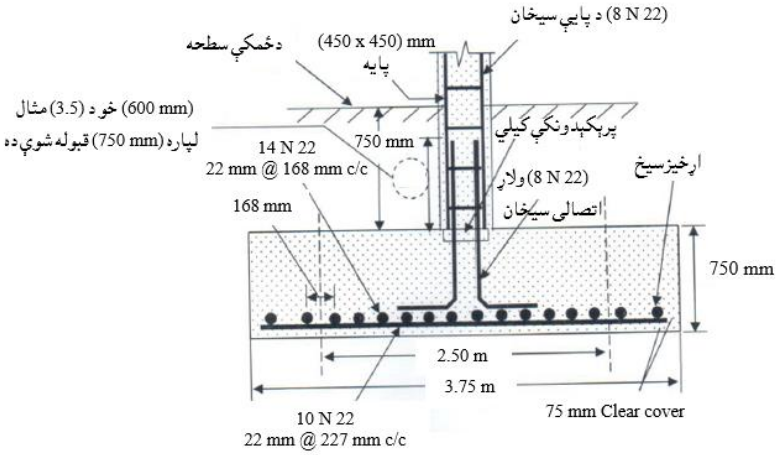
(d)- په تهداب کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنه: د تهداب لپاره (f'_c = 20 MPa) او (f_y = 420 MPa) ځانګړې پلټنې ته اړتیا نه لري ، خو د خاورې په هکله د راپور لارښوود باید تعقیب شي .



د تهداب پلان



د (A – A) مقطعه



د (B – B) قطعه

7.5 - دغیر مرکزي بار شوو پایو لاندې تهدابونو تحلیل اومحاسبه

(Analysis and Design of Column Footing under Eccentric Loading)

په دې برخه کې د غیر مرکزي او مرکزي بارشویو تهدابونود تحلیل اومحاسبې په توپیر فوکس شوی دی . د تهداب مساحت د مجازي تشنجاتو دمحاسبوي طرېقې (ASD) پر بنسټ د ($q_{max} \leq q_a$) شرط په پام کې نیولو سره د تکراري ارزونې له مخې ټاکل کېږي . په محاسبه کې زغم په ټول تهداب کې نیول کېږي ،خوکه د تهداب یوه برخه د زغم لاندې واقع شي، نو د تهداب هغه برخه د نااستواری اود شکل بدلون د ډېرښت د احتمال له امله نه کارېږي . د اوسپنیزکانکرېټي تهداب د محاسبې لپاره د ضریبي بارونو د اغېزې لاندې د مقاومت محاسبوي طرېقې څخه ،چې د تهداب ابعاد ، د موادو انتخاب او د فولادي سیخانو ځای په ځای کېدنه تصدیقوي ، ګټه اخېستل کېږي . په دې ډول تهدابونو کې د ویجاړېدنې په حالتونو کې دوه لوریزه او یو لوریزه عرضاني قوې ، د کورېوالي مومنټ او د بار لېږدېدنه شاملېږي او د ساختمان د مناسبوالی او وړتیا لپاره تنظیمېږي(337:13) .

په(21.5) او(22.5) شکلونو کې ، د غیر مرکزي باربدنې لاندې دوه حالتونه د ټول تهداب او د تهداب د یوې برخې په واسطه دبار زغم بنودل شوی دی . هغه تهدابونه چې یوه برخه یې بار زغمی دهغې لپاره د محاسبوي بار لاندې محاسبه د پورتنیو دلیلونو له

مخې نه تر سره کـــېږي . په لومړی قدم کې په دوې کې د کږېدنې محور او د مرکزي محور لیکې د تهداب د ابعادو(B) سره موازي فرضېږي ، چې د باربدنې حالتونه یې په (21.5- شکل) کې ښودل شوي دي ، چې لاندې رابطې او شرایط ورته د اجراء وړ دي:

د ضریبي بار عن المرکزیت مساوي کېږي په :

$$e_u = \frac{M_u}{P_u}$$

د خاورې منځنې ضریبي فشار مساوي کېږي په :

$$q_{uav} = q_u \text{ at CL or } q_{uCL} = q_u = \frac{P_u}{LB}$$

د خاورې اعظمي ضریبي فشار مساوي کېږي په :

$$q_{umax} = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u}{LB} = \frac{P_u}{LB} + \frac{6P_u e_u}{BL^2}$$

د خاورې اصغري ضریبي فشار مساوي کېږي په :

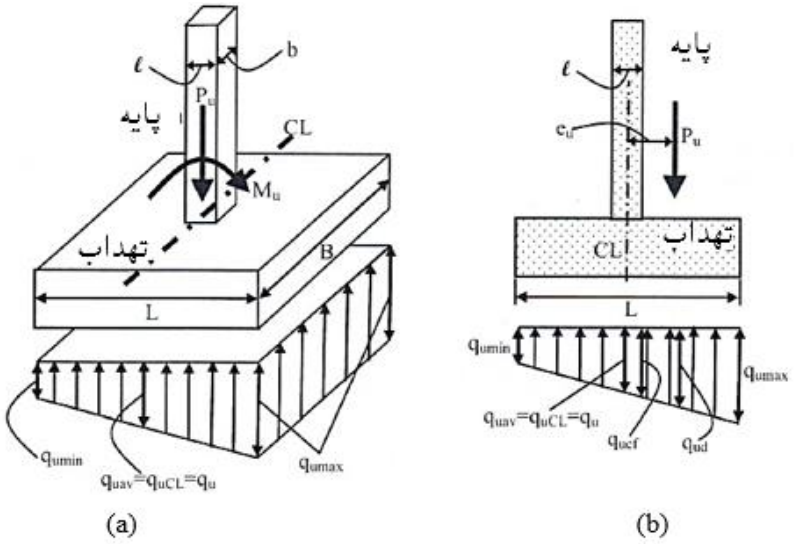
$$q_{umin} = \frac{P_u}{A} - \frac{M_u}{LB} = \frac{P_u}{LB} - \frac{6P_u e_u}{BL^2}$$

د پایې د اړخ سره ضریبي فشار مساوي کېږي په :

$$q_{ucf} = q_{umax} - (L - \ell) \cdot \left(\frac{q_{umax} - q_{umin}}{2L}\right) \quad \text{..... (31.5)}$$

د پایې له اړخ څخه د (d) په فاصله ضریبي فشار مساوي کېږي په :

$$q_{ud} = q_{umax} - (L - \ell - d) \cdot \left(\frac{q_{umax} - q_{umin}}{2L}\right) \quad \text{..... (32.5)}$$



21.5- شکل: د غیر مرکزي بارشوی تهداب. (a) - 3D نما او (b) – عرضاني مقطع(401:8) .

1.7.5 - په غير مرکزي بارشوو تهدابونو کې دوه لوريزه عرضاني قوه
(Punching Shear in Eccentric Footing)

د غيرمرکزي بارشوي تهداب لپاره د دوه لوريزه عرضاني قوې په وړاندې تحليل او محاسبه کې (q_{uCL}) او يا (q_{uav}) ، چې ($q_{uCL} = q_{uav} = q_u$) کېږي ،کارېږ ی او د مرکزي بار شوي تهداب په څېر تحليل او محاسبه کېږي . دغيرمرکزي باربدنې لپاره د پايې د مرکزي ليکي سره د خاورو منځنې ضريبي شوي فشار(q_{uav}) او د خاورې د ضريبي شوي فشار (q_u) سره مساوي دي ، چې د يو شانته شرايطو لاندې ثابت پاتې کېږي .

2.7.5 - په غيرمرکزي بارشووتهدابونوکې يو لوريزه عرضاني قوه
(One-Way Shear in Eccentric Footing)

د غير مرکزي بارشوي تهداب لپاره ديولوريزه عرضاني قوې بحراني مقطع موقعيت په (15.5- شکل) کې دښودل شوې بحراني مقطع ته ورته دی . د ضريبي شويو عرضاني قوو (Q_{uB}) او (Q_{uL}) محاسبه د لاندښيو رابطو په واسطه سرته رسېږي :

د هغه بحراني مقطع لپاره چې د (B) لوري سره موازي وي ، عرضاني قوه مساوي کېږي په :

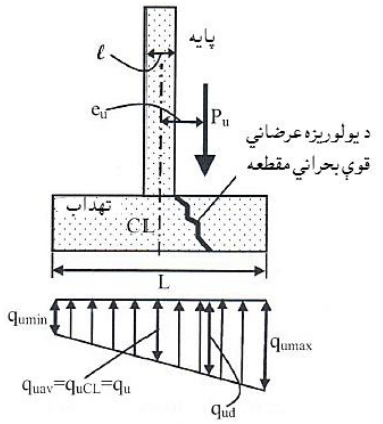
$$Q_{uB} = (q_{umax} - q_{ud})/2 \; . \; [(\frac{L - \ell}{2}) - d] \; . \; B \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33.5)$$

د هغه بحراني مقطع لپاره چې له (L) لوري سره موازي وي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$Q_{uL} = q_u \; . \; [(\frac{B - b}{2}) - d] \; . \; L \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (34.5)$$

(Q_{uL}) کټ مټ د مرکزي بارشوی (Q_{uL}) ته ورته دی ،ځکه چې د خاورو ضريبي فشار د(L) لوري سره موازي د اضافي مومنټ لـــه اغېزې بدلون نه مومي . د(Q_{uB}) په رابطه کې د (B) لوري سره موازي د يولوريزی عرضاني سطحه دخاورې منځنی ضريبي فشار $(q_{umax} - q_{ud})/2$ ($\frac{q_{u,max} - q_{ud}}{2}$) د (q_u) پر ځای په (33.5) رابطه کې کارېږي . د يو لوريزې عرضاني قوې لپاره پاتې محاسبه د هغه تهدابونوسره چې په مرکزي ډول بار

شوي وي ، يو شانته سرته رسېږي . دا چې (q_{umax}) او (q_{umin}) موقيعيتونه په تهداب کې د مومنټ د لوري د بدلون سره بدلون مومي، نو دعاملوقووانحنايي مومنټونه يې لکه د لاندې ښي (22.5- شکل) په څېر په متناوب ډول په پام کې نيول کېږي .



22.5- شکل: په غير مرکزي بارشوي کانکرېټي تهداب کې يو لوريزه عرضاني قوه(403:8).

3.7.5- په غيرمرکزي بارشوو تهدابونو کې د کوږوالي مومنټ لپاره محاسبه (Design of Bending Moment in Eccentric Footings)

د غير مرکزي بارشويوستنو لاندې تهدابونو د انحنايي مومنټ لپاره تحليل او محاسبه ، د ټولو برخو او مرحلو په پام کې نيولو سره پرته له ضريبي کږېدنې مومنټ څخه ، د مرکزي بار شويوپايولاندې تهدابونوپه څېر ترسره کېږي . په دې برخوکې د بحراني مقطعو موقيعيتونه، د اړينو فولادي سيخانو محاسبه او د فولادي سيخانو ځای په ځای کېدنه شامله ده . د کږېدنې مومنټ ، د خاورې فشار د يو شانته نه وېشنې له امله د کږېدنې دمومنټ په قيمت کې دبدلون لامل کېږي . دا چې (L) د تهداب اوږد لوري او غير مرکزي باربدنه د مرکزي ليکي محور ته د تهداب د (B) لوري سره موازي وي (23.5- شکل) ، نود کږېدنې ضريبي شوي مومنټونه (M_{uB}) او (M_{uL}) د لاندښيو رابطو په واسطه پيداکېږي :

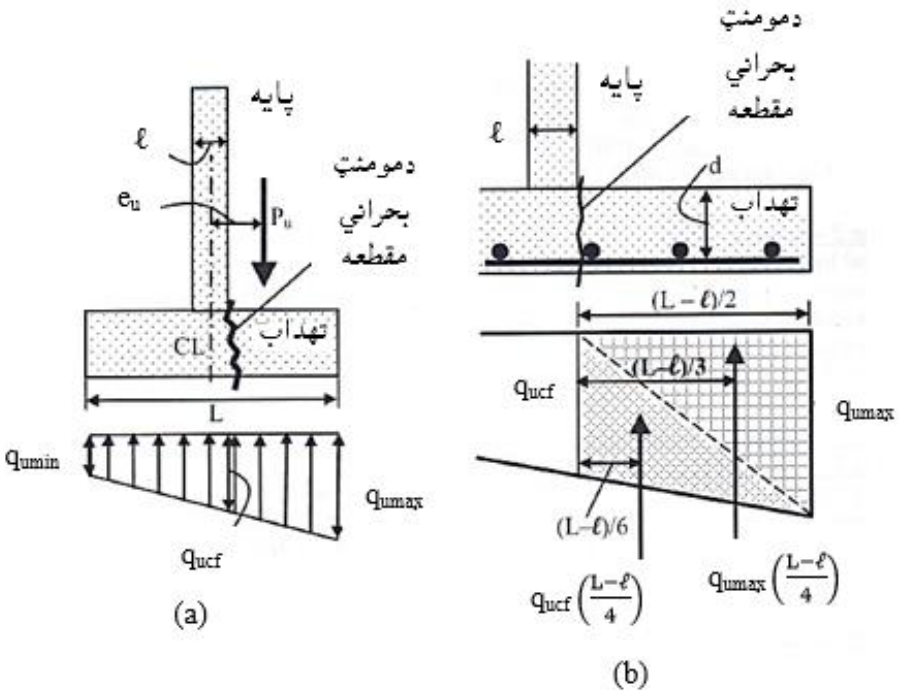
دهغه بحراني مقطع لپاره چې د تهداب د (B) لوري سره موازي دی :

$$M_{uB} = (2q_{umax} + q_{ucf}).\ B.[(\frac{L-\ell}{2})]^2/6 \quad \text{.....(35.5)}$$

دهغه بحراني مقطع لپاره چې د تهداب د(L) لوري سره موازي دی، د(36.5) رابطې په شانته پیداکېږي :

$$M_{uL} = q_u \cdot L \cdot [(\frac{B-b}{2})]^2/2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(36.5)$$

(M_{uL})کټ مټ د مرکزي بارشوي (M_{uL}) ته ورته دی ، ځکه چې په مرکزي بار شویو تهدابونو کې د خاورو ضریبي شوي فشار د(L) لوري سره موازي وي او په غیرمرکزي بارشویو تهدابونوکې د (B) لوري سره موازي وي . د(M_{uB}) د رابطې د تحلیل لپاره د خاورې ذوذنقه یي وېشنه په (23.5- شکل) کې ښودل شوې ده . د مومنټ لپاره پاتې محاسبه کټ مټ د مرکزي بارشوي تهداب په څېرترسره کېږي . کله چې افقي قوې د مومنټ د لورو د بدلون لامل شي ، نو د (M_{uB}) د محاسبې لپاره ، (q_{umax}) د (q_{umin}) پر ځای کارېږي . د(q_{umax}) او (q_{umin}) دموقیعیتونو بدلېدنه د مومنټ د بدلون په څېر وي (401-404:8) .



23.5- شکل: په غیر مرکزي بارشوي تهداب کې د کرښدنې مومنټ تحلیل .(a) په تهداب دخاورې فشار او (b) دمومنټ لپاره دبحراني مقطع توضیحي شکل(404:8) .

4.7.5- په غیر مرکز بارشوو تهدابونو د پایو او تهدابونو تر منځ د بار لېږدېدنه
(Transfer of Load between the Columns and Footings in Eccentric Footings)

د غیر مرکز بارشویو پایو لاندې تهدابونو تر منځ د بار لېږدېدنې د محاسبې او ډیزاین لارښوونه کټ مټ ، د مرکزي بار شویوپایو لاندې تهدابونو د محاسبې او ډیزاین دلارښوونې په څېر لکه په (4.5.5) برخه کې چې تشریح او توضیح شوه ، سرته رسېږي.

3.5- مثال : (2.5- مثال) د دویم ځلې د داسې تهداب لـــپاره په پام کې نیول کېږي ، چې تهداب په اوږد لـــوري د زلـــزلې دمومنټ (475 KN. m) لاندې واقع شوي وي او د زلزلې لـــه امله محـــوري قـــوه (180 KN) وي د مړو او ژوندیو بارونو په پرتله د زلزلې له امله محوري قوه کوچنۍ ده . د بارونو ترکیب له (2) څخه تر(4) پورې او د خاورې دزغم توان($q_a = 0.26$ MPa) په پام کې نیولو سره محاسبه سرته رسېږي .

دستنې لانـدې تهداب ،که دستنې د مقطع ابعاد (450 mm x 450 mm) ، (8 N 22) سیخان په کې ځای په ځای شوي ، (DL = 980 KN) او(LL = 580 KN) بارونه تهداب ته انتقالوي اود خاورې د زغم مجازي فشار($q_a = 0.26$ MPa) ، دتهداب ژوروالی (1.50 m) ، دخاورې حجمی وزن (19 KN/m^3) وي او د تهـداب د ابعـادو تر منځ (L = 1.5B) ، ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وی ، محاسبه کړئ .

حل :

1- د تهداب جیوتکنیکي محاسبه: په (2.5- مثال) کې د ګراویټي بارونو د شرایطو لپاره د (1.5) او(11.5) رابطې تصدیق شوې دي . د تهداب محاسبه د ګراویټي او زلزلې د قوو د اغېزې لاندې ، د مثبت محوري بار سره چې د فشار په وړاندې ښودل شوي دي ، تعقیبوو.

د بار د دویم ترکیب (DL ± 0.7E + 0.75 LL) لپاره :

لومړی حالت - د زلزلې ښکته لوري ته فشار لپاره محوري بار مساوي کېږي په :

$$P = DL + 0.7E + 0.75\ LL$$

$$P = 980 + 168.75 + 133.75 + 0.7 \times 180 + 0.75 \times 580 = 1{,}843.5\ KN$$

عن المرکزیت مساوي کښې په :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{0.70 \text{ x } 475}{1,843.5} = 0.18 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$

پورتنی حالت د (6.5 - شکل) د (a) حالت کې ښودل شوی دی .

د خاورې اعظمي فشار مساوي کښې په :

$$P_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{6Pe}{BL^2} = \frac{1,843.5 \text{ x } (10)^3}{3,750 \text{ x } 2,500} + \frac{6 \text{ x } 1,843.5\text{x } (10)^3 \text{ x } 180}{2,500 \text{ x } (3,750)^2} = 0.253 \text{ MPa}$$

$q_a = 0.26 \text{ MPa} > P_{max} = 0.253 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

دویم حالت - د زلزلې پورته لوري ته فشار لپاره محوري بار مساوي کښې په :

$P = DL - 0.7E + 0.75 LL$

$P = 980 + 168.75 + 133.75 - 0.7 \text{ x } 180 + 0.75 \text{ x } 580 = 1,591.5 \text{ KN}$

عن المرکزیت مساوي کښې په :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{0.70 \text{ x } 475}{1,591.5} = 0.21 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$

پورتنی حالت د (6.5 - شکل) د (a) حالت کې ښودل شوی دی .

د خاورې اعظمي فشار مساوي کښې په :

$$P_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{6Pe}{BL^2} = \frac{1,591.5 \text{ x } (10)^3}{3,750 \text{ x } 2,500} + \frac{6 \text{ x } 1,591.5\text{x } (10)^3 \text{ x } 210}{2,500 \text{ x } (3,750)^2} = 0.227 \text{ MPa}$$

$q_a = 0.26 \text{ MPa} > P_{max} = 0.227 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

د بار دځلورم ترکیب (0.6DL ± 0.7E) لپاره :

لومړی حالت - د زلزلې ښکته لوري ته فشار لپاره محوري بار مساوي کښې په :

$P = 0.6DL + 0.7E = 0.6x(980 + 168.75 + 133.75) + 0.7x180 = 895.5 \text{ KN}$

عن المرکزیت مساوي کښې په :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{0.7 \text{ x}475}{895.5} = = 0.371 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$

د خاورې اعظمي فشار مساوي کښې په :

$$P_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{6Pe}{BL^2} = \frac{895.5 \text{ x } (10)^3}{3,750 \text{ x } 2,500} + \frac{6 \text{ x } 895.5\text{x } (10)^3 \text{ x } 371}{2,500 \text{ x } (3,750)^2} = 0.152 \text{ MPa}$$

$q_a = 0.26 \text{ MPa} > P_{max} = 0.152 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

دویم حالت - د زلزلې پورته لوري ته فشار لپاره محوري بار مساوي کېږي په :

$$P = 0.6DL - 0.7E = 0.6x(980 + 168.75 + 133.75) - 0.7x180 = 643.5 \text{ KN}$$

عن المرکزیت مساوي کېږي په :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{0.7 \text{ x}475}{643.5} = = 0.617 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$ په

د خاورې اعظمي فشار مساوي کېږي په :

$$P_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{6Pe}{BL^2} = \frac{643.5 \text{ x } (10)^3}{3{,}750 \text{ x } 2{,}500} + \frac{6 \text{ x } 643.5\text{x } (10)^3 \text{ x } 617}{2{,}500 \text{ x } (3{,}750)^2} = 0.136 \text{ MPa}$$

$q_a = 0.26 \text{ MPa} > P_{max} = 0.136 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

یادونه : دمحاسبې لپاره د بارونود دویم ترکیب لومړې حالت (د زلزلې ښکته لوري ته فشار) چې ډېر بحراني حالت دی ، په پام کې نیول کېږي . نود تهداب جیوتکنیکي محاسبه د بارونود دویم ترکیب یانې د زلزلې ښکته لوري ته فشار د بارونو د ترکیب ډېر بحراني حالت پر بنسټ مناسبه او وړ ده .

2- ساختماني محاسبه او طرحه: په دې حالت کې دبارونو لپاره د (ASCE) ستندرد له مخې تر سره کېږي . په دې مثال کې د تهداب تحلیل سربېره له ګراویتي بارونه (2.5 - مثال کې) څخه، اړینه ده چې د ګراویتي او زلزلې بارونو د اغېزې لاندې هم سرته ورسېږي . نود (U5 = 1.2D ± 1.0E + L + 0.2S) او (U7 = 0.9D ± 1.0E + 1.6 H) بارونو دوه ترکیبونه د پاملرنې وړ دي (د لومړې برخې درېیم فصل وګورئ) .

د بارونود (U5) ترکیب لپاره چې (S = 0) د زلزلې ښکته لوري ته فشارمساوي کېږي په:

$$P_u = 1.2 \text{ D} + 1.0\text{E} + \text{L} + 0.2\text{S}$$

$$P_u = 1.2 \text{ x } 980 + 180 + 580 = 1{,}936 \text{ KN} \Rightarrow q_{uav} = \frac{1{,}936 \text{ x } 10^3}{2{,}500 \text{ x } 3{,}750} = 0.21 \text{ MPa}$$

$$e_u = \frac{M_u}{P_u} = \frac{475}{1{,}936} = 0.245 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$

د بارونود (U5) ترکیب لپاره چې (S = 0) د زلزلې پورته لوري ته فشارمساوي کېږي په :

$$P_u = 1.2 \text{ x } 980 - 180 + 580 = 1{,}576 \text{ KN} \Rightarrow q_{uav} = \frac{1{,}576 \text{ x } 10^3}{2{,}500 \text{ x } 3{,}750} = 0.17 \text{ MPa}$$

$$e_u = \frac{M_u}{P_u} = \frac{475}{1{,}576} = 0.301 \text{ m} < L/6 = 3.75/6 = 0.625 \text{ m}$$

د بارونود (U7) ترکیب لپاره چې (H= 0) د زلزلې ښکته لوري ته فشارمساوي کېږي په:

$P_u = 0.9D + 1.0E + 1.6\ H$

$P_u = 0.9 \times 980 + 180 + 580 = 1{,}642\ KN \Rightarrow q_{uav} = \frac{1{,}642 \times 10^3}{2{,}500 \times 3{,}750} = 0.18\ MPa$

$e_u = \frac{M_u}{P_u} = \frac{475}{1{,}642} = 0.29\ m < L/6 = 3.75/6 = 0.625\ m$

د بارونود (U7) ترکیب لپاره چې (H = 0) د زلزلې پورته لوري ته فشارمساوي کېږي په:

$P_u = 0.9D - 1.0E + 1.6\ H$

$P_u = 0.9 \times 980 - 180 + 580 = 1{,}282\ KN \Rightarrow q_{uav} = \frac{1{,}282 \times 10^3}{2{,}500 \times 3{,}750} = 0.14\ MPa$

$e_u = \frac{M_u}{P_u} = \frac{475}{1{,}282} = 0.371\ m < L/6 = 3.75/6 = 0.625\ m$

د بارونو (U5) ترکیب ډېر بحراني حالت د زلزلې ښکته لوري ته فشار حالت دی ، چې لوړ او اعظمي د خاورې د زغم منځني تشنجات (q_{uav}) ته رسېږي ، کله چې د ټولو بارونو ترکیب لپاره مومنټ یو شانته په پام کې نیول شوي وي . د بارونو (U7) ترکیب د پورته لوري فشار لپاره د بارونو ډېر بحراني ترکیب د زلزلې د پورته لوري ته د فشار حالت دی ، چې له املې د خاورې فشار وښنه په (7.5) شکل کې د (b) حالت په مطابق سرته رسېږي، کوم چې د دې مثال لپاره د قبلېدنې وړ نه دی ، له همدې املې ، د تهداب ابعاد د قناعت وړ دی . د جیوتکنیکي انجنیري محاسبه کې ،د تهداب د ساختمان د انجنیري محاسبه د همدې دلیل له مخې په (7.5) شکل کې د (b) حالت په مطابق سپارښتنه نه کېږي.

(a) - د دوه لوریزې عرضاني قوې محاسبه: ددوه لوریزه عرضاني قوې پر وړاندې محاسبه د (2.5 - مثال) په څېر خود بارونود (U5) ترکیب کې د ($q_{uav} = 0.21\ MPa = 206.51 KN/m^2$) پر ځای د زلزلې ښکته لوري ته فشار په پام کې نیول کېږي:

$P_u = 1.2 \times 980 + 180 + 580 = 1{,}936\ KN$

$q_{uav} = \frac{1{,}936 \times 10^3}{2{,}500 \times 3{,}750} = 0.21\ MPa = 206.51\ KN/m^2$

$$Q_u = P_u - q_u\,[(\ell + d).\,(b + d]$$

دا چې $(\ell = b = 450\ mm)$ او همداراز دلنډلوري فعاله ارتفاع د $(25\ mm)$ قطر سيخ او خالصې محافظوي طبقې $(Cc = 75\ mm)$ په پام کې نيولو سره په لاندې ډول پيدا کوو:

$$d_{short} = h - Cc - d_{b1} - \frac{d_{bs}}{2} = 750 - 75 - 25 - \frac{25}{2} = 637.5\ mm$$

$$Q_u = 1{,}936 - 206.51x\,[(0.45 + 0.6375)\ x\ (0.45 + 0.6375)] = 1{,}919\ KN$$

د دوه لوريزه بحراني مقطع لپاره مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$\phi V_n = \phi\,\frac{1}{6}\,(1 + \frac{2}{\beta_c})\sqrt{f'_c}\ b_o d \le 0.75\ x\ \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\ x\ b_o d$$

د تهداب لپاره $(f'_c = 25\ MPa)$ کارېږي اود پايې عرضي مقطع ابعاد سره مساوي دي، نو $(\beta_c = 1.0 < \beta_{cmin} = 2.0)$، چې له امله يې د (15.5) رابطې برخه نه ډېرېږي.

$$b_o = 2\ (\ell + b + 2d) = 2\ x\ (450 + 450 + 2\ x\ 637.5) = 4{,}350\ mm$$

$$\phi V_n = \phi\,\frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\ b_o d = 0.75\ x\ \frac{1}{3}\sqrt{25}\ x\ 4{,}350\ x\ 637.5/1{,}000$$

$$\phi V_n = 3{,}466.40\ KN > Q_u = 1{,}919\ KN \Rightarrow OK$$

(b)- ديو لوريزې عرضاني قوې محاسبه: د خاورې اعظمي ضريبي شوي فشار:

$$q_{umax} = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u}{S} = \frac{P}{BL} + \frac{6Pe}{BL^2}$$

$$q_{umax} = \frac{1{,}936\ x\ (10)^3}{3{,}750\ x\ 2{,}500} + \frac{6\ x\ 1{,}936x\ (10)^3\ x\ 245}{2{,}500\ x\ (3{,}750)^2} = 0.287MPa = 287.46\ KN/m^2$$

د خاورې اصغري ضريبي شوي فشار مساوي کېږي په:

$$q_{umin} = \frac{P_u}{A} - \frac{M_u}{S} = \frac{P}{BL} - \frac{6Pe}{BL^2}$$

$$q_{umin} = \frac{1{,}936\ x\ (10)^3}{3{,}750\ x\ 2{,}500} - \frac{6\ x\ 1{,}936x\ (10)^3\ x\ 245}{2{,}500\ x\ (3{,}750)^2} = 0.126MPa = 125.56\ KN/m^2$$

د (32.5) رابطې له مخې ليکلی شو چې:

$$q_{ud} = q_{umax} - (L - \ell - d)\,\frac{(q_{umax} - q_{umin})}{2L}$$

$$q_{ud} = 287.46 - [3.75 - (0.45 + 0.6375)]\,\frac{(287.46 - 125.56)}{2x\ 3.75} = 229.99\ KN/m^2$$

د (L) سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې:

$$Q_{uL} = \frac{(q_{umax} - q_{ud})}{2}.\,(\frac{L - \ell}{2} - d).\,B$$

$$Q_{uL} = \frac{(287.46 - 229.99)}{2} \text{ x } (\frac{3.75-0.45}{2} - 0.6375) \text{ x } 2.5 = 261.85 \text{ KN}$$

د(L) سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې :

$$\phi V_{nL} = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot Bd = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6}\sqrt{25} \text{ x } 2{,}500 \text{ x } 637.5/1{,}000 = 996.09 \text{ KN}$$

$$\phi V_{nL} = 996.09 \text{ KN} >> Q_{uL} = 261.85 \text{ KN}$$

د(B) سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې :

$$Q_{uB} = q_u [\frac{B-b}{2} - d]. L = 229.99 \text{ x } [\frac{2.5-0.45}{2} - 0.6375] \text{ x } 3.75 = 334.20 \text{ KN}$$

د(B) سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې :

$$\phi V_{nB} = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot Ld = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6}\sqrt{25} \text{ x } 3{,}750 \text{ x } 637.5/1{,}000 = 1{,}494 \text{ KN}$$

$$\phi V_{nB} = 1{,}494 \text{ KN} >> Q_{uB} = 334.20 \text{ KN}$$

(c) - د مومنټ محاسبه : د فولادي سيخانو لپاره (f_y = 420 MPa) قبلوو :

$$q_{ucf} = q_{umax} - (L - \ell). \frac{(q_{umax} - q_{umin})}{2L}$$

$$q_{ucf} = 287.46 - (3.75 - 0.45) \text{ x } \frac{(287.46 - 125.56)}{2 \text{x } 3.75} = 216.224 \text{ KN/m}^2$$

د(L) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې :

$$M_{uL} = (2q_{umax} + q_{ucf}). B. \frac{[\frac{L-\ell}{2}]^2}{6}$$

$$M_{uL} = (2 \text{ x } 287.46 + 216.224) \text{ x } 2.5 \text{ x } \frac{[\frac{3.75-0.45}{2}]^2}{6} = 897.45 \text{ KN. m}$$

د(L) د لوري سره موازی فولادي سيخان په لاندې ډول پيداکوو:

$$A_{sL} \approx M_{uL} / 0.8df_y = 897.45 \text{ x } 10^6 / 0.8 \text{ x } 637.5 \text{ x } 420 = 4{,}190 \text{ mm}^2$$

د(B) لوري سره موازي بحراني مقطع لپاره ليکلی شو چې :

$$M_{uB} = q_u \frac{[\frac{B-b}{2}]^2}{2} L = 229.99 \text{ x } \frac{[\frac{2.5-0.45}{2}]^2}{2} \text{ x } 3.75 = 453.06 \text{ KN. m}$$

د(B) لوري سره سره موازی فولادي سيخان په لاندې ډول پيداکوو:

$$A_{sB} \approx M_{uB} / 0.8df_y = 453.06 \text{ x } 10^6 / 0.8 \text{ x } 637.5 \text{ x } 420 = 2{,}115 \text{ mm}^2$$

د فولادي سيخانو سيخبندی انتخاب ، وښنه او پراختيايی اوږدوالی د تصديقولو لپاره له (2.5) مثال څخه ګټه اخلو، د دې مثال لپاره د اصغري سيخبندی لپاره سپارښتنې هم د قناعت وړ دي.

(d) دبار یا زغم لېږدېدنه: په(2.5) مثال کې د پایې او تهداب د تماس په ساحه کې د پیدا شوي زغم ظرفیت یا توان په خبر په لاندې ډول عمل کوو :

$$P_n = 5{,}790.41\ KN > P_{umax} = 1{,}936\ KN \Rightarrow OK$$

دلته (P_{umax}) دبارد(U5) ترکیب له مخې د زلزلې د ښکته لوري فشارلپاره محاسبه شوی قیمت دی .د دې مثال لپاره ، د شته کړېدنې مومنټ له امله د ولاړو اتصالي کششي سیخانوپراختیایي اوږدوالی ته اړتیا لیدل کېږي . د (22 mm) ولاړواتصالي سیخانو لپاره که ($\frac{A_{s,required}}{A_{s,provided}} = 1.0$) وي ،پراختیایی اوږدوالی د(657.5 mm) سره مساوي کېږي. نو په پایله کې د(2.5) مثال د تهداب د سیخانو ځای په ځای کېدنه ، هم د دې مثال لپاره مناسبه او وړ ده او د ولاړواتصالي فولادي سیخانو پراختیایي اوږدوالی یې (750 mm) قبلېږي . سربېره پر دې ، په تهداب کې د ولاړواتصالي سیخانو سیخانوپراختیایی اوږدوالی هغه مهال وړ او مناسب دی ، چې(90°) درجی چنګک شوي وي .

8.5- د مرکبو تهدابونو تحلیل او محاسبه

(Analysis and Design of Combined Footings)

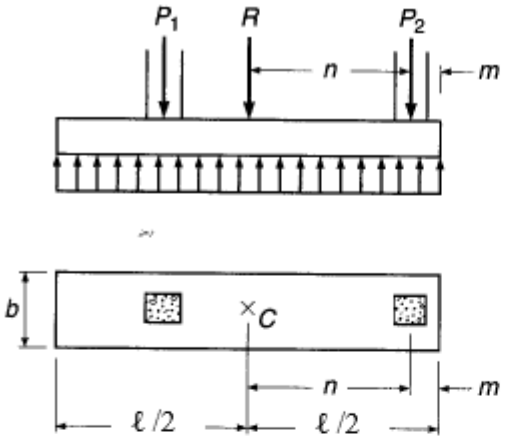
هغه تهدابونه چې د دوویاډېروپایو بارونه زغمې مرکب تهداب ورته ویل کېږي . مرکب تهدابونه د ګاډرونو په څېر محاسبه کېږي ، هغه ګاډرونه چې د خاورې یا هواری سطحې له پاسه واقع وي ګریډ ګاډر (Grade Beam) ورته ویل کېږي، د ګاډرونو په څېر محاسبه کېږي . له دې کبله، د کانکرېټو په واسطه خالصه پوښل لازمه ده ، چې په لاندې ډول سره برابره شي . د مرکبو تهدابونو ابعادپه عمومي ډول سره داسې محاسبه کېږي ،چې د مړو(DL) اود ژوندیو (LL) بارونواغېزې لاندې د خاورې فشار یو شانته وي ، چې د کړېدنې اویا څرخېدنې امکانات راکموي او د مستطیلي ګاډر محاسبې لپاره کړنلاره په پام کې نیول کېږي . نو له دې کبله ، مرکب تهدابونه لازم دي، چې د دوه لوریزې او یو لوریزه عرضاني قوو ، د کړېدنې مومنټ او همداراز د زغم یا برداشت په وړاندې محاسبه او ډیزاین شي (679:1).

کله چې دستنو لاندې تهدابونه یوپه بل کې یا هم اړخیزه ستنه دځمکې دقانوني حریم د رعایت له امله یې دتهداب په بله پایه کې تداخل وکړي ، نومرکب تهدابونه په پام کې نیول کېږي (586:4).

د (24.5- شکل) په څېر که یو مرکب مستطیلي تهداب په پام کې ونیول شي او فرض شي چې د دو ستنوپه واسطه دبې لـه ضریبه (P_1) او (P_2) قوې تهداب ته انتقالېږي . که د تهداب لاندې د تشنجاتو وېشنه یو شانته وي ، نودخاورې د تشنجاتو محصله ($R = P_1 + P_2$) د تهداب دتل د سطحې له مرکزه تېرېږي . په دې حالت کې که (m) د تهداب له اړخه (دځمکې د حریم له امله) د اړخیزې ستنې تر محوره او (n) د اړخیزې ستنې محوراو دمحصلې تر منځ فاصله وي ، نو د (n) اوږدوالی د اړخیزې پایې محور ته د مومنټونو د تعادل رابطې پر بنسټ پیداکېږي . مرکب مستطیلي تهداب د هندسي شکل او د تشنجاتو د وېشنې ځانګړتیاوو په پام کې نیولو سره د تهداب د طول (ℓ) او عرض (b)په لاندې ډول پیداکېږي :

$$\ell = 2\,(m + n) \quad \text{.....(37a.5)}$$

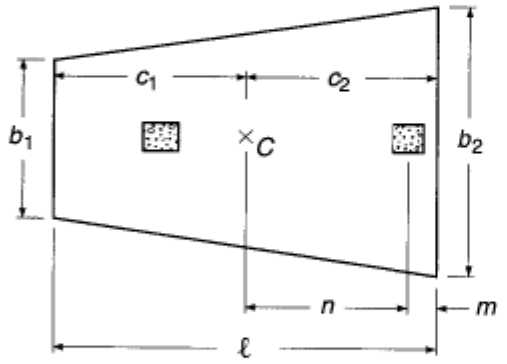
$$b = \frac{R}{q_a \ell} \quad \text{..... (37b.5)}$$



(a)

$$\ell = 2\,(m + n)$$

$$b = \frac{R}{q_a \ell}$$



(b)

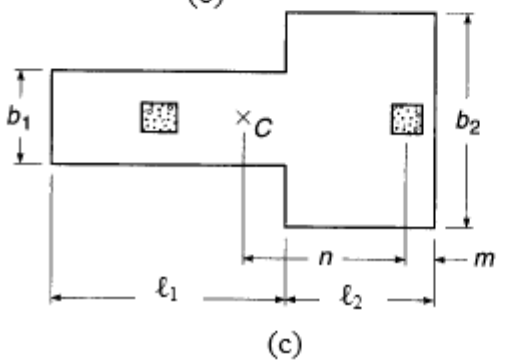
For $P_1 > P_2 \Rightarrow b_1 > b_2$

$$b_1 = \frac{6R}{q_a \ell^2}\left(n + m - \frac{\ell}{3}\right);\ b_2 = \frac{2R}{q_a \ell} - b_1$$

For $P_1 < P_2 \Rightarrow b_1 < b_2$

$$\frac{b_2}{b_1} = \frac{3(n+m) - \ell}{2\ell - 3(n+m)};\ (b_1 + b_2) = \frac{R}{q_a \ell}$$

$$C_1 = \frac{\ell(b_1 + 2b_2)}{3(b_1 + b_2)};\ C_2 = \frac{\ell(2b_1 + b_2)}{3(b_1 + b_2)}$$



(c)

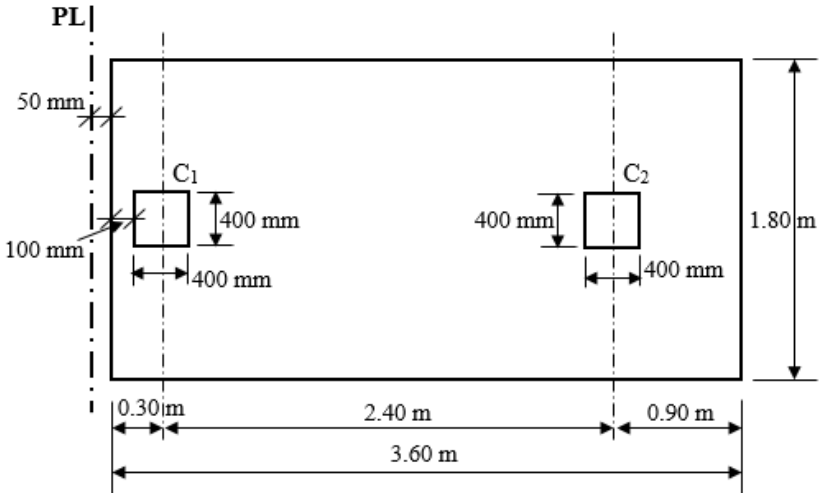
$$b_1 = \frac{R}{q_a} = \left[\frac{2(n+m) - \ell_2}{\ell_1 - (\ell_1 + \ell_2)}\right]$$

$$b_2 = \frac{R}{q_a \ell_2} - \frac{\ell_1 b_1}{\ell_1(\ell_1 + \ell_2)}$$

$$\ell_1 b_1 + \ell_2 b_2 = \frac{R}{q_a}$$

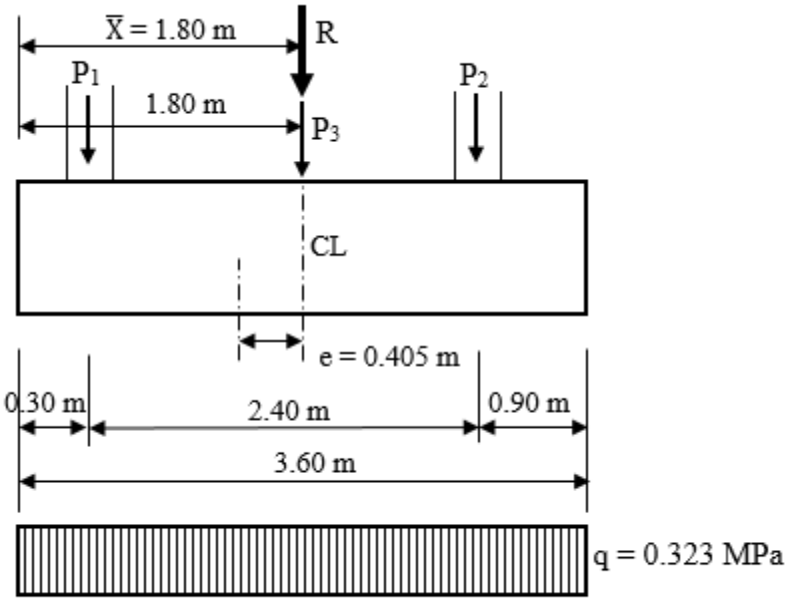
24.5- شكل : له دوو پايو لاندې مركب تهداب . (a) مستطيلي تهداب ، (b) ذوذنقه يې تهـداب . (c) T- ډوله تهداب (576:15) .

4.5- مثال : د دوو نژدې ستنو لاندې مرکب تهداب په داسې حال کې چې لومړۍ ستنه (DL = 480 KN) مړ او (LL = 240 KN) ژوندی او دویمه ستنه (DL = 800 KN) مړ او (LL = 400 KN) ژوندی بار ورته انتقالوي ، همداراز لومړۍ ستنه د (6N22) او دویمه ستنه د (6N25) سیخانوپه واسطه ورسره نښتې وي.که (f'_c = 20 MPa) ، دسیخانو لپاره (f_y = 420 MPa)، (q_a = 0.34 MPa = 340 KN/m^2)،دخاورې حجمي وزن (γ_s = 19 KN/m^3) ، دکانکرېټو حجمي وزن (γ_c = 24 KN/m^3) او د تهداب ژوروالی (d = 1.20 m) په پام کې نیول شوي وي، محاسبه کړئ .



حل :

1- د تهداب جیوتکنیکي محاسبه: مرکب تهدابونه د مړو (DL) او ژوندیو (LL) بارونو د محصلي ،چې پر یوه مهال په یوه ځای کې د تهداب د مرکزي لیکي سره په داسې حال کې چې د خاورې فشار یوډول وي واقع کېږي ، چې په پایله کې د تهداب کېږدنه راکموي . په لاندې شکل کې د تهداب لاندې د بار او تشنجاتو وېشنه ښودل شوې ده ، چې د خاورې طبقه داسې فرضېږي چې د تهداب ضخامت (700 mm) په پام کې نیول شوي وي .



دنهایی شرایطولاندی د مرکب تهداب لپاره د خاوری فشار دیاګرام

د لومړۍ ستنې (C_1) بار مساوي کېږي په : $P_1 = 480 + 240 = 720$ KN

د دویمې ستنې (C_2) بار مساوي کېږي په : $P_2 = 800 + 400 = 1{,}200$ KN

د تهداب او د تهداب له پاسه د خاورو وزن مساوي کېږي په :

$P_3 = BL\,[h\gamma_c + (\text{footing depth} - h)\,\gamma_s]$

$P_3 = 1.8 \times 3.6 \times [0.70 \times 24 + 0.50 \times 19] = 170.42$ KN

د تهداب له پاسه د بارونو محصله مساوي کېږي په :

$R = 720 + 1{,}200 + 170.42 = 2{,}090.42$ KN

د محصله قوي موقعیت مساوي کېږي په :

$$\bar{X} = \frac{720\ x\ 0.30 + 1{,}200\ x\ 2.7 + 170.42\ x\ 1.8}{2{,}090.42} = 1.80 \text{ m}$$

$$q = \frac{2{,}090.42 x\ 10^3}{3{,}600\ x\ 1{,}800} = 0.323 \text{ MPa} < q_a = 0.34 \text{ MPa}$$

1- د تهداب د ساختمان محاسبه:

(a)- د خاورې فشار: دمرکب تهداب لپاره په (1.2DL + 1.6LL) شرایطو د نهایي بارلاندې د خاورې فشار دیاګرام لاندې ښودل شوې دی. د نهایي شرایطو لاندې د محصلې موقعیت د تهداب د خدمتي بارونو د حالت په څېرې مرکزي لیکه کې واقع

کېږي . د تهداب د ساختمان د محاسبې لپاره د تهداب او د تهداب له پاسه وزن د هغې له اغېزې دمومنټ او عرضاني قوې را منځته نه شي، په پام کې نه نیول کېږي .

د لومړۍ ستنې (C_1) نهایي بار مساوي کېږي په :

$P_{u1} = 1.2 \times 480 + 1.6 \times 240 = 960$ KN

د دویمې ستنې (C_2) نهایي بار مساوي کېږي په :

$P_{u2} = 1.2 \times 800 + 1.6 \times 400 = 1{,}600$ KN

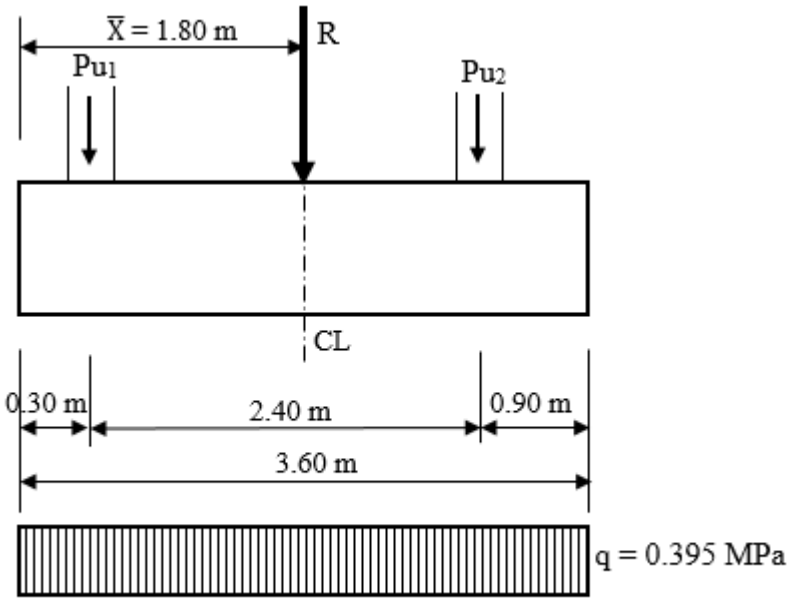
د تهداب له پاسه د نهایي بارونو محصله مساوي کېږي په :

$R = 960 + 1{,}600 = 2{,}560$ KN

د محصلې قوې موقعیت مساوي کېږي په :

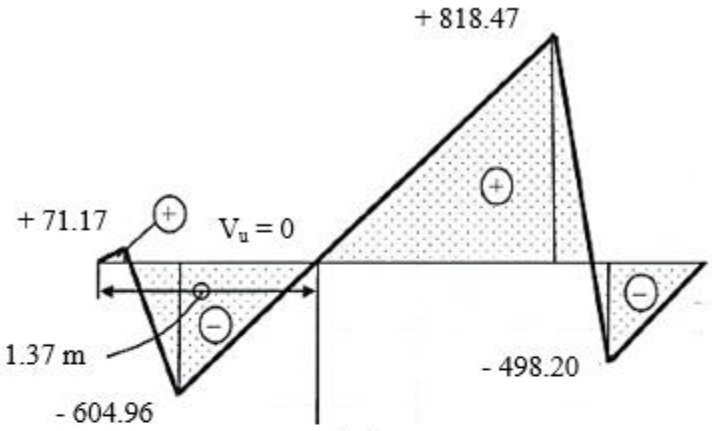
$$\overline{X} = \frac{960 \times 0.30 + 1{,}600 \times 2.7}{2{,}560} = 1.80 \text{ m}$$

$$q = \frac{2{,}560x\ 10^3}{3{,}600\ x\ 1{,}800} = 0.395 \text{ MPa} = 395.062 \text{ KN/m}^2$$

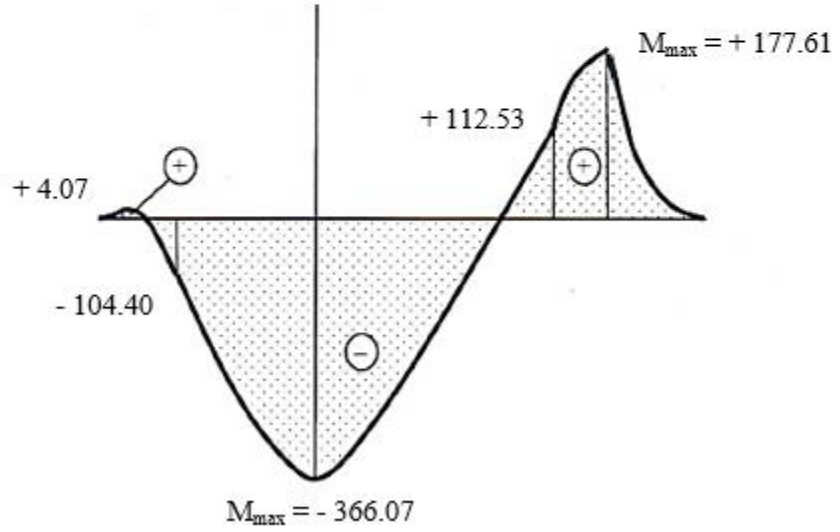


دنهایی شرایطولاندی د مرکب تهداب لپاره د خاوری فشار دیاګرام

(b) - د عرضاني قوو او کږېدنې مومنټ دیاګرامونه: د مرکب تهداب د ساختمان لپاره محاسبه د نهایي بارونو د اغېزې لاندې د عرضاني قوو او کږېدنې مومنټونو د لاندې دیاګرام له مخې د ساختماني تحلیل پر بنسټ سرته رسېږي :



د عرضاني قوو دیاګرام په (KN)

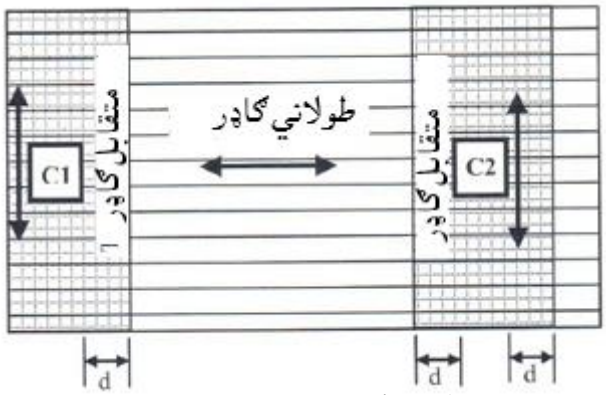


د کږېدنې مومنټ دیاګرام په (KN. m)

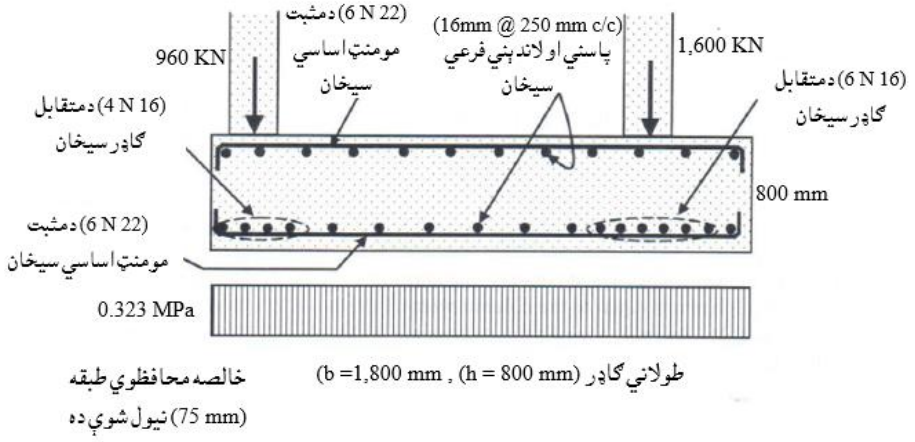
(c)- ساختماني سیستم: د مرکب تهداب ساختماني محاسبې یا طرحې لپاره اړینه ده ، چې ساختماني سیستم انتخاب شي. په عامه توګه مرکب تهداب د عمودي ګاډر د سیستم په څېر په پام کې نیول کېږي :

1- د ګاډرطولاني عرض د دوو پایو ترمنځ غځېږي. کله چې لومړنۍ سیخبندي وکارېږي ، یوازې په اوږد لوري د یولوریزی عرضاني قوې په واسطه په ګاډر کې د مومنټونو او عرضاني قوو په وړاندې مقاومت لاسته راوړلی شو . په باالمقابل لوري یوازې اصغري سیخبندي یا د سیخانو ځای په ځای کېدنه سرته رسېږي .

2- افقي ګاډورونه يا د ډبرو سيخان ځای په ځای کېدونکې ګاډرونه مستقيا د هرې پايې يا ستنې لاندې په پام کې نيول کېږي . دغه ګاډرونه د طولاني ګاډر سره نښلي ، چې د ساختماني عنصر په توګه د مرکب تهداب لپاره د دندې د سرته رسولو اسانتياوي برابرې شي . دوي په بالمقابل لوري دمومنټ او عرضاني قوې په وړاندې مقاومت کوي . دهر ګاډر عرض ، د هرې پايې د عرض او د پايې په هر لوري دشتون په حالت کې د فعالی ارتفاع د نيمايی (d/2) د جمعی د حاصل سره مساوي کېږي . همدارنګه ، د هر ګاډر ممکنه اعظمي عرض د هرې پايې د عرض او د فعالي ارتفاع (d) د جمعی حاصل سره مساوي قبلېږي . لاندې شکل د مرکب تهداب د ساختماني سيستم نظريه څرګندوي . په ياد بايد ولرو چې د ګاډر بنسټيز طولاني فولادي سيخان د ګاډر په لاندې برخه کې ځای په ځای کېږي ، له دې امله ، د مثبت کېدنې مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره د (d) لويه اندازه په لاس راوړل کېږي .

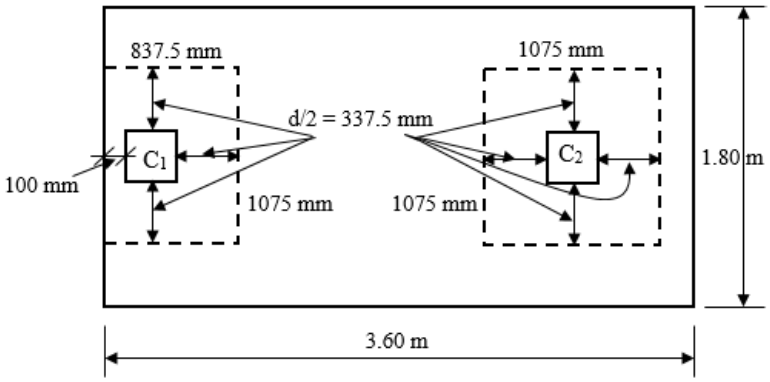


د (4.5) مثال د مرکب تهداب ساختماني سيستم .



(d)- دوه لوريزه عرضاني قوه (Punching Shear) : دوه لوريزه عرضاني قوه د پايې د هر موقعيت سره ارزول کېږي او د نورو مثالونو په څېر محاسبه کېږي . پرته له (C_1) پايې چې کانکرېټي تهداب يوازې په درېو لورو کې د دوه لوريزی عرضاني قوې په وړاندې مقاومت کوي . په لاندې شکل کې د(C_1) ستنې او د (C_2) ستنې لپاره د دوه لوريزې عرضاني قوې بحراني مقطع ښودل شوي ده . بحراني مقطع د پايې له اړخه ګردچاپيره د (d/2) فاصلې سره مشخصېږي ، چې د (d) فاصله په لاندې ډول پيدا کېږي :

$$d = h - 125\ mm = 800 - 125 = 675\ mm$$



د (C_1) پايې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$Q_u = 960 - (0.8375 \times 1.075) \times 395.062 = 604.32\ KN$$

د (C_1) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوې په وړاندې مقاومه قوه مساوي کېږي په :

$$b_o = 2 \times (837.5 + 1{,}075) = 3{,}825\ mm = 3.825\ m$$

$$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 3{,}825 \times 675/1{,}000 = 2{,}886.62\ KN$$

$$\phi V_n = 2{,}886.62\ KN >> Q_u = 604.32\ KN$$

د (C_2) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$Q_u = 1{,}600 - (1.075 \times 1.075) \times 395.062 = 1{,}143.46\ KN$$

د (C_2) پايې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوې په وړاندې مقاومه قوه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$$b_o = 2 \times (1{,}075 + 1{,}075) = 4{,}300\ mm = 4.30\ m$$

$$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 4{,}300 \times 675/1{,}000 = 3{,}245.09\ KN$$

$\phi V_n = 3{,}245.09$ KN >> $Q_u = 1{,}143.46$ KN

(e) - یولوریزه عرضاني قوه:

1- د (C_2) ستنې سره اعظمي ضریبي شوی یو لوریزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په :

$Q_u = 818.47 - 0.675 \text{ x } (818.47 + 604.96)/2.001 = 338.30$ KN

د (C_2) ستنې سره د یو لوریزې عرضاني قوې په وړاندې مقاومه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي ده په:

$\phi V_n = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6} \text{ x } \sqrt{20} \text{ x } 1{,}800 \text{ x } 675/1{,}000 = 679.21$ KN

$\phi V_n = 679.21$ KN >> $Q_u = 338.30$ KN

یادونه : ځینې مهال په محاسبه کې د مرکب تهداب په طولاني ګاډر کې فولادي سیخان د عادی ګادرونو د فولادي سیخانو ته ورته په پام کې ونیول کېږي . که ($Q_u > \phi V_n /2$) وي ، نو په هغه حالت کې افقي فولادي سیخان په پام کې نه نیول کېږي ، په دې مثال کې د تهداب د ارتفاع یا ژوروالی د ډېریدنې لپاره (800 mm) بنسټیزه دلیل دی ،همداراز په تهداب کې د عرضاني سیخان ځای په ځای کولو پر عوض د تهداب د ضخامت د ډېریدنې بل لامل دی .

(f)- د طولاني سیخانو محاسبه :

د کږېدنې مومنټ : اعظمي منفي ضریبي شوي مومنټ مساوي دی په :

$M_{max} = -366.07$ KN. m $\Rightarrow A_s \approx \frac{366.07\ x10^6}{0.80\ x\ 675\ x\ 420} = 1{,}614$ mm^2

اعظمي مثبت ضریبي شوي مومنټ مساوي دی په :

$M_{max} = +177.61$ KN. m $\Rightarrow A_s \approx \frac{177.61\ x10^6}{0.80\ x\ 675\ x\ 420} = 783$ mm^2

په اوږد لورو اصغري سیخان مساوي کېږي په :

$A_{smin} = 0.0018 \text{ x } 1{,}800 \text{ x } 800 = 2{,}592$ mm^2

مثبت او منفي سیخان په ټول تهداب کې (6 N 22) فولادي سیخان غځول کېږي . همدارنګه د تهداب لپاره (20 mm @ 250 mm c/c) د تهداب په پاسنۍ او لاندېنۍ

برخو کې د فرعي سیخانو په ډول ځای په ځای کېږي . د فرعي سیخانو د سیخبندی نسبت په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$A_{ssecondary} = \frac{\pi\, x\, (20)^2}{4} \text{ x } 5 = 1{,}570 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{secondary} = \frac{1{,}570}{1000\, x\, 800} = 0.00196 < 0.0018 \Rightarrow \text{OK}$$

2- د (C_1) پایې سره اړخیز یا افقي ګاډریولوریزه عرضاني قوه : د پایې له اړخ څخه د (d) په فاصله کې نهایي ضریبي یو لوریزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په:

$$Q_u = 160.14 \text{ x } [(1.8 - 0.399)/2 - 0.675] = 4.08 \text{ KN}$$

یو لوریزه مقاومه قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6} \text{x}\sqrt{20} \text{ x } 837.5 \text{ x } 675/1{,}000 = 316.02 \text{ KN}$$

$$\phi V_n = 316.02 \text{ KN} >> Q_u = 4.08 \text{ KN}$$

د کږېدنې مومنټ : اعظمي ضریبي شوي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{max} = 160.14 \text{ x } [(1.8 - 0.399)/2]^2/2 = 39.29 \text{ KN. m}$$

$$A_s \approx \frac{39.29\, x10^6}{0.80\, x\, 675\, x\, 420} = 173 \text{ mm}^2$$

د (C_1) ستنې لاندې په لنډ لوري په لاندېنۍ برخه کې د سیخانو د اصغري مساحت له مخې (4 N 22) فولادي سیخان ځای په ځای کېږي .

3- د (C_2) ستنې سره اړخیز یا افقي ګاډر : یولوریزه عرضاني قوه : د پایې د اړخ څخه د (d) په فاصله کې نهایي ضریبي شوي یو لوریزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په :

$$Q_u = 266.89 \text{ x } [(1.8 - 0.399)/2 - 0.675] = 6.81 \text{ KN}$$

یو لوریزه مقاومه قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6} \text{x}\sqrt{20} \text{ x } 1{,}075 \text{ x } 675/1{,}000 = 405 \text{ KN} >> Q_u = 6.81 \text{ KN}$$

د کږېدنې مومنټ : اعظمي ضریبي شوي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{max} = 266.89 \text{ x } [(1.8 - 0.399)/2]^2/2 = 65.48 \text{ KN. m}$$

$$A_s \approx \frac{65.48\, x10^6}{0.80\, x\, 675\, x\, 420} = 289 \text{ mm}^2$$

د (C_2) ستنې لاندې په لنډ لوري په لاندېنۍ برخه کې (6 N 22) فولادي سیخان ځای په ځای کېږي .

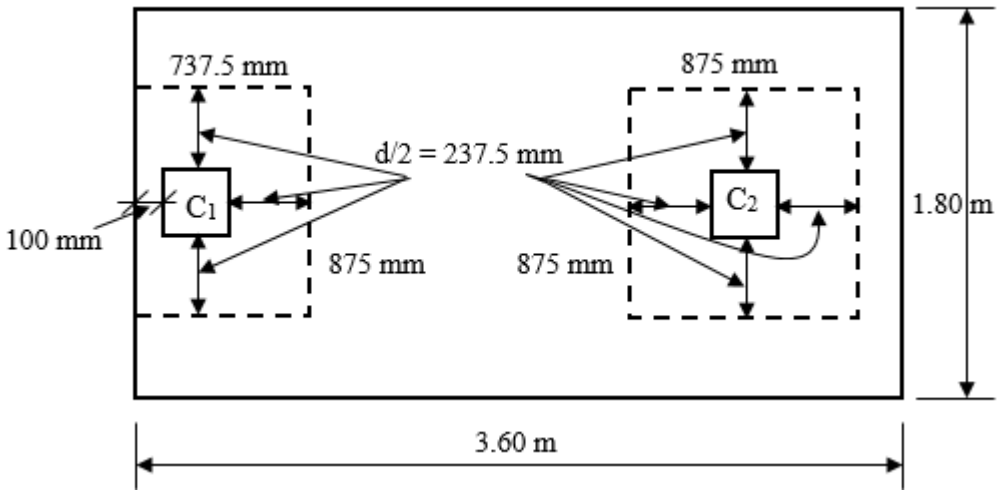
یادونه : د(C_1) او(C_2) ستنوڅخه لاندې فولادي سیخان د کږېدنې او د فولادو د انقباض په څېر دنده تر سره کوي ، نوځکه په دې موقیعیتونو کې د انقباضي فولادي سیخانو څخه ضرف نظر کېږي .

زغم یا برداشت (Bearing) : د دې مثال لپاره زغم د نورو مثالونو په څېر ، چې دلته د فشاري ولاړو سیخانو لپاره پراختیایی یا غځېدنې اوږدوالی اړین دی ، تر هغه پورې چې ستنې کږېدنه نه وي متحمل شوي .

د فولادي سیخانو پراختیایی یا غځېدنې اوږدوالی کولی شو د (2.5) او(3.5) مثالونو په څېر نیول کېږي . د طولاني او باالمقابل ګاډرونو د بنسټیزو او اساسي فولادي سیخانو لپاره د چنګکونو سره کمېدنه یوه عمومي کارېدنه ده .

په (4.5) مثال کې د تهداب ضخامت ډېر شوي دی ، د دې لپاره چې د ګاډر عرضاني قوې اړتیاوي بشپړی کړي اود عرضاني سیخانو لپاره یې غوښتنه شوي ده ($V_u > \phi V_c$ /2، (په ACI کود کې یې د تهداب لپاره یادونه نه ده شوي) چې په پایله کې په محاسبه کې خوندیتوب راځي . د (4.5) مثال لپاره متبادل حل په لاندې ډول سره سرته رسېږي :

د (4.5) مثال متبادل حل : د تهداب ضخامت (600 mm) فرضوو او نور ټول پارامترونه په خپل حالت په پام کې نیسوو نو (d = 600 – 125 = 475 mm) او (d/2 = 237.5 mm) کېږي .



(a) - ساختماني محاسبه:

1- دوه لوريزه عرضاني قوه (Punching Shear): د (C_1) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$Q_u = 960 – (0.7375 \times 0.875) \times 395.062 = 705.062$ KN

د (C_1) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوې په وړاندې مقاومه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$b_o = 337.5 + 2 \times 875 = 2,123.5$ mm

$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 2,123.5 \times 475/1,000 = 1,127.72$ KN

$\phi V_n = 1,127.72$ KN >> $Q_u = 705.062$ KN

د (C_2) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$Q_u = 1,600 – (0.875 \times 0.875) \times 395.062 = 1,297.53$ KN

د (C_2) ستنې سره نهايي دوه لوريزه عرضاني قوې په وړاندې مقاومه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$b_o = 2\ (875 + 875) = 3,500$ mm

$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{20} \times 3,500 \times 475/1,000 = 1,858.73$ KN

$\phi V_n = 1,858.73$ KN >> $Q_u = 1,297.53$ KN

(a) د طولاني ګاډر محاسبه : يو لوريزه عرضاني قوه د (C_2) ستنې اړخ څخه د (d) په فاصله کې نهايي ضريبي يو لوريزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په :

$Q_u = 818.47 – 0.474 \times (818.47 + 604.96)/2.001 = 505.47$ KN

يو لوريزه مقاومه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 1,800 \times 475/1,000 = 955.92$ KN

$\phi V_n = 955.92$ KN >> $Q_u = 505.47$ KN

د کېږدنې مومنټ : د ($M_{max} = -366.07$ KN. m) اعظمي منفي ضريبي شوي مومنټ لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کېږي:

$A_s \approx \frac{366.07\ x 10^6}{0.80\ x\ 475\ x\ 420} = 2,294\ mm^2$

د (M_{max} = + 177.61 KN. m)اعظمي مثبت ضريبي شوي مومنټ لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$A_s \approx \frac{177.61\ x10^6}{0.80\ x\ 475\ x\ 420} = 1{,}113\ mm^2$$

په اوږد لورو اصغري سيخان مساوي کېږي په :

$$A_{smin} = 0.0018 \times 1{,}800 \times 600 = 1{,}944\ mm^2$$

مثبت او منفي سيخان په ټول تهداب کې (6 N 22) فولادي سيخان غځول کېږي . همدارنګه د تهداب لپاره (16 @ 375 mm c/c) د تهداب په پاسنۍ او لاندېنۍ برخو کې فرعي سيخانو په ډول اچول کېږي ،چې د سيخبندۍ نسبت يې په لاندې ډول پيدا کېږي :

$$A_{ssecondary} = 0.31 \times 2 = 0.62\ in^2/ft$$

$$\rho_{secondary} = \frac{0.62}{12\ x\ 24} = 0.0022 > 0.0018 \Rightarrow OK$$

(c)- د (C_1) ستنې سره اړخيز يا افقي ګاډر : يولوريزه عرضاني قوه : د پايې د اړخ څخه د (d) په فاصله کې نهايي ضريبي شوي يو لوريزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په :

$$Q_u = 160.14 \times [(1.8 - 0.399)/2 - 1.58] = 112.18\ KN$$

يو لوريزه مقاومه قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 737.5 \times 475/1{,}000 = 391.66\ KN$$

$$\phi V_n = 391.66\ KN >> Q_u = 112.18\ KN$$

د کېږدنې مومنټ : اعظمي ضريبي شوي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{max} = 160.14 \times [(1.8 - 0.399)/2]^2/2 = 39.29\ KN.\ m$$

$$A_s \approx \frac{39.14\ x10^6}{0.80\ x\ 475\ x\ 420} = 246\ mm^2$$

د (C_1) ستنې لاندې د لنډ لوري په لاندېنۍ برخه کې (4 N 16) فولادي سيخان ځای په ځای کېږي .

(d)- د (C_2) پايې سره اړخيز يا افقي ګاډر : يولوريزه عرضاني قوه د پايې د اړخ څخه د (d) په فاصله کې نهايي ضريبي شوي يو لوريزه عرضاني قوه (Q_u) مساوي کېږي په :

$$Q_u = 266.89 \times [(1.8 - 0.399)/2 - 0.474] = 60.45\ KN$$

یو لوریزه مقاومه عرضاني قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{20} \times 875 \times 475/1{,}000 = 232.34$ KN

$\phi V_n = 232.34$ KN >> $Q_u = 60.45$ KN

د کېږدنې مومنټ : اعظمي ضريبي شوي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{max} = 266.89 \times [(1.8 - 0.399)/2]^2/2 = 65.48$ KN. m

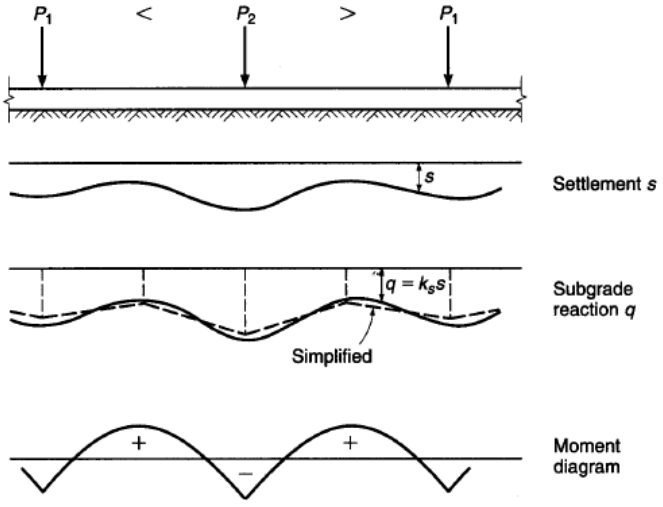
$A_s \approx \frac{65.48\ x10^6}{0.80\ x\ 475\ x\ 420} = 410\ mm^2$

د (C_2) ستنې لاندې په لنډ لوري په لاندېنۍ برخه کې (7 N 16) فولادي سيخان ځای په ځای کېږي .

د (4.5) مثال لومړنې حل څخه دا سې څرګندېدله چې په ځېنېو برخو کې محاسبې ډېري محافظه کاری په څېر نا چيزه وي او د (4.5) مثال متبادل حل څخه څرګنده شوه ، چې د (ACI) کود له مخې د مرکب تهداب تحليل او محاسبو اتکلېدنه نا چيزه نه ده . د تجربو پر بنسټ په مرکب تهداب کې ، د تهداب ضخامت تر (150 mm) اندازې د ډېريدنې له مخې ، د يو لوريزه عرضاني قوې په وړاندې يې خوندیتوب لوړ ېږي ، نودا يوه هوښياره اواحتياطی لاسته راوړنه ده او بايد چې همداسې تعقيب او ومنل شي .

9.5- دفيته يي تهدابونو تحليل او محاسبه
(Analysis and Design of Strip Footings)

پرله پسې تهدابونه چې په يوه ليکه دځوپايو ډېرباروونه اويادساختمان بارکمزورې خاورې ته انتقالوي فيته يي تهدابونه ورته ويل کېږي . داتهدابونه ښايي دستنود ډېر نژدېوالي ، دځانګړوتهدابونو يوله بله سره د تداخل اويا دتهداب لاندې دخاورو فشار دثابت برابرېدنې له امله په پام کې نيول کېږي . که فيته يي تهدابونه دوو لورو سره پرله پسې واقع شوې وي ، نو شبکه ډوله تهدابونه هم ورته ويل کېږي ، چې په دواړو لورو دځانګړوفيته يي تهدابونو په څېرتحليل او محاسبه کېږي ، سره ددې هم چې دستنو بارونو د هر لوري دفيتې د سختۍ دنسبت له مخې سره وېشل کېږي (296,297:14).



25.5- شکل: فيته يي تهداب (15 :583) .

که فيته يي تهداب په بشپړه توګه سخت وي او ستنې نامعادله ناستې ته پرې نه ږدي، نو کولی شوچې هغه د يوه سخت جسم په څېر چې دخاورو فشارپرې په خطي ډول وېشل کېږي د ستاتيک اود معادلو قوو پربنسټ محاسبه کړو. د دې ډول تهداب د سختۍ نسبي ضريب د لاندې ښۍ رابطې په واسطه پيداکېږي :

$$K_r = \frac{EI_B}{E_S B^3} \quad \text{..... (38.5)}$$

په پورتنۍ رابطه کې : (E_s) دخاورو د ارتجاعیت مودول دی . (B) د فیته یې تهداب عرض دی . (EI_B) په یوه فیته کې دساختمان او تهداب تقریبي سختي ده . که (EI_F) د چوکاټ د هر جز انحنایي سختي چې دتهداب د (B) په اندازه عمودوي ، (EI_b) د (B) اندازې پر لوري عمودد پربکښدونکي دیوال انحنایي سختي د ($Et_w\ h_w^3/12$) سره مساوي وي ، نو(EI_B) مساوي کېږي په :

$$EI_B + \sum EI_b + E\frac{t_w h_w^3}{12} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (39.5)$$

په پورتنۍ رابطه کې (t_w) د پربکښدونکي دیوال ضخامت او(h_w) یې ارتفاع ده .دپورتنیو پېژندنو پر بنسټ فیته یې تهداب په لاندېنیو دوو حالتونوکې دیو سخت جسم او دخاورې د خطي وېشلي فشار پربنسټ تحلیل او محاسبه کېږي :

1- د (K_r) ضریب په ډېرېدنې سره دپه تهداب کې نامعادله ناسته په ډېره چټکۍ کمېږي، که دیوه مناسبه تحلیل په پایله کې ($K_r = 0.5$) حاصل شو ، نوفیته یې تهداب کولی شو دیوسخت جسم په توګه دخاورې تشنجاتو تغیریې په خطي ډول دستاتیک پرنسټ وټاکواوکه ($K_r < 0.5$) حاصل شي ، نوفیته یې تهداب انعطاف منونکی ګڼل کېږي ،چې په دې حالت کې د تهداب لاندې د خاورې فشار په خطي ډول نه وېشل کېږي .

2- په یوه فیته یې تهداب کې که دوو مجاورو ستنوترمنځ فاصله اودبار شدت دډېرې اندازې له (20%) سلنې څخه ډېر توپیرونه لري اوکه د دووایوترمنځ طول له ($1.75/\lambda$) نه لږ وي کولی شو دیو سخت جسم په توګه چې دخاورې تشنجاتو تغیریې په خطي ډول دستاتیک پرنسټ وټاکو. د (λ) ضریب د (1/m) په اندازه د لاندېنۍ رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

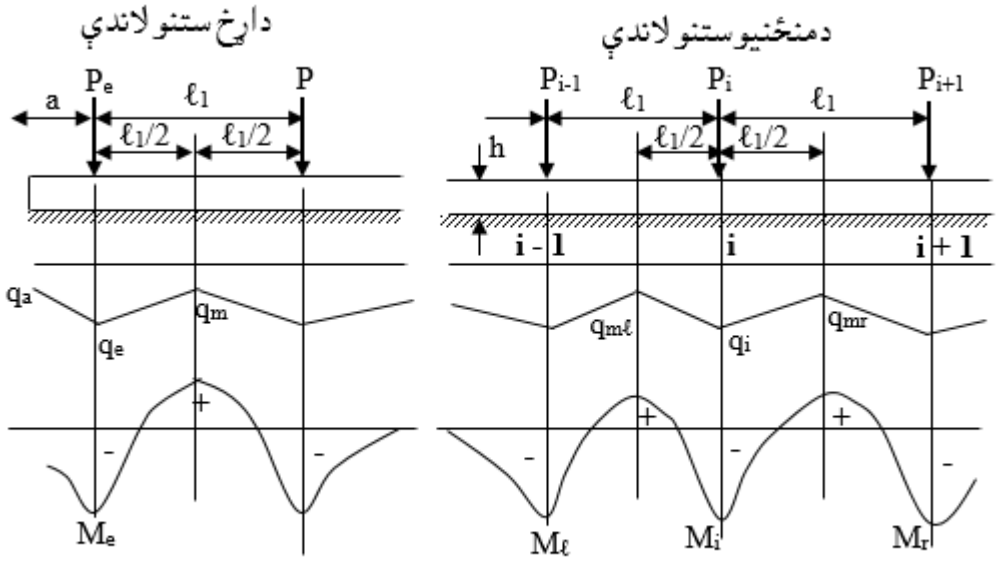
$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_s B}{4E_c I_F}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (40.5)$$

په پورتنۍ رابطه کې : (I_F) د تهداب د مقطع انرشیا مومنټ دی، (K_s) د تهداب لاندې خاورې د عکس العمل ضریب دی، چې د شګلنې متینې، نیمه متراکمې شګلنې او متراکمې شګلنې خاورو لپاره په ترتیب سره ($5 - 16\ KN/m^3$) ، ($10 - 80\ KN/m^3$) او

($65 - 130\ KN/m^3$) او د زراعتي متداولې خاورې لپاره ($12 - 50\ KN/m^3$) پورې قبلېږي (693,694:1) .

همداراز دخاورې د عکس العمل ضریب د خاورې د مجازي تشنجاتو (q_a) له مخې د لاندېنۍ رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

$$K_s = 120q_a \quad \ldots\ldots\ldots\



$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_S B}{4E_C I_F}}$$

1- $M_e = \frac{-P_e}{4\lambda}(0.13\lambda\ell_1 + 1.06\lambda a - 0.50)$

$$q_e = \frac{4P_e + \frac{6M_e}{a} - q_m\ell_1}{a+\ell_1}$$

(q_m) دمجاورېدستنې پربنسټ تاکل کېږي.

$$q_a = \frac{-3M_e}{a^2} - \frac{q_e}{2} \leq qe$$

2- $M_e = -\left(\frac{4P_e - q_m\ell_1}{4a+\ell_1}\right)\frac{a^2}{2}$

$$q_e = q_a = \frac{4P_e - q_m\ell_1}{4a+\ell_1}$$

د (1) او (2) حالتونو کې چې کم د (M_e) قیمت د هرېوه کوچنی و، نو کوچنی قیمت قبلېږي.

$$M_i = \frac{-P}{4\lambda}(0.24\lambda\ell + 0.16) \leq -\frac{P_i\ell}{12}$$

(مساوي تەنژدې وايو لپاره)

$$q_i = \frac{5P_i}{\ell} + \frac{48M_i}{\ell^2}$$

$$q_{m\ell} = 2Pi\,\frac{\ell_r}{\ell_\ell\ell} - q_i\,\frac{\ell}{\ell_\ell}$$

$$q_{m\ell} = 2Pi\,\frac{2P_i}{\ell} - q_i$$ دمساوي وايو لپاره

$$Mm_\ell = Mo_\ell + \frac{M_\ell + M_i}{2}$$

$$Mo_\ell = \frac{\ell_\ell^2}{48}(q_\ell + 4q_{m\ell} + q_i)$$

$$Mmr = Mo_\ell + \frac{M_r + M_i}{2}$$

$$Mor = \frac{\ell_r^2}{48}(q_r + 4q_{mr} + q_i)$$

26.5- شکل : په یوه فیته یې تهداب کې، دیوې اړخاویوې منځنۍ ستنولاندې د خاورې د تشنجاتوخطي وېشنه اواعظمي انحنایي مومنټ منحني ګانې اودکرامرېش دساده طریقې پربنسټ دهغې اوړونده رابطې (5 :609) .

5.5- مثال : یو فیته یي تهداب چې عرض (B = 2.2 m) ، ضخامت یې (h = 0.5 m) او اوږدوالی یې (L = 24.4 m) دی ، د (400 mm x 400 mm) ابعادولرونکو اودستنولاندې چې تر منځ فاصله یې (4.0 m) ده واقع شوی دی. که د منځنۍ ستنو له پاسه (P_D = 900 KN) مړاو(P_L = 600 KN) ژوندي اوداړخ ستنوله پاسه(P_D=500KN) مړ او(P_L = 350 KN) ژوندي محوري بارونوپرې عمل کړی وي او د خاورې مجازي تشنجات یې (q_a = 200 KPa) او (f'_c = 25 MPa) وي ،نو:

1- د تهداب لاندې دخاورې تشنجات کنترول کړئ .

2- دیولوریزه عرضاني قوې په وړاندې د تهداب ضخامت وارزوئ.

3- د تهداب په دیوال کې انحنایي مومنټونه محاسبه کړئ .

حل : دخاورې د عکس العمل ضریب مساوي کښې په :

$$K_s = 120q_a = 120 \times 200 = 24{,}000 \text{ KN/m}^3$$

دتهداب نسبي سختۍ ضریب مساوي کښې په :

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_S B}{4E_c I_F}} = \sqrt[4]{\frac{24{,}000x10^3\ x2.2}{4 \times (4{,}700x\sqrt{25}x10^6)x\ (2.2\ x\frac{0.5^3}{12})}} = 0.4 \text{ 1/m}$$

داچې د منځنیو ستنو بارونه او تر منځ فاصله سره مساوي دي او له بلې خوا د دوو مجاورو وایو منځی اوږدوالی (ℓ = 4.0 m) دلاندې نۍ رابطې سره صدق کوي :

$$\ell = 4.0 \text{ m} < \frac{1.75}{\lambda} = \frac{1.75}{0.4} = 4.4 \text{ m}$$

دپورتنۍ رابطې څخه څرګنده ښکې چې تهداب دیوه سخت جسم په توګه او تري د لاندې خاورې تشنجاتو وښنه په خطي ډول او د ستاتیک د اصولو پر بنسټ ټاکل کښې ، نو:

$$q = \frac{\sum P}{BL} = \frac{[5 \times (900+500)+2\ (500+350)]x10^3}{2{,}200 \times 24{,}400} = 0.171 \text{ MPa}$$

که د تهداب له پاسه (0.5 m) خاورې ونیول شي ،نو دکانکرېټو (W_c = 24 KN/m^3) او د خاورې (W_s = 17 KN/m^3) د حجمي وزن په پام کې نیولوسره د تهداب لاندې مجازي خالص تسجات مساوي کښې په :

$$q_{a,net} = 200\text{-}0.5x24 – 0.5x17=179.5KPa = 0.180MPa > q_a = 0.171MPa$$

له پورتنۍ رابطې څخه څرګنده شوه چې دتهداب لاندې د تشنجاتو وېشنه یو شانته ده ، نو کولی شو چې دیوه چپه ګاډر په څېر یې داسې قبول کړو چې په ستنو تکیه دی او دلاندې نه پورته لوري ته د وېشلي بار لاندې واقع کېږي . د تهداب په اوږدو کې د عرضاني قوو او مومنټونو د پیداکولو لپاره له ضریبي شویو بارونو څخه ګټه اخېستل کېږي ، نو :

$$q_a = \frac{\sum P_u}{BL} = \frac{[5x(1.2x900+1.6x500)+2x\ (1.2x500+1.6x350)]x10^3}{2{,}200\ x\ 24{,}400} = 0.233\ MPa$$

نوتهداب لکه د ګاډر په څېر له لاندې لوري وېشلی بار مساوي کېږي په :

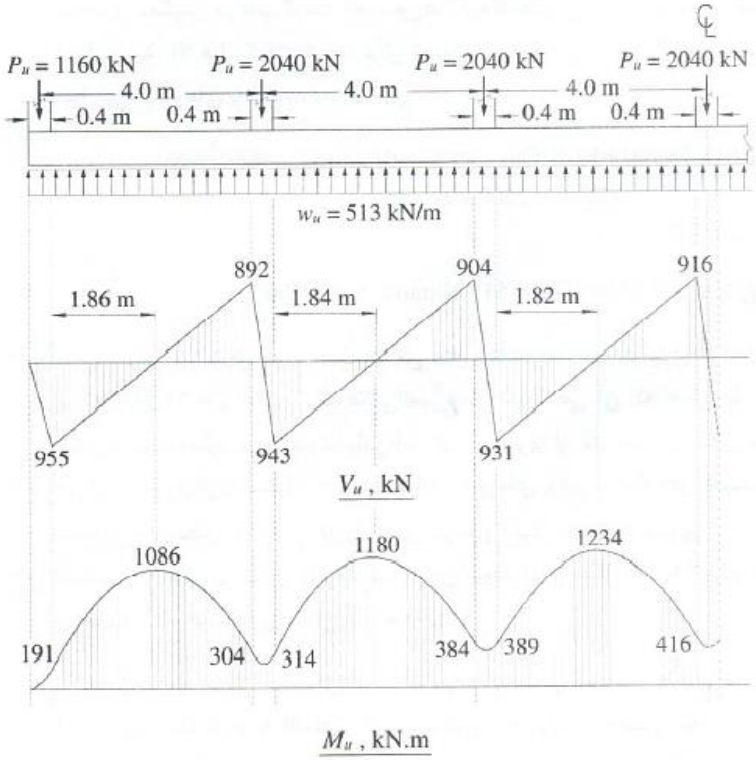
$$W_u = q_a . B = 0.233\ x\ 2{,}200 = 513\ N/mm = 513\ KN/m$$

همدارازپه تهداب له پاسه د ستنو له اغېزې محاسبوي متمرکز بارونه مساوي کېږي په :

د منځنیوستنو له امله : $P_u = 1.2\ x\ 900 + 1.6\ x\ 500 = 2{,}040\ KN$

د اړخ ستنو له امله : $P_u = 1.2\ x\ 500 + 1.6\ x\ 350 = 1{,}060\ KN$

دتهداب له پاسه او لاندې بارونو له مخې د عرضاني قوو او مومنټونو دیاګرام په لاندې شکل کې ښودل شوی دی :



دعرضاني قوو له دیاګرامه کولی شو د تهداب ضخامت دستنې له اړخه د(d) به فاصله د یولوریزه عرضاني قوي له مخې په لاندې ډول ټاکو : $V_u = 943 \times 10^3 - 513\ d$

$$\phi V_c = \frac{1}{6} \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 2{,}200 \times d = 1{,}375d;$$

$$V_u = \phi V_c \Rightarrow 943 \times 10^3 - 513\ d = 1{,}375d \Rightarrow d = 499.5\ mm$$

$$h = 600\ mm \Rightarrow d = 510\ mm$$

داچې په مثال کې (h = 500 mm) ورکړل شوی قیمت کافي نه دی ، نو د محاسبې له مخې (h = 600 mm) حاصل شوی قیمت کاروو.

دپورتني دیاګرام څخه څرګندېږي چې د تهداب په ټولو برخو کې مثبت مومنټونه حاصل شوي دي، نو له دې څخه معلومېږي چې په تهدابونو کې دخاورې بار له لاندې څخه پورته لوري ته اغېزه کوي، چې عادي پرله پسې ګاډرونو برعکس مثبت مومنټونه پاس لوري کې حاصلېږي، نو له دې څخه معلومېږي چې د تهداپ په ټولو برخو کې د مومنټونو څخه لاس ته راغلي فولادي سیخان پاس ځای په ځای کېږي .

6.5- مثال : کــه په (5.5- مثال) کې (500mm x 500mm) ابعاد لرونکې څلور ستنې چې تــرمنځ فاصلــه یې (8.0 m) ، د منځــنۍ ستنو لــه پاسه یې (P_D = 1,800 KN) مــړ او(P_L = 1,200 KN) ژونــدي او د اړخ ستنــو له پاســه یې (P_D = 1,000 KN) مړ او(P_L = 700 KN) ژوندي محــوري بارونو عمل کړی وي او د خاورې مجازي تشنجات (qa = 200 KPa) او (f'_c = 25 MPa) وي ،نو :

1- دتهداب عرض داسې وټاکئ چې دخاورو مجازي تشنجات کنترول شي .

2- دتهداب په منځنیو وایو کې مثبت اومنفي مومنټونه محاسبه کړئ .

حل : دخاورې د عکس العمل ضریب مساوي کېږي په :

$$K_s = 120q_a = 120 \times 200 = 24{,}000\ KN/m^3$$

دتهداب نسبي سختۍ ضریب مساوي کېږي په :

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_S B}{4E_c I_F}} = \sqrt[4]{\frac{24{,}000x10^3\ xB}{4\ x\ (4{,}700x\sqrt{25}x10^6)x\ (B\ x\frac{0.8^3}{12})}} = 0.28\ 1/m$$

داچې د منځنیو ستنو بارونه او تر منځ فاصلې یې سره مساوي دي او له بلې خوا د دوو مجاورو وایو منځی اوږدوالی (ℓ = 8.0 m) دلاندې رابطې سره صدق کوي :

$$\ell = 8.0 \text{ m} < \frac{1.75}{\lambda} = \frac{1.75}{0.28} = 6.25 \text{ m}$$

له پورتنۍ رابطې نه څرګنده شوه چې تهداب په انعطاف منونکي ډول کار کوي اوترلاندې دخاورې تشنجات په خطي ډول نه وېشل کېږي ، خو له دې سره لاندې شرایط لري :

1- لږترلږه درې وایې شتون لري .

2- دمنځنیومجاوروستنودبار تر منځ توپیر له (20%) څخه نه ډېرېږي او د اړخ ستنوبار هم دهغې دبارورنکې وایې سره متناسب دی .

3- دمجاورو وایو منځنی اوږدوالی ($1.75/\lambda < \ell < 3.5/\lambda$) په برید کې واقع دی یعنې:

$$\ell = 8.0 \text{ m} < \frac{3.5}{\lambda} = \frac{3.5}{0.28} = 12.5 \text{ m}$$

دپورتنیو شرایطو له مخې کولی شوه فیته یي تهداب د دقیق تحلیل پرځای د کرامرېش په واسطه د ساده شوې طریقې پربنسټ تحلیل تر سره کړو :

دتهداب د منځنۍ وایې لپاره : $M_i = \frac{-P}{4\lambda}(0.24\lambda\ell + 0.16) \le -\frac{P_i\ell}{12}$

$$M_i = \frac{-(1{,}800+1{,}200)x10^3}{4x\ 0.28}(0.24 \text{ x } 0.28 \text{ x } 8.0+0.16) = -\ 1{,}860x10^3 \text{ N.mm}$$

$$-\frac{P_i\ell}{12} = -\frac{(1{,}800+1{,}200)x10^3 x\ 8.0}{12} = -\ 2.000 \text{ x } 10^3 \text{ N. m}$$

نو (M_i = 2,000 KN. m) قبلوو .

$$q_i = \frac{5P_i}{\ell} + \frac{48M_i}{\ell^2} = \frac{5x(1{,}800+1{,}200)}{8} + \frac{48x(-2{,}000)}{8^2} = 375 \text{ KN/m}$$

$$q_m = \frac{2P_i}{\ell} - q_i = \frac{2x(1{,}800+1{,}200)}{8} - 375 = 375 \text{ KN/m}$$

د (5.5- مثال) نه لرو چې ($q_{a,net}$ = 179.5 KPa) سره کېږي ، نو :

$$q = \frac{q_m}{B} = \frac{375}{B} \le q_{a,net} = 179.5 \text{ KN/m}^2 \Rightarrow B \ge 2.09 \text{ m}$$

1- $M_e = -\frac{P_e}{4\lambda}(0.13\lambda\ell_1 + 1.06\lambda a - 0.5)$: داړخ وایې لپاره مومنټ مساوي کېږي په

دتهداب داړخ او د اړخ ستنې تر مرکزه فاصله مساوي کېږي په : (a = 0.25 m)

$$M_e = -\frac{(1{,}000+700)x10^3}{4x\ 0.28}\ x\ (0.13\ x\ 0.28\ x\ 8 + 1.06\ x\ 0.28\ x\ 0.25 - 0.5)$$

$$M_e = +\ 204.3\ 10^3\ N.\ m$$

$$2\text{-}\ M_e = -\left(\frac{4P_e - q_m\ell_1}{4a+\ell_1}\right)\frac{a^2}{2} = -\left(\frac{4\ x\ 1{,}700\ x10^3 - 375x10^3 x\ 8}{4x\ 0.25+8}\right)\frac{0.25^2}{2}$$

$$M_e = -13.2\ x\ 103\ N.\ m$$

دارخ وايي لپاره د دوه مومنټونو څخه کوچنی قیمت (M_e = -13.2 x 103 N. m) قبلېږي ، نو دارخ ستنې لاندې (q_e) د 13.5- شکل څخه دلاندې رابطې له مخې بیدا کېږي :

$$q_e = \frac{4P_e - q_m\ell_1}{4a+\ell_1} = \frac{4x1{,}700 - 375\ x\ 8}{4\ x\ 0.25+\ 8} = 422.2\ KN/m$$

$$q = \frac{q_e}{B} = \frac{422.2}{B} \le q_{a,net} = 179.5\ KN/m^2 \Rightarrow B \ge 2.35\ m$$

لیدل کېږي چې دارخ ستنې لاندې د خاورې دتشنجاتوکنترول په بحراني حالت کې دی او ډېرعرض ته اړتیا لري، نو له دې امله ($B = 2.4\ m$) قبلوو.

په منځنیو وایو کې د مثبت او منفي مومنټونو د پیداکولو لپاره ضریبي شویو بارونو ته اړتیا ده چې په لاندې ډول پیداکېږي :

د منځنیو ستنو له امله : $P_u = 1.2\ x\ 1{,}800 + 1.6\ x\ 1{,}200 = 4{,}080\ KN$

د ارخ ستنو له امله : $P_u = 1.2\ x\ 1{,}000 + 1.6\ x\ 700 = 2{,}320\ KN$

دمنځنۍ ستنې لاندې اعظمي منفي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_i = \frac{-(4{,}080)}{4x\ 0.28}\ (0.24\ x\ 0.28\ x\ 8.0 + 0.16) = -\ 2{,}541.3\ KN.\ m$$

$$-\frac{P_i\ell}{12} = -\frac{4{,}080x\ 8.0}{12} = -\ 2{,}720\ KN.\ m > M_i = -\ 2{,}541.3\ KN.\ m$$

په پایله کې (M_i = - 2,720 KN. m) قبلوو.

په منځنۍ وایه کې اعظمي مثبت مومنټ په لاندې ډول پیداکوو:

$$M_{mr} = M_{or} + \frac{M_r + M_i}{2}\ ;\ M_{or} = \frac{\ell_r^2}{48}\ (q_r + 4q_{mr} + q_i)$$

$$q_i = \frac{5P_i}{\ell} + \frac{48M_i}{\ell^2} = \frac{5x\ 4{,}080}{8} + \frac{48x(-2{,}720)}{8^2} = 510\ KN/m$$

داچې دواړه د منځنیو ستنو لاندې دي ، نو ($q_r = q_i = 510\ KN/m$) کېږي .

$$q_{mr} = q_{m\ell} = q_m = \frac{2P_i}{\ell} - q_i = \frac{2x(3{,}000)}{8} - 510 = 510\ KN/m$$

$$M_{or} = \frac{8^2}{48}\ (510 + 4\ x\ 510 + 510) = 4{,}080\ KN.\ m$$

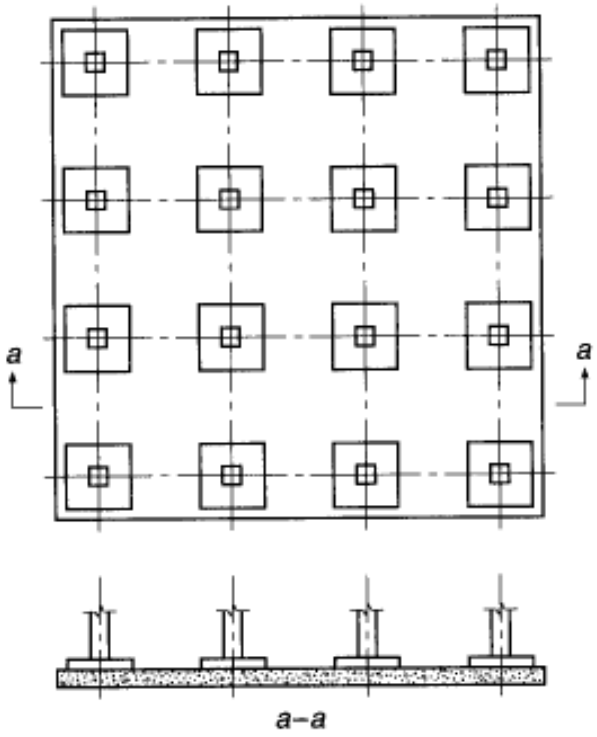
$$M_{mr} = 4{,}080 + \frac{(-2{,}720)+(-2{,}720)}{2} = +\ 1{,}360\ \text{KN. m}$$

دخاوړې د تشنجاتو او دټاکل شوي انحنايي مومنټ پربنسټ د اعظمي عرضاني قوې اندازه محاسبه اودهغې پربنسټ دتهداب لپاره اړين ضخامت محاسبه کېږي (583 :15) .

10.5- د فرشي تهدابونو تحليل او محاسبه

(Analysis and Design of Mat Footing)

فرشي تهدابونه معمولاًدپايو په واسطه د ډېربار اوياهم د نسبتاً کمزورې اويا دخاوړې داسې بستر ته چې نامنظم اودپېښ بينې ورنه وي ،دساختمانونو بارونه انتقالوي . که ځانګړې تهداب دساختمان لاندې له (50%)سلنې ډېره ساحه ونېسي ،نودفرشي تهداب طرحې ته ترجيح ورکول کېږي . ديوه فرشي تهداب دکړېدنې سختي (EI) خاورو ته د ستنودبارونود مناسب انتقال او يوبل ته نژدې ګاونډيو)ستنو ترمنځ دنامعادله ناستې دمحدوديت لپاره ډېره اغېزمنه ده (300,301:14).



27.5- شکل: فرشي تهداب (575: 15) .

فرشي تهدابونه په بشپړه توګه په خاوروکې ځای په ځای کېږي او حتی تر دې چې د ساختمان له نیمې طبقې نه ترڅو طبقو پورې د فرشي تهداب سره یوځای د ځمکې د سطحې لاندې واقع شي . نود فرشي تهداب ساختمان په خاوره کې په معلق ډول ساتي اوناسته ښه کنترولوي . په حقیت کې هغه خالص فشار چې د فرشي تهداب لاندې خاورې د ناستې لامل کېږي ، دتهداب په ګډون دساختمان د ټول وزن منفي دکندل شویوخاورو وزن او د فرشي تهداب د سطحې له نسبت څخه لاس ته راځي . خو که په نظري ډول سره دکندل شویو خاورو وزن د فرشي تهداب اودساختمان دټول وزن سره مساوي شي ، نوپه ټوله کې ساختمان او تهداب دخاورې په کتله کې د لامبو (Floating) حالت کې وي او هیڅ ډول ناسته نه رامنځته کېږي ، چې دې کړنې ته دلامبواغېزه (Floating Effect) ویل کېږي . دا حالت دهتداب ناسته له (50 mm) څخه تر (80 mm) پورې محدودوي . خو هغه چې ساختمن ډېر اغېزمنوي هغه نامعادله ناسته ده چې د تهداب دېبلاېبلو نقطو ترمنځ رامنځته کېږي ،چې دخاورې د عکس العمل ضریب ($K_s = 120\ q_a$) له مخې اټکلېږي ، چې نامعادله ناسته د(K_s) ضریب له مخې په لاندې ډول اټکلېږي :

که ($K_s = 0$) وي او تهداب اوږد وي د ټول تهداب (50%) او که تهداب نژدې مربعي وي (33%) ،که ($K_s = 0.5$) وي د ټول تهداب (50%) ، او که ($K_s > 0.5$) وي دټول تهداب (10%) ناسته نامعادله قبلېږي (575:15).

فرشي تهدابونه دچپه ضخامت لرونکې پوښښ تختې په څېر محاسبه کېږي . د دې د محاسبې لپاره کټ مټ هماغسې کړنلاره پرمخ بیول کېږي،لکه څرنګه چې د تهدابونو لپاره په دې فصل کې پرې بحث وشو . دعرضاني قوو،مومنټ او زغم دویجاړېدنې حالتونه د محاسبې لپاره بنسټیزه او اړین پارامترونه دي . د (ACI) کود دریځ دا دی ،چې د فرشي تهدابونو لپاره ددوه لوریزه پوښښ تختی مستقیمه محاسبوي طریقه (DDM) نه کارېږي . دفرشي تهدابونو تحلیل او محاسبه، فیته یي تهدابونو ته دیوسخت جسم اویا دیوه انعطاف مننونکي جسم په توګه دفرشي تهداب تحلیل او محاسبه تر سره کېږي (247:7).

1- دیوه سخت جسم په توګه د فرشي تهداب تحلیل او محاسبه: که په یوه فرشي تهداب ستنې په منظمه توګه له پاسه واقع شوې وي او دمجاورستنو ترمنځ فاصلې او بار توپیر له (20%) څخه ډېر نه وي او همداراز دستنو فاصلې له (1.75/λ) څخه تجاوز ونه کړي ، نو د یوه سخت جسم په توګه فرضېږي. په دې حالت کې دتهداب لاندې دخاورې فشار په خطي ډول وېشل کېږي او د وضعیه کمیاتو (x) او (y) په هره نقطه کې دلاندې رابطې په واسطه ټاکل کېږي . پاملرنه باید وشي چې دوضعیه کمیاتومبداء (xoy) د تهداب دتل دسطحې په مرکز واقع وي .

$$q = R\left(\frac{I}{A} + \frac{e_x x}{I_y} + \frac{e_y y}{I_x}\right) \quad \text{..... (41.5)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (R) دتهداب له پاسه د ستنو او دېوالونودعمودي قوو محصله ($R = \Sigma P_i$) ده، (A) دتهداب دسطحې مساحت ($A = LB$) دی، چې (L) د (x) او (B) د (y) په لورو فاصلې دي . (I_x) او (I_y) په ترتیب سره د(x) او (y) محورونو ته د تهداب انرشیا مومنټونه او (e_x) او (e_y) په ترتیب سره (R) د(x) او (y) محورونو ته د عن المرکزیت اندازې دي . د تهداب دتل په څلورواړو کنجونو کې د خاورې اعظمي او اصغري تشنجات د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$q_{comer} = \frac{\sum P_i}{BL}\left(1 \pm \frac{6e_x}{L} \pm \frac{6e_y}{B}\right) \quad \text{..... (42.5)}$$

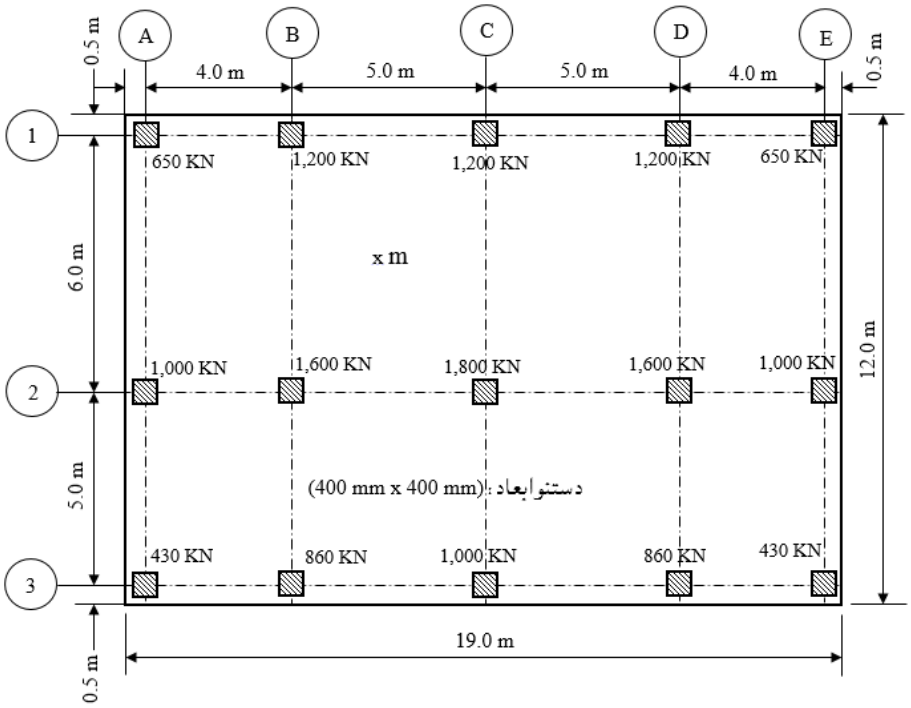
دیوسخت جسم په توګه د قبول شوي فرشي تهداب تحلیل او محاسبه په لاندېنیو مرحلو کې تر سره کېږي :

1- دېې له ضریبه بارونو له اغېزې دفرشي تهداب لاندې دخاورې اعظمي تشنجاتو ټاکنه او دخاورې دمجازي تشنجاتو سره دهغې پرتلنه.

2- د دستنې ګردچاپېره په بحراني حالت کې د دوه لوریزه عرضاني قوې پربنسټ د تهداب د ضخامت کنترولول. په دې حالت کې ضریبي بارونه په پام کې نیول سره دتهداب لاندې خاورې تشنجات محاسبه کېږي .

3- په ځانګړو فیتو د فرشي تهداب وېشنه اوتهداب لاندې دخاورو اغېزمن تشنجات د (31.5- رابطې) په واسطه محاسبه کېږي. دخاورو اغېزمن تشنجاتو اوضریبي شویو بارونو له امله د تهداب لپاره د عرضاني قوو او دانحنایي مومنټونو دیاګرامونه ترسمېږي . دیولوریزه عرضاني قوې پربنسټ چې دپایې له اړخه د (d) په فاصله واقع کېږي دتهداب ضخامت کنترولېږي . همدارازدتهداب دهرې فیتې په ببلابېلو برخو کې د مثبتو اومنفي اانحنایي اعظمي مومنټونوپربنسټ دفولادي سیخانو مساحت محاسبه او دهغې له مخې په ټول فرشي تهداب کې انحنایي فولادي سیخان ځای په ځای کېږي .

7.5- مثال: ځمکې ته دیوې شپږپوړیزه ودانۍ د بار دانتقال لپاره په پلان کې د (19mx12m) ابعادولرونکی فرشي تهداب چې په لاندې شکل کې ښودل شوی کارېږي. دودانۍ د ټولو ستنو ابعاد (400 mm x 400 mm) ، دتهداپ په تل کې دخاورې مجازي فشار ($q_{a,net}$ = 80 KPa) ورکړل شوی دی . فرضوو چې ضریبي بارونه د بې له ضریبه بارونو (1.3) برابره ، (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) دي. تهداب دیو سخت جسم په توګه دفرضېدنې د تهداب لاندې خاورې تشنجات محاسبه ، ضخامت کنترول او دفولادي سیخانو محاسبه ترسره کړئ .



حل :

1- **نودخاوري د عکس العمل ضريب**: داچې د تهداب تل لاندې خاورې خالص مجازي تشنجاتو لرو،نودخاوري د عکس العمل ضريب د هغې له مخې په لاندې ډول محاسبه کوو:

$$K_s = 120q_a = 120 \times 80 = 9{,}600 \text{ KN/m}^3$$

دمجاوروستنوترمنځ ډېره فاصله (6.0m) ده،نو($\lambda = 6.0 \text{ m}/1.75$) او($\lambda = 0.2917$) کېږي.

$$\sqrt[4]{\lambda} = \frac{K_S B}{4E_c I_F} \Rightarrow \sqrt[4]{0.2917} = \frac{9{,}600x10^3 \text{ xB}}{4 \text{ x } (4{,}700x\sqrt{25}x10^6)x \text{ (B x}\frac{h^3}{12})}$$

دتهداب د سخت جسم په توګه کـړنې لپاره د تهداب ارتفاع ($h = 0.553$ m) لاس ته راغله،چې ($h = 600$ mm) قبلېږي .

2- **دعمودي بارونو دمحصله قوې داغېزې نقطې اوپه خاورې کې دتشنجاتو کنترولول**: پلان ته کتنې د (x) محور په امتداددمحصله قوې داغېزې مرکز ($\overline{X} = 9.5$ m) اود(y) محور په امتداد د ($\overline{Y}$) فاصله په لاندې ډول محاسبه کوو :

په (1) محور کې : $\Sigma P = 2 \text{ x}(650 + 1{,}200) + 1{,}200 = 4{,}900$ KN

په (2) محور کې : $\Sigma P = 2 \text{ x}(1{,}000 + 1{,}600) + 1{,}800 = 7{,}000$ KN

په (3) محور کې : $\Sigma P = 2 \text{ x}(430 + 860) + 1{,}000 = 3{,}580$ KN

$R = 4{,}900 + 7{,}000 + 3{,}580 = 15{,}480$ KN

$15{,}480 \overline{Y} + 4{,}900 \text{ x } 11.5 + 7{,}000 \text{ x } 5.5 + 3{,}580 \text{ x } 0.5 \Rightarrow \overline{Y} = 6.24$ m

$e_x = 0$; $e_y = 6.24 - (12/2) = 0.24$ m

$$q_{max} = \frac{\sum P_i}{BL}\left(1 \pm \frac{6e_x}{L} \pm \frac{6e_y}{B}\right) = \frac{15{,}480}{12 \text{ x } 19}\left(1 \pm 0 \pm \frac{6 \text{ x } 0.24}{12}\right) = 76.0 \text{ KN/m}^2$$

$q_{max} = 76.0 \text{ KPa} < q_{a,net} = 80$ KPa

3- **د ضريبي شويوبارونو لاندې د خاورې د تشنجاتو ټاکل او د دوه لوريزه عرضانی قوې کنترولول**:

$R_u = \Sigma P_u = 1.3 \text{ x } 15{,}480 = 20{,}124$ KN

$$q_u = \frac{\sum P_i}{BL}\left(1 \pm \frac{12e_x x}{L^2} \pm \frac{12e_y y}{B^2}\right)$$

په (1) محور کې : $q_{u1} = \frac{20,124}{12 \text{ x } 19}\left[1 \pm 0 \pm \frac{12 \text{ x } 0.24 \text{ x } (11.5-6.24)}{(12)^2}\right] = 97.6$ KPa

په (2) محور کې : $q_{u2} = \frac{20,124}{12 \text{ x } 19}\left[1 \pm 0 \pm \frac{12 \text{ x } 0.24 \text{ x } (5.5-6.24)}{(12)^2}\right] = 87.0$ KPa

په (3) محور کې : $q_{u2} = \frac{20,124}{12 \text{ x } 19}\left[1 \pm 0 \pm \frac{12 \text{ x } 0.24 \text{ x } (0.5-6.24)}{(12)^2}\right] = 78.1$ KPa

د(A2) ستنې سره دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$b_o = 2 \text{ x } (400 + 510/2) + 300) + (400 + 510) = 2,820$ m

$V_u = 1.3 \text{ x } (1,000 \text{ x } 10^3) – (87.0 \text{ x } 10^{-3}) \text{ x } (955 \text{ x } 910) = 1,224 \text{ x } 10^3$ N

$\phi V_c = 0.75 \text{ x } \frac{1}{3} \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 2,820 \text{ x } 510 = 1,797.8 \text{ x } 10^3$ N

$\phi V_c = 1,797.8 \text{ x } 10^3 \text{ N} > V_u = 1,224 \text{ x } 10^3$ N

د(A1) ستنې سره دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$b_o = 2 \text{ x } (400 + 510/2) + 300) = 1,910$ m

$V_u = 1.3 \text{ x } (650 \text{ x } 10^3) – (78.1 \text{ x } 10^{-3}) \text{ x } (955) = 755.6 \text{ x } 10^3$ N

$\phi V_c = 0.75 \text{ x } \frac{1}{3} \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 1,910 \text{ x } 510 = 1,217.6 \text{ x } 10^3$ N

$\phi V_c = 1,217.6 \text{ x } 10^3 \text{ N} > V_u = 755.6 \text{ x } 10^3$ N

4- په دوو متداومولورو دفرشي تهداب په دوو ځانګړو تسمو وېشنه او د انحنايي مومنټونو محاسبه کول: فرشي تهداپ د (y) اود (x) محورونو مطابق په پنځوتسموو وېشل کېږي. په دې مثال کې يوازې د(x) محور مطابق يوه تسمه (3) او د (y) محور مطابق د يوه تسمه (C) دمطالې لاندې نېسو:

د (3) محور تسمه کې دفيتې عرض مساوي کېږي په : $b = 0.5 + (5/2) = 3.0$ m

دفيتې په عرض کې منځني تشنجات مساوي کېږي په :

$q_u = \frac{20,124}{12 \text{ x } 19}\left[1 + 0 + \frac{12 \text{ x } 0.24 \text{ x } (1.5-6.24)}{(12)^2}\right] = 79.9$ KPa

د (3) محور په تسمه کې دستنو دبارپربنسټ دخاورې تشنجات مساوي کېږي په :

$q_u = \frac{1.3 \; x \; 3,580}{3.0 \text{ x } 19.0} = 81.65$ KPa

دپورتنيو رابطو څخه څرګندېږي چې په دې تسمه کې دعمودي بارونو ستاتيکي تعادل نه شته، نوتهداب د (2) او (3) محورونوسره دمتناظروفيتو د تقاطع په ځای کې بايديولوريزعرضاني قوه وزغمي : $V_u = (81.65 – 79.9) \text{ x } 3 \text{ x } 19 = 99.8$ KN

له بلې خواکولی شوچې په (3) محور باندې دستنوبارونه اود فیتې لاندې د حاورې فشار داسې بدل کړو چې ستاتیکي تعادل راشي ، یعنې :

$$q_{ave} = \frac{79.7+81.65}{2} = 80.8 \text{ KPa}$$

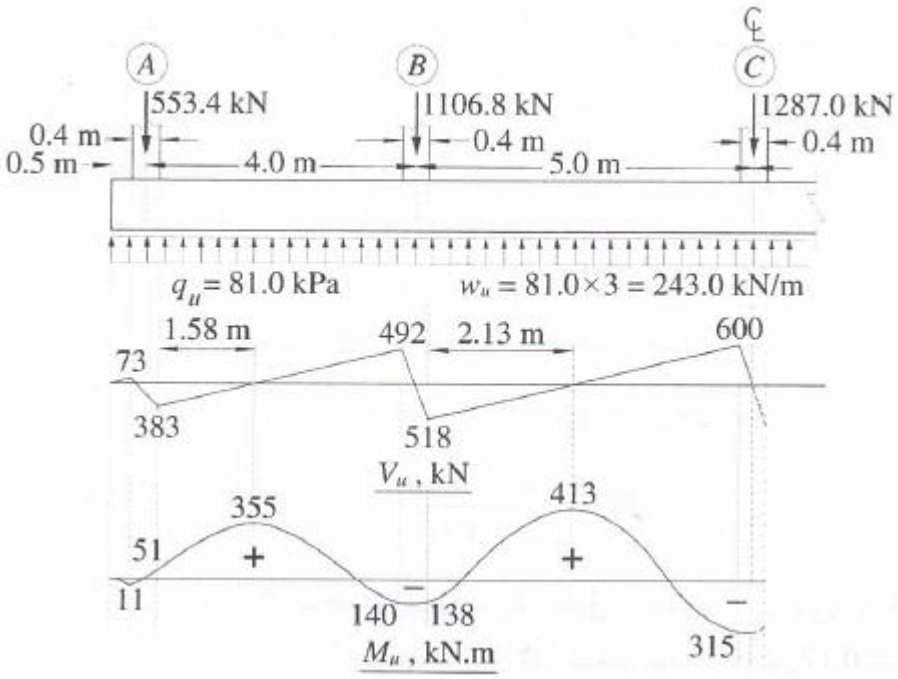
د (3) محور دستنو دبار د کمېدنې ضریب مساوي کېږي په : $R_c = \frac{80.8}{81.65} = 0.99$

د (A3) ستنې بار مساوي کېږي په : 1.3 x 430 x 0.99 = 553.4 KN

د (A3) ستنې بار مساوي کېږي په : 1.3 x 860 x 0.99 = 1,106.8 KN

د (A3) ستنې بار مساوي کېږي په : 1,287 KN

اوس کولی شود تهداب د (3) محور فیتې لپاره دعرضاني قوو او انحنایي مومنټونو په لاندې ډول ترسیم کړو :



د پورتني دیاګرام پربنسټ دستنې له اړخه د (d) په فاصله اعظمي یو لوریزه عرضاني قوه مساوي ده په : $V_u = 600 - 243 \times 0.51 = 476.1$ KN

$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 3{,}000 \times 510/1{,}000 = 956.3 \text{ KN} > V_u = 476.1 \text{ KN}$

M^{+}_{max} = 413 KN. m⇒ $R_n = \frac{M_u}{\phi bd^2} = \frac{413\ x10^6}{0.9 \text{ x } 3{,}000 \text{ x } (510)^2}$ = 0.59 MPa

$A_s = A_{s,min}$ = 0.0018 x 3,000 x 600 =3,240mm2

Use 12 mm @ 100 mm, Top

دمنفي مومنټ د برخو لپاره په همدې ډول فولادي سيخان او هغه برخو کې د انقباض او تودوخې اصغري فولادي سيخانو ځای پرځای کېږي .

په دې مثال کې د (C) محور تسمه د (0.5 m) په عرض مطالع کوو. په لومړي قدم کې د(y) محور د فرشي تهداب د څنډو د خاورې تشنجات د ضريبي شويو بارونو پربنسټ محاسبه کوو :

$q_{u,max} = \frac{20{,}124}{12 \text{ x } 19}\left[1 + 0 + \frac{6 \text{ x } 0.24}{12}\right]$= 98.9 KPa

$q_{u,min} = \frac{20{,}124}{12 \text{ x } 19}\left[1 + 0 - \frac{6 \text{ x } 0.24}{12}\right]$= 77.7 KPa

د (C) محورپه تسمه کې دخاورې د تشنجات محصله مساوي کېږي په :

$R = \frac{1}{2}$ (98.9 + 77.7) x 5 x 12 = 5,298 KN

$R_u = \Sigma P_u$ = 1.3x (1,000 + 1,800 + 1,200) = 5,200 KN

د (C) محورپه تسمه کې د پايو محوري بارونه اودخاورې اعظمي او اصغري تشنجات دپورتني منځني مقدار پربنسټ اصلاح کوو : د ستنودمحوري بار اصلاحي ضريب مساوي کېږي په :

$= 1.0094\frac{0.5\ x\ (5{,}200+5{,}298)}{5{,}200}$

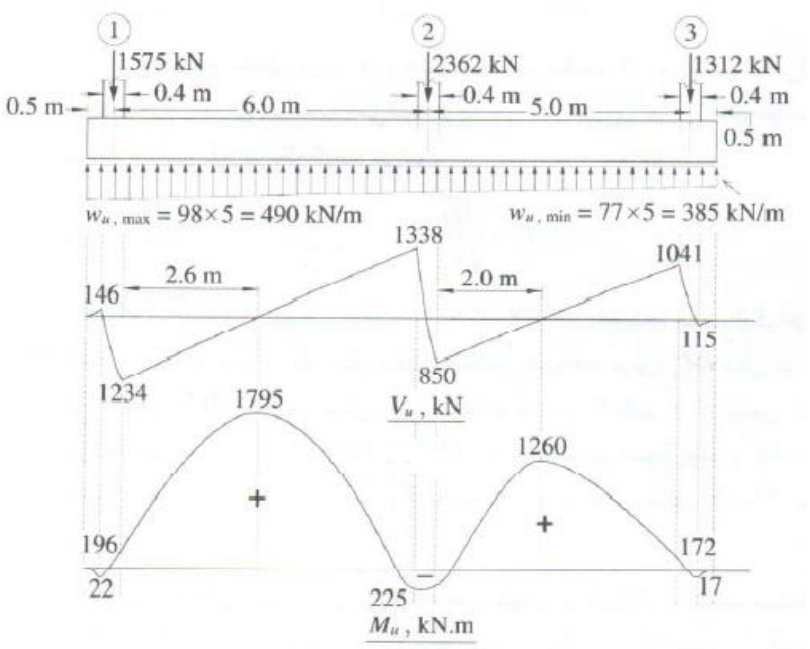
P_{C1} = (1.3 x 1,200) x 1.0094 = 1,575 KN

P_{C2} = 2,362 KN; P_{C3} = 1,312 KN

د تشنجات اصلاحي ضريب مساوي کېږي په : $= 0.9908\frac{0.5\ x\ (5{,}200+5{,}298)}{5{,}298}$

$q_{u,\ max}$ = 98.9 x 0.99089 = 98.0 KPa; $q_{u,\ min}$ = 77.7 x 0.9908 = 77.0 KPa

دفرشي تهداب د (C) محور د تشنجاتوپه وېشنې سره په بشپړه تعادل کې دی ،نو په اوږدو کې يې د عرضاني قوو او انحنايي مومنټونو بدلونونه په لاندې ډول ترسيمېږي . د دې دياګرامونو پربنسټ د ستنې له اړخه د (d) په فاصله يولوريزه عرضاني قوه کنترول او د انحنايي مومنټ له مخې په پاسنۍ او لاندنۍ برخو کې د فرشي تهداب د (C) محور په تسمه فولادي سيخان ځای پرځای کړو.



2- دانعطاف مننې او تقريبي طريقې په واسطه دفرشي تهدابونو تحليل: دانعـطاف مننې په حالت کې د فـرشي تهدابونو تحـــليل او محـــاسبه په (1946) زکال کې دايم. هيتيني (M. Heteny) او په (1984) زکال کې اس. ان . شوکلا (S. N. Shukla) په واسطه ترسره شوه، چې د (ACI) کود په پخوانيو نسخوکې ترې هم يادونه شوې ده. دا طريقه دلاندې پنيو مرحلو څخه ترکيب مومي :

1- په سرکې فرشي تهداب ديو سخت جسم په توګه په فرضېدنې د مخکنې طريقې په څېر د دوه لوريزه عرضاني قوې د کنترول له مخې ضخامت ټاکل کېږي.

2- د تهداب دجسم سختي د لاندې رابطې په واسطه ټاکل کېږي:

$$D = \frac{E_c h^3}{12(1-V^2)} \quad \text{..... (43.5)}$$

په دې رابطه کې (h) دتهداب ضخامت دی، (E_c) دکانکرېټوارتجاعيت مودول دی او (V) دکانکرېټو د پواسـون ضريب دی،چې د (0.15) او (0.20) ترمنځ وي او (V = 0.17) فرضېږي .

3- داغېزمنې سختی شعاع (L) د تهداب دسختی (D) او د خاورې دعکس العمل ضریب (K_s) پربنسټ دلاندېنی رابطې په واسطه پیداکېږي او پاملرنه باید وشي چې دهرې ستنې د اغېزې تقریبي ساحه له (4L) سره مساوي نیول کېږي:

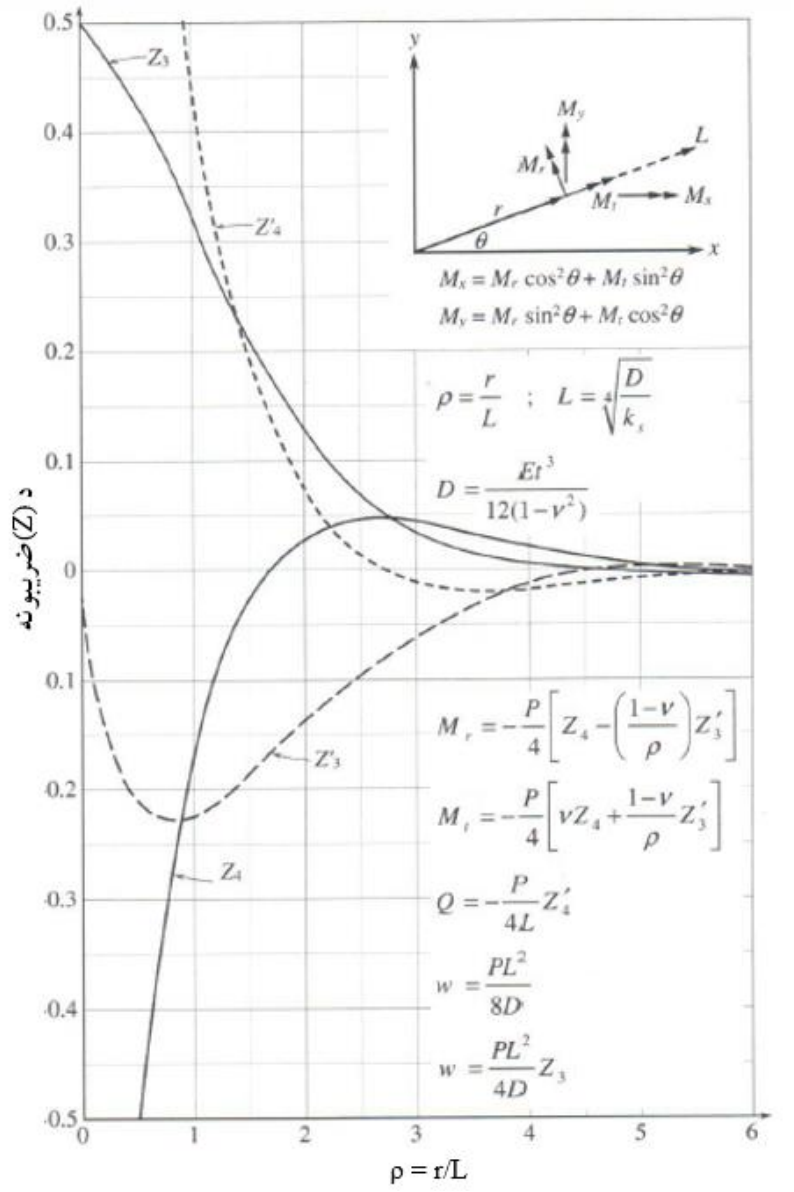
$$L = \sqrt[4]{\frac{D}{K_s}} \quad \text{.....} \quad (44.5)$$

4- د(28.5- شکل) په اړخ کې رابطو ته په پاملرنې سره ، دعرض په واحد کې شعاعي انحنایي مومنټ (M_r) ، عرضاني قوه (Q) او دستنې څخه د (r) په فاصله د تهداب بې ځایه کېدنه (w) پیداکېږي. په(28.5- شکل)په ښودل شویو رابطو کې (P) دستنې محوري بار او ($\rho = r/L$) دي ، همداراز د (Z_4, Z_3) او (Z'_4 , Z'_3) ضریبونه د(28.5- شکل) د منحني ګانو څخه پیداکېږي .

5- د تهداب دعرض دواحد په ډېرېدنې سره د وضیعیه کمیاتو پربنسټ د (M_x) او(M_y) مومنټونه دارټیا پرمهال د(28.5- شکل) له رابطو څخه پیداکېږي . په دې رابطو کې د (θ) زاویه د (x) محورته دپام وړ نقطې سره نښلېدونکې لیکه ښیي .

6- که دتهداب یوه څنډه دداغېزې شعاع (L) په محدوده کې واقع شوې وي، نو انحنایي مومنټو او پرتهداب عمودي عرضاني قوې محاسبه کېږي او د څنډې بارونو په توګه په مخالفه علامه ښودل کېږي.

7- که د تهداب په یوه ساحه څوستنې په ګډه اغېزه کړې وي، نو دهغوې اغېزه جمع کېږي ، ترڅویوه اغېزه یې حاصله شي (616-628:5).



28.5- شكل: دستنون دبارلاندې دانعطاف منونكي او تقريبي فرشي تهداب د داخلي قوو او شكل بدلون د پيداكېدنې لپاره اړين ضريبونه او رابطې (628:5) .

8.5- مثال: په تير (7.5- مثال) کې فرشي تهداب دهغې دټولو ارقامو سره چې ضخامت يې (h = 600 mm) قبول شوی و، د انعطاف منني په پام کې نيولو سره يې دتقريبي طريقې په واسطه د (2,1) او (C,B) محورونو ترمنځ پنيل لپاره انحنايي مومنټونه ، عرضاني قوې او دمنځنۍ نقطې بې ځايه کېدنه محاسبه کړئ . په شکل کې د (m) نقطې لپاره دکانکريټود پواسون ضريب (V = 0.17) فرض شوی دی .

حل :

$$D = \frac{E_c h^3}{12(1-V^2)} = \frac{4{,}700x\sqrt{25}x(600)^3}{12x(1-0.17^2)} = 4.356 \text{ x } 10^{11} \text{ N. mm}$$

$D = 4.356 \text{ x } 10^5$ KN. m; $K_s = 120q_a = 120 \text{ x } 80 = 9{,}600$ KN/m^3

$$L = \sqrt[4]{\frac{D}{K_s}} = \sqrt[4]{\frac{4.356 \text{ x} 10^5}{9{,}600}} = 2.6 \text{ m}$$

له (B2) ستنې څخه د (m) نقطې فاصله مساوي کېږي په :

$$r = \frac{1}{2}\sqrt{(5)^2 + (6)^2} = 3.9 \text{ m} \Rightarrow \rho = \frac{r}{L} = \frac{3.9}{2.6} = 1.5$$

داچې د (m) نقطه د نژدې څلورووارو ستنو څخه په مساوي فاصله پرته ده ، نو د (Z) کميتونه د څلورو وارو ستنو لپاره سره مساوي د (28.5- شکل) څخه په لاندې ډول محاسبه کوو :

$Z_3 = 0.205$; $Z_4 = -0.03$: $Z_3' = -0.18$; $Z_4' = 0.19$

$$M_r = \frac{-P}{4}\left[Z_4 - \left(\frac{1-v}{\rho}\right)Z_3'\right] = C_1P$$

$$C_1 = -\frac{1}{4}\left[Z_4 - \left(\frac{1-v}{\rho}\right)Z_3'\right] = -\frac{1}{4}\left[(-0.03 - \left(\frac{1-0.17}{1.5}\right)x(-0.18)\right] = -0.0174$$

$$M_\ell = \frac{-P}{4}\left[vZ_4 - \left(\frac{1-v}{\rho}\right)Z_3'\right] = C_2P$$

$$C_2 = -\frac{1}{4}\left[0.17\,(-0.03) - \left(\frac{1-0.17}{1.5}\right)x(-0.18)\right] = 0.0262$$

$$Q = \frac{-PL^2}{4L}Z_4' = C_3P \Rightarrow C_3 = \frac{-L^2}{4L}Z_4' = -\frac{1}{4}x\frac{0.19}{2.6} = -0.0183$$

$$w = \frac{PL^2}{4D}Z_3 = C_4P \Rightarrow C_4 = \frac{(2.6)^2x\,(0.205)}{4x\,4.356 \text{ x } 10^5} = 7.95 \text{ x } 10^{-7}$$

$\Sigma P_i = 1.3x\,(1{,}200 + 1{,}200 + 1{,}600 + 1{,}800) = 7{,}540$ KN

$M_r = -0.0174x7{,}540 = -131.2$KN. m; $M_\ell = 0.0262x7{,}540 = 197.5$KN. m

$Q = -0.0183 \text{ x } 7{,}540 = -138.0$ KN

$w = 7.95 \text{ x } 10^{-7} \text{ x } 7{,}540 = 0.006 \text{ m} = 6 \text{ mm}$

$M_x = M_r \text{Cos}2\theta + M_\ell \sin^2\theta$; $\theta = \tan^{-1}(5/6) = 39.8^o$

$M_x = -131.2 \text{ x } \cos^2(39.8) + 197.5 \text{ x } \sin^2(39.8) = 3.48$ KN. m/m

$M_y = M_r \text{Sin}2\theta + M_\ell \cos^2\theta$; $\theta = \tan^{-1}(5/6) = 39.8^o$

$M_y = -131.2 \text{ x } \sin^2(39.8) + 197.5 \text{ x } \cos^2(39.8) = 62.8$ KN. m/m

11.5- د ميخي تهدابونو تحليل او محاسبه
(Analysis and Design of Pile Footing)

کله چې ځمکه دپام وړ ژوروالي پورې دنرمواو يا دلږ مقاومت لرونکو خاورې ترکيب وي ، نو په مستقه توګه د خاورې سطحې ته د تهداب باربار لږدښه مناسبه نه وي . نو په دې حالت کې بهتره ده چې دساختمان بارونه دميخونو په واسطه دځمکې دباروړنې باوري سطحې ته ولږدول شي . د دې موخې د لاسته راوړنې لپاره دښلابېل ډوله ميخونو څخه ګټه اخېستل کېږي ، چې ټاکنه يې دکانکرېټو او يا فولادو څخه دځمکې د شرايطو، دځمکې لاندې اوبوحالت، له ميخونو څخه دمطلوبه کړنې او لګښت له مخې کېږي . ديوې ستنې د باروښنې لپاره لکه دخاورې لاندې طبقو ته دپل ديوې پايې دبار لږدښه دطرحه شويومیخونو دميخونودخولې يا بستر په واسطه تر سره کېږي . دميخوخولې يا بستر بايد کافي ابعاد ولري ترڅو دمخونو ترمنځ فاصله وپوښي . دميخونو دخولې يا بستر طرحه او محاسبه ديوه ګاډر طرحې او محاسبې ته ورته ده ،چې د لاندې لوري دميخونو د متمرکز بارونو او له پاسه دستنو د متمرکز بارونو لاندې واقع کېږي ،چې امله دميخونو په خولې کې اعظمي انحنايي مومنټونه او عرضاني قوې محاسبه کېږي . د ميخونو خولې داسې په پام کې نيول کېږي،چې د خاورې فشار په مستقيماً دهغې له پاسه نه بلکې دهغې له پاسه د د يوالونو ، ستنو او ميخونو بارونه واقع کېږي . که د ميخونو په خولې اعظمي بار(P) چې دخولې او دهغې له پاسه خاورې وزن په کې شامل وي ،عمل وکړي او د ميخونو شمېر (n) وي اودابارونه په بشپړه توګه محوري او بې له انحنايي مومنټونو واردشي، نودهرميخ دباروړلو اندازه د لاندښنې رابطې په واسطه ټاکل کېږي :

$$P_p = \frac{P}{n} \quad \text{..... (45.5)}$$

خوکه دميخونو خولې په غيرمرکزي ډول بارشوې وي اويا سربېره پر (P) بار دکږېدنې مومنټ پرې هم اغېزمن وي ،نوهرميخ ته لږدښدونکی بار د لاندښنې رابطې په واسطه پيداکېږي :

$$P_p = \frac{P}{n} + \frac{M_x x}{\sum x^2} + \frac{M_y y}{\sum y^2} \quad \text{..... (46.5)}$$

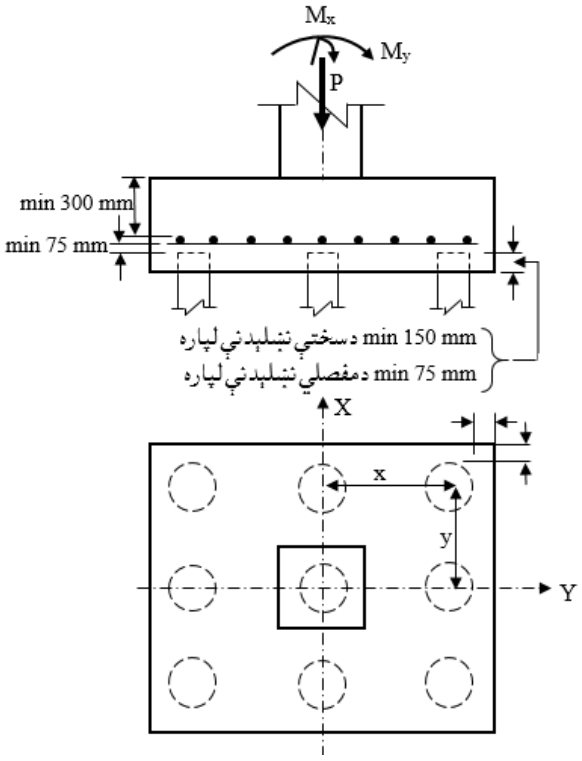
په پورتنۍ رابطه کې (M_x) او (M_y) په ترتیب سره (x) او (y) محورونو ته د کږېدنې مومنټونه دي چې دمیخونوله خولۍ څخه تیرېږي او میخونو ته انتقالېږي(585,586:15).

دمیخونو د خولۍ طرحه د لاندې ښیو مواردو پربنسټ تر سره کېږي :

1- دکږېدنې مومنټ دیوه ځانګړي تهداپ په څېر د ستنو په اړخ کې ټاکل اودهغې له امله محاسبوي فولادي سیخان په دواړو لورودخولۍ په لاندې برخه کې ځای پرځای کېږي .

2- یولوریزه عرضاني قوه د ستنې له اړخه د (d) به فاصله کې او دوه لوریزه عرضاني قوه د ستنو ګردچاپېره د (d/2) او میخونو له اړخه د (d/2) په فاصله کې کنترولېږي .

3- میخونه په خولۍ کې لږترلږه د (75 mm) داخلېږي، دلاندې ښي (29.5- شکل) په څېر که میخونه د(150 mm) په اندازه داخل شوی وي نوسخت او که له (150 mm) څخه لږ وي نو مفصلي فرضېږي .



29.5- شکل: دمیخي تهداب له پاسه دپایې لاندې ټیپیک یوګونی تهداب (586:15) .

4- د میخونوخولې لږترلږه (150 mm) په فاصله دارخ میخ له بیروني لوري څخه باید واقع وي.

5- دمیخونو خولې فولادي سیخان لږترلږه د (75 mm) په فاصله د میخونودپاسنې برخې څخه لوړ باید ځای پرځای شي.

6- دمیخونود خولې ضخامت لږترلږه دپاسنیو فولادي سیخانوڅخه باید (300 mm) په پام کې ونیول شي ، نو باید چې ضخامت یې له (550 mm) څخه لږ نه شي.

7- په میخونو کې کششي سیخان باید په مناسبه توګه ځای پرځای شي ، چې میخونه او دمیخونو خولې د کششي قوو لاندې په متداومه توګه مقاوم پاتې شي.

8- دمیخونو پاسنې برخـــې دخولې سره د اتصال لـــپاره فولادي سیخان داسې بایدځای پرځای شي چې دمیخونو او خـــولې د جـــلاکېدنې پر وړانـــدې د مقاوم ډاډمنتیا حاصله شي (722-724:9).

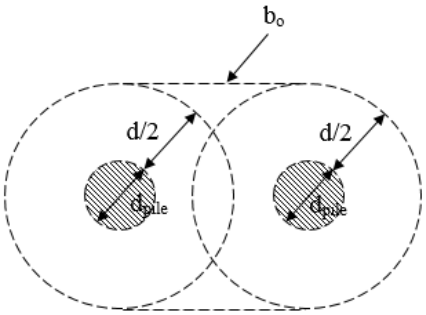
دمیخونو د خولې ضخامت د یولوریزه او دوه لوریزه عرضاني قووپه واسطه ټاکل کېږي . خو دلته پوښتنه مطرح کېږي که دخولې دپرېکېدنې بحراني مقطع دځینومیخونو محیط قطع کړي ، نو دهغو میخونو دپرېکېدنې په بحراني مقطع څه اغېزه لري . په دې اړه د (ACI) کود داسې څرګندونه کوي : که دهرمیخ دمحور اودهرې ستنې دمحور پورې فاصله دخولې دپاسنې برخې او د میخ د پاسنې برخې تر منځ فاصلې د دوه برابره څخه ډېره وي ، نو میخونه لکه د پوښښ تختې او یا ځانګړي تهداب په څېر باید یولوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوې وزغمي او د دې برعکس د یولوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوو دزغم سره سره باید لاندېنې شرایط تصدیق کړي :

1- دهرمیخ ټول عکس العملونه چې مرکزیې د($d_{pile}/2$) اویا له دې څخه په ډېره فاصله (d_{pile} دمیخ قطردی) دپام وړمقطع څخه بیرون واقع وي ، دهغې مقطع په پرېکېدنه کې اغېزمنه په پام کې نیول کېږي.

2- که دیوه میخ مرکز د($d_{pile}/2$) اویا له دې څخه په ډېره فاصله دپام وړمقطع په داخل کې واقع وي ، دهغې مقطع په پرېکېدنه کې اغېزمنه په پام کې نیول کېږي.

3- که دیوه میخ مرکز د($d_{pile}/2$) محدودې په داخل یا بیرون کې واقع وي ، دهغې مقطع په پرېکېدنه د(1) او (2) حالتونو ترمنځ مقدارپه محاسبه کې نیول کېږي (15 :587-585).

د (ACI) کود لارښوونه کوي چې دیوه میخ ګردچاپېره د دوه لوریزه عرضاني قوې په کنترول کې که بحراني مقطع په دوو یا څو میخونو سره تداخل وکړي . دبحراني مقطع محیط (b_o) کې په اصلاحي ډول یوازې د هرمیخ هغه برخه په کې شاملېږي چې پهد دې محیط یوه برخه جوړوي او په واقعي ډول سره دبحراني پرېکېدنې په وړاندې دپام وړ میخونولپاره مقاومت کوي . د پرېکېدنې بحراني مقطع نمونه د دوو میخونو لپاره په اصلاحي ډول په (30.5- شکل) کې ښودل ښوې ده (700:1-690).



30.5- شکل: د دوو مجاورومیخونو لپاره په اصلاحي ډول د پرېکېدنې بحراني مقطع (700:1) .

9.5- مثال: له یوې (P_u = 1,800 KN) ابعادولرونکي ستنې څخه د(500mm x 500mm) ضربیي شوي محوري بار او (M_u = 150 KN. m) ضربیي شوي انحنایي مومنټ ځمکې ته دانتقال لپاره له نهومیخونو اود میخونویوې خولې څخه چې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي ،ګټه اخېستل کېږي . که د مخ قطر (d_{pile} = 300 mm) او (f'_c = 28 MPa) وي ، دمیخونو خولې لپاره ضخامت محاسبه کړئ .

حل : دشکل له مخې دمیخونو اصغري ضخامت دخولې د لاندې سیخ له پاسنۍ برخې څخه (300 mm) دی . په دې مثال کې دشکل د جزیاتو له مخې دمیخونو مجموعي ضخامت (h = 550 mm) او (d = 310 mm) قبلېږي . د دې ضخامت کافي والی دپرېکېدنې پربنسټ ارزوو. د (46.5- رابطې) په واسطه دخولې د څنډودمیخونواعظمي عکس العملونه په لاندې ډول ټاکو :

$P_p = \frac{P_u}{n} + \frac{M_x x}{\sum x^2} + \frac{M_y y}{\sum y^2}$; $\Sigma x^2 = \Sigma x^2 = 3 \times (-1)^2 + 3 \times (0)^2 + 3 \times (1)^2 = 6$ m^2

$P_p = \frac{1,800}{9} + \frac{15}{6} = 200 + 25 = 225$ KN

$V_u = 3 \times 225 = 675$ KN يولوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{28} \times 2,800 \times d = 1,825d$

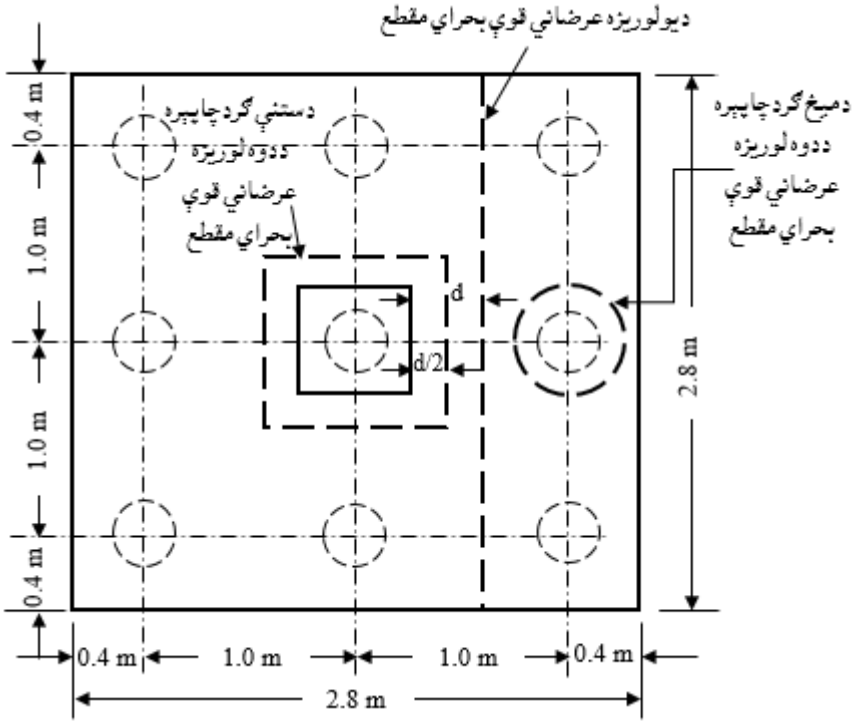
$V_u = \phi V_c \Rightarrow d = 365$ mm$\Rightarrow$ h = 600 mm and d = 360 mm

دستني ګرد چاپېره دوه لوريزه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = 1,800 - 200 = 1,600$ KN

$b_o = 2 \times [2 \times (500 + d)] = 4 \times (500 + 600) = 3,440$ mm

$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 3,440 \times 360/1,000 = 1,638.2$KN > $V_u = 1,600$KN



12.5- هوار کانکرېټي تهدابونه (Plain Concrete Footings)

د (ACI) کود د داسې هواروکانکرېټي تهدابونو اجازه ورکړي ، چې په پرله پسې توګه د خاورې د طبقې په واسطه وزغمل شي . نو له دې امله، هوارکانکرېټي تهدابونه د میخی خولیو لپاره نه کارېږي . هوارکانکرېټي تهدابونو څخه په ځېنیو مهالونو کې د سپکو بارونو لپاره ګټه اخیستل کېږي . د ډېرو پراخو هواروکانکرېټو تهدابونو د سایز او ابعادو له کبله د فولادي سیخانو څخه صرف نظر کېږي . د لګښت د کموالې او د ساختمان د ساده والې له امله ډېره به ښه وي چې د سپکو بارونولپاره د دې ډول تهدابونو څخه ګټه واخستل شي . سربېر پردې ، د هواروکانکرېټي تهدابونو د محاسبې او طرحې لپاره لاندې شرایط باید په پام کې ونیول شي :

(a)- هوارکانکرېټي تهدابونه د دیوالونو ،ستنویا پیډستلونو (Columns or Pedestals) د زغم او تکیې لپاره محاسبه او طرحه کېږي .

(b)- د هوار کانکرېټي تهدابونو لپاره د ظرفیت کمښدنې ضریب ($\phi = 0.55$) نیول کېږي .

(c)- په هوار کانکرېټي تهدابونو کې د کانکرېټو لپاره فشاري مقاومت ب(170 MPa) او یا له دې څخه ډېر ($f'_c \geq 170$ MPa)په پام کې نیول کېږي.

(d)- د هوار کانکرېټي تهدابونو ضخامت بایدله (200 mm) څخه لږ نه شي . د (ACI) کود لارښوونه کوي چې د کرښدنې مومنټ او عرضاني قوې لپاره په محاسبه کې د تهداب ضخامت (h) د واقعی ضخامت څخه باید (50 mm) لږ ونیول شي .

(e)- د یو لوریزه عرضاني قوې لپاره بحراني مقطع د پایو یا پیډستلونواو دیوالونو د اړخ څخه د(h) په فاصله نیول کېږي،چې مقاومت یې مساوي کېږي په :

$$V_n = \frac{4}{3}\sqrt{f'_c}\, b_v d \quad \text{.....(47.5)}$$

دلته :

V_n - د هوارکانکرېټي تهداب د یو لوریزه عرضاني قوې په وړاندې مقاومه نومینالي عرضاني قوه ده .

b_v او h- د هوارکانکرېټي تهداب د يو لوريزه عرضاني قوې د بحراني مقطع ابعاد دي . فعاله ارتفاع يا ضخامت (d) بايد د واقعی ضخامت څخه (50 mm) دمنفي کولو په واسطه پيداشي . د يوګوني تهداب لپاره (b_v = B) او د محاسبې د ساده کولو لپاره د ديوال لاندې تهداب لپاره (b_v) يو فوټ يا (300 mm) په پام کې نيول کېږي(376:12) .

(f)- د دوه لوريزې عرضاني قوې لپاره بحراني مقطع د پايو يا پيډستلونواو ديوالونو له اړخه د(h/2) په فاصله نيول کېږي . په دوه لوريز ې عرضاني قوې کې د هوارکانکرېټي تهداب مقاومت مساوي کېږي په :

$$V_n = \left[\frac{4}{3} + \frac{8}{3\beta_c}\right] \frac{4}{3} \sqrt{f'_c}\, b_o d \leq 2.66\sqrt{f'_c}\, b_o d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48.5)$$

دلته :

V_n - د هوارکانکرېټي تهداب د دوه لوريزی عرضاني قوې په وړاندې مقاومه نومينالي عرضاني قوه ده .

b_o - د پايې له اړخه په (d/2) فاصله کې د دوه لوريز ی عرضاني قوې د بحراني مقطع د ساحی محيط دي .

β_c - د پايو يا پيډستلونو د مقطع د اوږد او لنډ لورو نسبت (ℓ/b) دی.

d- د هوارکانکرېټي تهداب فعاله ارتفاع ده.

(g)- د پايې ، پيډيستل يا ديوال د اړخ سره د کرښدنې مومنټ لپاره بحراني مقطع په پام کې نيول کېږي (384:11).

د هوارکانکرېټي تهداب مقاوم نومينالي مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي :

$$M_n = 5 \sqrt{f'_c}\, b_v h^2/6 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (49.5)$$

دلته :

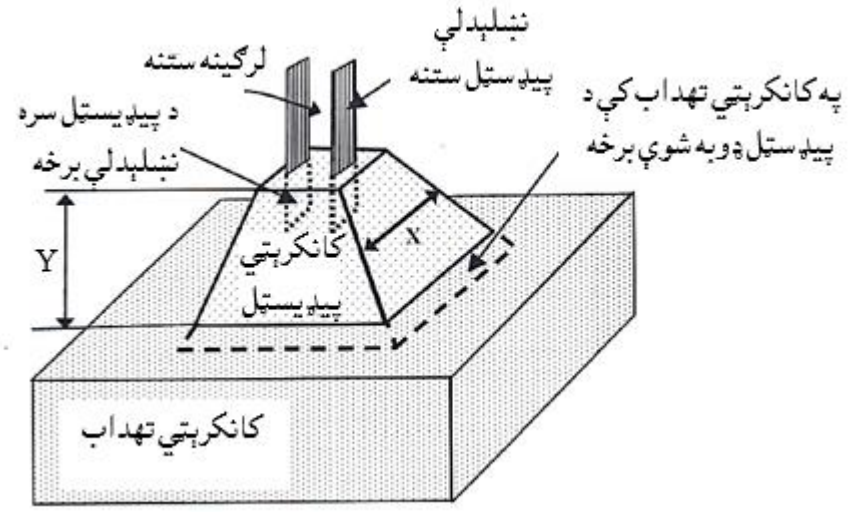
M_n - د هوارکانکرېټي تهداب مقاوم نومينالي مومنټ دی.

b_v او h- د هوارکانکرېټي تهداب د بحراني مقطع ابعاد دي . فعاله ارتفاع (d) د واقعی ضخامت (h) نه د (50 mm) په منفی کولو سره پيداکېږي . د يوګـوني تهداب لـــپاره

($b_v = B$) اود محاسبې د ساده کولو لپاره د دیوال لاندې تهداب لپاره ($b_v = 300$) نیول کېږي .

(h)- سره له دې چې په هوار کانکرېټي تهدابونو کې سیخان نه کارول کېږي ، خو ځنې محاسبه کوونکې انجنیران د دیوال لاندې طولاني فولادي سیخان د انقباض د مخنیوی لپاره یې کاروي .

(i)- هوار کانکرېټي تهدابونه لکه د(31.5- شکل) په څېرد ستنو د تکیه کولو لپاره کارېږي،چې د ستنې لوڅه ارتفاع باید د عرضاني مقطع ($Y \leq 3X$)د منځنیو اندازو د درې ځلې څخه ډېره نه شي (419,420:8) .



31.5- شکل : د مخکنۍ تیار شویو کانکرېټو دولاړې ستنې سره چې د لرګېنې پایې د کلکولو لپاره ، په هوار کانکرېټي تهداب کې د قالب په ډول ځای په ځای شوي دی (420:8) .

لـــنډيز

تهدابونه دټولواوسپنيزوکانکرېټي او فلزي ساختمانونو له مهمو اجزاو څخه دي چې ځمکې ته يې بارونه انتقالوي . دتهداب لپاره د خاورې مقاومت او ډول څېړنه ډېره اړينه ده ، ترڅو د ماتېدنې ، له حده ډېرې ناستې دنه رامنځته کېدنې څخه ډاډمنتيا حاصله شي . داچې تهداب د ساختمان ټول بارونه د خاورو طبقې ته لېږدوي خود خاورې د طبقې له پاسه د تهدابونو دزغم فشار بايد دخاورې د مجازي زغم توان څخه ډېر نه شي اود خاورې ناسته يې له مجاز ې حد څخه تجاوز ونه کړي . د تهدابونوکې لپاره اوسپنيز کانکرېټ ښه او مطلوب مواد دي ، نو دکانکرېټو مخلوط بايد داسې محاسبه او طرحه شي ، چې د خاورې په طبقه کې د زيانمنوونکو کيمياوي موادو د شتون په وړاندې مقاوم وي . د (ACI) کود د سپارښتنې له مخې په تهدابونو کې د فولادي سيخانود خوندیتوب او ساتنې لپاره خالصه محافظوي طبقه (75 mm) نيول کېږي . اوسپنيزکانکرېټي تهدابونه د د ستنې په واسطه د لېږدېدونکې بار له امله دوه لوريزه عرضاني يا سوری کېدونکې قوه ،د خاورې د فشار له امله يو لوريز ه عرضاني قوه ، د کېږدنې مومنټ او دزغموونکي (د برداشت) بار په وړاندې محاسبه کېږي . په محاسبه کې د تهداب ابعاد (په ځانګړې توګه د تهداب ضخامت)، د کانکرېټو او فولادي سيخانو مقاومتونه شامل دي . د تهداب له پاسه بارونه د تهداب او د خاورې وزن په واسطه مستقيماً د خاورې طبقې ته لېږدېږي ، خو په تهداب باندې د مومنټ او عرضاني قوې د پيداکېدنې نه لامل کېږي .

د تهدابونه د دندې په پام کې نيولو سره ددیوال لاندې او پرله پسې ، د پايو لاندې ځانګړې ، مرکبو ، فيته يي ، فرشي او ميخي تهدابونه وېشل کېږي ، چې په دې فصل کې د دې ټولو ډولونو تهدابونو په تحليل او محاسبې بشپړه بحث تر سره شو او په اړه يې عملي مثالونه وړاندې شول .

پـوښتـنې

1- تهداب څه ته ويل کېږي ؟

2- اوسپنيزکانکرېټي تهدابونه په څو ډولونو وېشل شوي دي .

3- دمحوري فشاري بار او مومنټ لاندې تهداب په جيوتکنيکي محاسبه کې د (ASD) بارونو ترکيب ته اړتيا ده .

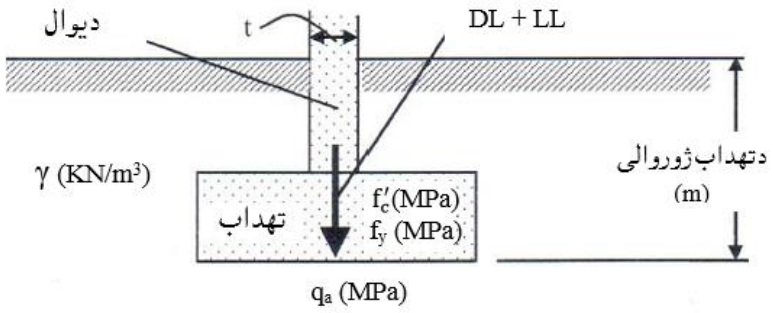
4- دمحوري فشاري بار او مومنټ لاندې تهداب دساختمان په محاسبه کې د (LRFD) بارونو ترکيب ته اړتيا ده .

5- دمرکب تهداب ساختماني جوړښت واضح کړئ .

6- د (ACI) کود د غوښتنې له مخې داوسپنيزکانکرېټي تهداب اړينې اصغري سيخبندۍ نسبت څومره دی او په کوم مهال تر ټولو اخېستل کېږي .

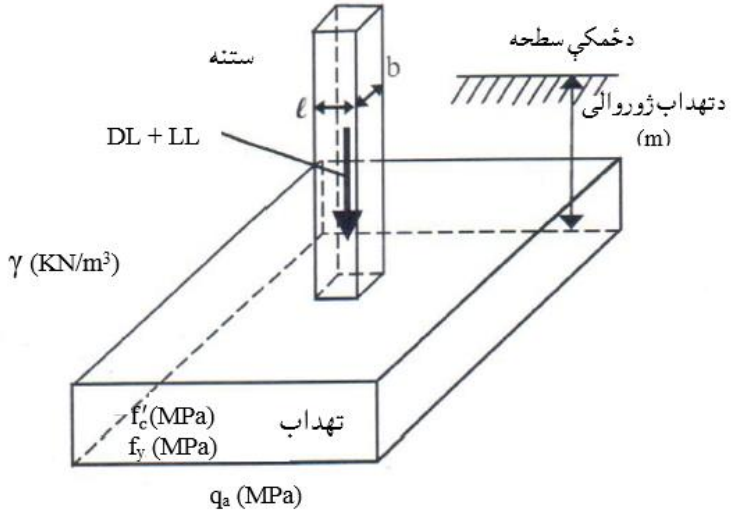
7- دلاندې نيو شرايطو لاندې د ديوال لاندې تهدابونه محاسبه کړئ :

f_y (MPa)	f'_c (MPa)	γ (KN/m^3)	q_a (MPa)	(t) (mm)	دتهداب ژوروالی (m)	LL (KN/m)	DL (KN/m)	ګڼه
21	420	19	0.34	150	1.00	400	750	1
25	420	18.5	0.33	200	1.20	600	1,200	2
28	420	18	0.32	300	1.30	350	600	3
21	420	18.5	0.33	350	1.40	500	1,000	4
25	420	19	0.34	400	1.50	450	900	5



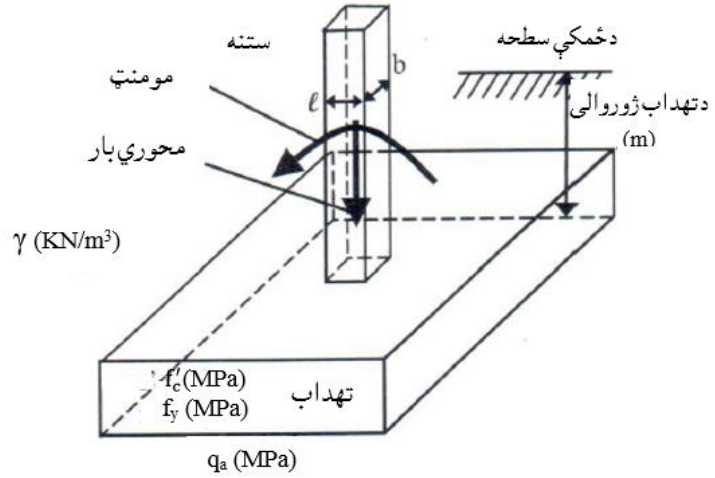
8- دلاندېنيو شرايطو لاندې د پايې لاندې تهدابونه محاسبه کړئ :

f_y (MPa)	f'_c (MPa)	γ (KN/m^3)	q_a (MPa)	(ℓ x b) (mm x mm)	دتهداب ژوروالی (m)	LL (KN)	DL (KN)	ګڼه
21	420	19.0	0.32	300 x 300	1.00	13	220	1
25	420	18.5	0.33	350 x 350	1.20	180	350	2
28	420	18.0	0.34	400 x 400	1.30	90	180	3
21	420	19.0	0.32	300 x 300	1.40	320	650	4
25	420	18.5	0.33	350 x 350	1.50	260	530	5



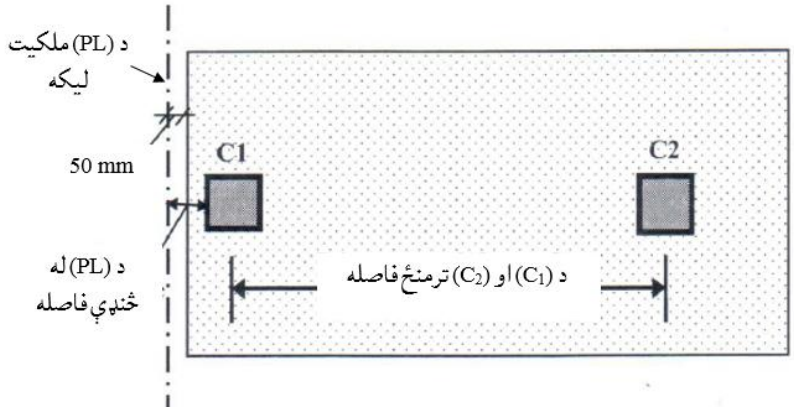
9- دلاندېنيو شرايطو لاندې که (f'_c = 25 MPa) او (fy = 420 MPa) وي د پايې لاندې تهدابونه محاسبه کړئ :

γ (KN/m^3)	q_a (MPa)	(ℓ x b) (mm x mm)	دتهداب ژوروالی (m)	ME (KN. m)	PE (KN)	LL (KN)	DL (KN)	ګڼه
19	0.34	300 x 300	1.00	110	0	13	220	1
18.5	0.33	350 x 350	1.20	90	100	180	350	2
18	0.32	400 x 400	1.30	150	190	90	180	3
18,5	0.33	300 x 300	1.40	210	280	320	650	4
19	0.34	350 x 350	1.50	260	320	260	530	5



10- دلاندېنيو شرايطو لاندې چې (f'_c = 25 MPa) ، (f_y = 420 MPa) او (γ = 19 KN/m³) وي مرکب تهدابونه محاسبه کړئ :

ګڼه	C_1			C_2			د (C_1) او (C_2) ترمنځ فاصله (m)	د (C_1) خنډې او (PL) ترمنځ فاصله (mm)	دتهداب ژوروالی (m)	q_a (MPa)
	DL (KN)	LL (KN)	(ℓ x b) (mm x mm)	DL (KN)	LL (KN)	(ℓ x b) (mm x mm)				
1	220	13	300 x 300	110	1.00	300 x 300	1.80	150	1.00	0.34
2	350	180	300 x 300	90	1.20	350 x 350	2.10	300	1.20	0.33
3	180	90	500 x 500	150	1.30	400 x 400	2.40	225	1.30	0.32
4	650	320	350 x 350	210	1.40	450 x 450	2.50	250	1.40	0.33
5	530	260	400 x 400	260	1.50	500 x 500	2.60	200	1.50	0.34



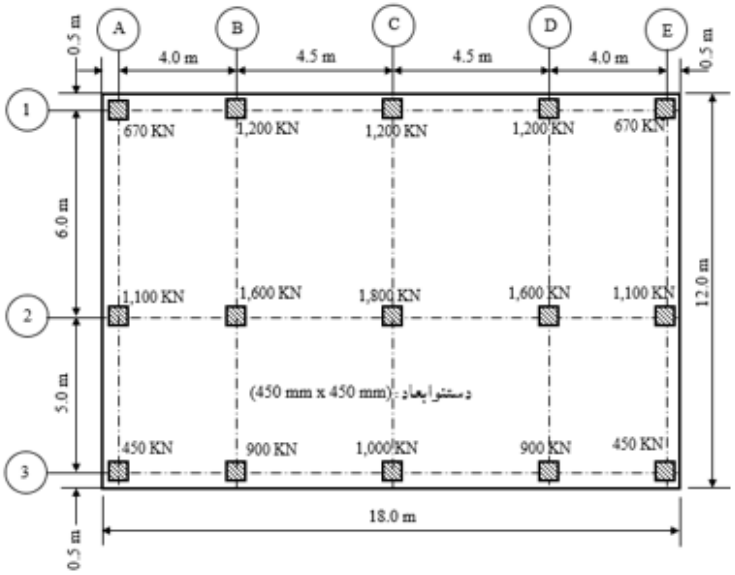
11- یو فیته یې تهداب چې عرض (B = 2.1 m) ، ضخامت یې (h = 0.5 m) او اوږدوالی یې (L = 24.4 m) دی ، د (400 mm x 400 mm) ابعادولرونکو اودستنولاندې چې تر منځ فاصله یې (4.0 m) ده واقع شوی دی . که د منځنۍ ستنو له پاسه (P_D = 910 KN) مړ او(P_L = 550 KN) ژوندي او د اړخ ستنو له پاسه (P_D = 450 KN) مړ او (P_L = 320 KN) ژوندي محوري بارونو پرې عمل کړی وي او د خاورې مجازي تشنجات (q_a = 210 KPa) او (f'_c = 25 MPa) وي ،نو:

(a)- د تهداب لاندې دخاورې تشنجات کنترول کړئ .

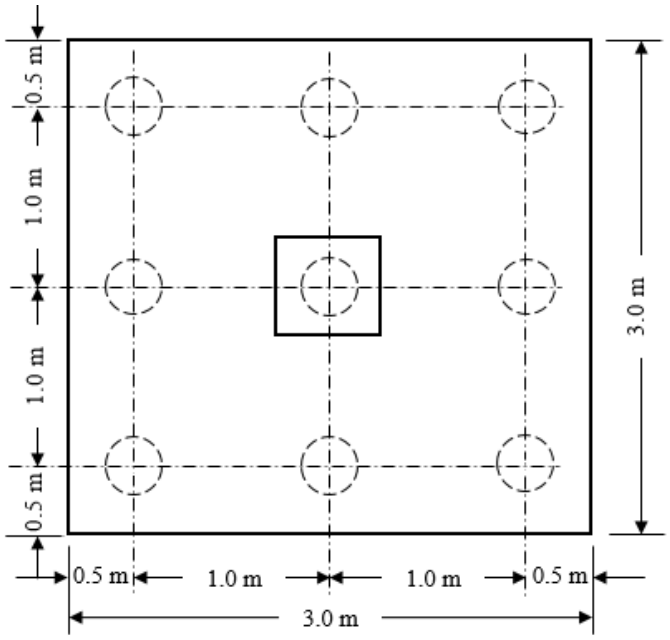
(b)- دیولوریزه عرضاني قوې په وړاندې د تهداب ضخامت وارزوئ.

(c)- د تهداب په دیوال کې انحنایي مومنټونه محاسبه کړئ .

12- ځمکې ته دیوې شپږپوړیزه ودانۍ د بار دانتقال لپاره په پلان کې د (18mx12m) ابعادولرونکی فرشي تهداب چې په لاندې شکل کې ښودل شوی کاربږي . دودانۍ د ټولو ستنو ابعاد (450 mm x 450 mm) ، دتهداپ په تل کې دخـــاورې مجـــازي فشار ($q_{a,net}$ = 80 KPa) ورکړل شوی دی . فرضوو چې ضریبي شوي بارونه د بې له ضریبه بارونو (1.3) برابره ، (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) دي . تهداب دیو سخت جسم په توګه دفرضیدنې سره د تهداب لاندې خاورې تشنجات محاسبه ، ضخامت کنترول او دفولادي سیخانو محاسبه یې ترسره کړئ .



13- له يوې (500mm x 500mm) ابعادولرونکي ستنې څخه د(P_u = 1,600 KN) ضربيي شوي محوري بار او (M_u = 140 KN. m) ضربيي شوي انحنايي مومنټ ځمکې ته دانتقال لپاره له نهومیخونو اود میخونویوې خولې څخه چې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي ،ګټه اخیستل کېږي . که د مخ قطر (d_{pile} = 300 mm) او (f'_c = 25 MPa) وي ، دمیخونو خولې لپاره ضخامت محاسبه کړئ .



مـــاخـــــذونـــه

1- طاحونی شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران.ص ص (700-657).

2- عالمي ، جان اقا. (1386). د اوسپنيزوکانکريټي ساختمانونو ډيزاين . کابل : مستقبل خپرندويه ټولنه -کابل. م م (322-312) .

3- فدا ، سهراب . (1390) . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید .ص ص (352-351) .

4- کی نیا ،امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص(586-569) .

5- مستوفی نژاد، داود. (1388). سازه های بتن آرمه جلد دوم،چاپ نهم . اصفهان : انتشارات ارکان . ص ص(628-537) .

6- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (188-200).

7- ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (242-247).

8- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (373-420).

9- Concrete Reinforcing Steel Institute(CRSI).Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (703-724).

10- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (246-249).

11- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (351-384).

12- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (362-376).

13- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (331-337).
14- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(296-301).
15- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (575-587).
16- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(800-823).

شپږم فصل

د اوسپنیزو کانکرېټي دیوالونو تحلیل او محاسبه

(Analysis and Design of Reinforced Concrete Walls)

1.6- پیلیزه

د چوکاټونو له کارېدنې (له نورلسمې پیړۍ) مخکې په ساختمانونو کې بارونکي دیوالونه کارېدل . بیا په نورلسمې پیړۍ کې چې د ساختمان ټوله استواري دچوکاټونو په واسطه تامینیدله ، نو بارنه ورونکي دیوالونو کارېدنه عامه شوه . په پایله کې اوس دپه ساختمانو نو کې هر ډول دیوالونه د هغوې د دندې په پام کې نیولو سره د هرې موخې لپاره جوړېږي(547:10) .

دیوالونه د ساختمانونو ډېرپېخواني جز دی چې په ساختمانونو کې کارېږي ، له همدې دلیله دساختمانو د صنعت دپرمختګ سره سم کانکرېټي دیوالونه په ساختمانونو کې په پراخه کچه کارېږي . سره له دې چې دیوالونه په دودیزه توګه په ساختمانونو کې د بارونکي عنصر په ډول کارېږي ،چې دې کار د اوسپنیزکانکرېټي دیوالونو د ډېرفشاري مقاومت په لرلو دلیل له امله په بنسټېزه توګه دپاملرنې وړ ګرځېدلی دی . د دې پاملرنې له مخې بارنه ورونکو یو ریخت او مخکې جوړېدونکو دیوالونو هم په پراخه کچه شهرت خپل کړی دی، چې له امله یې ساختماني نورمونو او

کودونو دواړو باروړنکو او بې له باروړنکو دیوالونو دمحاسبې او سیخانو ځای پر ځای کېدنې لپاره د تحلیل او محاسبې ضوابط تنظیم او ارایه کړي دي .

دیوالونه یوه نازکه صفحه ډوله عمودي عنصر دی، چې ضخامت یې د عرض او ارتفاع په پرتله ډېرلږ وي . دیوال د تکیه کېدنې او په هغې د بارشویو بارونو دحالت پورې تړلی دی چې ښایي دیوې ستنې په څېر دفشارلاندې ، دیوې پوښښ تختې په څېر چې د افقي پرله پسې بارونو لاندې ، دیوه کانټلیور ګاډر په څېر د جانبي بارونو لاندې او دیوې ستنې په څېر پر یوه مهال د محوري فشاري بارونو او کوږوالي مومنټ لاندې واقع شوی وي .

2.6- د دیوالونو پیژندنه(Introduction)

د (ACI) کود په (2.2) برخه کې دیوال داسې تعریف شوی دی : دیوال یو عمودي عنصر دی چې دیوې فضا یا ساحې د احاطې او جداکولو لپاره کارېږي . همداراز د (ACI) کود د ساختماني دیوال (Structural wall) اصطلاح داسې تعریف کړې ده : ساختماني دیوالونه هغه دیوالونه دي چې د عرضاني قوو، کوږوالي مومنټونو او محوري قوو په وړاندې مقاومت وکړي ،چې غوځېدونکی دیوال (Shear wall) یو ساختماني دیوال دی . هغه مهم فکټورونه چې د ساختماني دیوال په محاسبې اغېزه لري په لاندې ډول دي :

الف - ددیوال ساختماني دنده او کړنه د ساختمان د تکیه کېدنې پورې اړه لري چې په دوو طریقو تر سره کېږي :

1- هغه طریقه چې دیوال د ساختمان د اتکا په واسطه تکیه او محکم شوی وي.

2- هغه طریقه ده چې دیوال اتکا او محکمیت دساختمان لپاره تکیه وي.

ب - د هغه بارونو ډول چې دیوال یې په وړاندې مقاومت کوي .

ج - د ځای په ځای کېدونکو سیخانو موقیعیت او اندازه .

د ديوالونو دوه معمولي ځانګړتياوې يو يې اوږدوالی دی چې د ارتفاع او ضخامت له نسبت څخه حاصلېږي ، چې د ستنو په پرتله لوړ وي او دويم يې د سيخبندۍ نسبت دی چې د ستنو په پرتله له پنځه ځلې څخه تر لس ځلې پوې ډېر وي (946,947:15) .

3.6- د ديوالونو ډولونه (Type of walls)

په يوه ساختمان کې کارېدونکي ديوالونه په لاندې ډولونو وېشل کېږي :

1- دچوکاټونو سره نښتې محيطي ديوالونه (Panel walls) : داهغه ديوالونه دي چې دساختمان په هر پوړ کې په بشپړه توګه د ساختمان د چوکاټ سره نښتې وي . د دې ديوال دنده دساختمان دبيروني او داخلي فضا بيلول دي او کيدای شي چې دبيروني نما لپاره هم وکارېږي . د دې ديوال په محاسبه کې مهم بار دبادبار په پام کې نيول کېږي چې د ديوال دضخامت په ټاکنه اغېزه کوي .

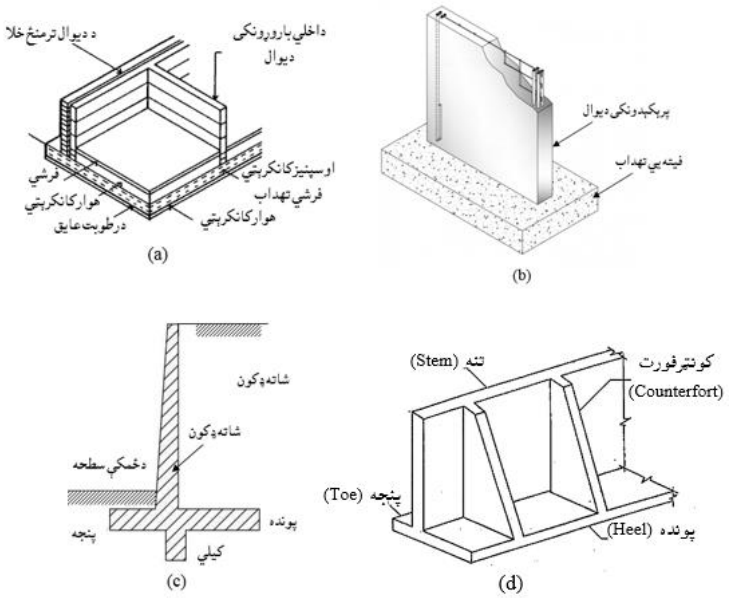
2- پرده ديوالونه (Curtain walls) : دا ډول ديوالونه دچوکاټونو سره نښتې محيطي ديوالونو ته ورته دي ، خو بار يې په پوړونو کې چوکاټ ته نه، بلکې په ټولو پوړونو کې بارخپله مستقيماً ځمکې ته انتقالوي ، خو په پوړونو کې دچوکاټونو سره مناسبه اړخېزه اتکاء ورکول کېږي.

3- جداکوونکي ديوالونه (Partition walls): دا ډول ديوالونه د ساختمان په داخل کې د داخلي فضا دجدايې لپاره کارېږي. دا ډول ديوالونه که له کانکرېټو څخه جوړ ېږي ، نو په مخکني ډول جوړېږي چې دبرښنادسيمونواو داوبونلونو دتېرېدنې تابيه په کې کېږي .

4- استنادي ديوالونه (Retaining walls) : داهغه ديوالونه دي چې د خاور او اوبو د جانبي يا اړخيزفشار په وړاندي د پايښت لپاره دهغې په نژدې کې جوړېږي . دا ديوالونه کېدای شي په وزني ډول بې له سيخه کانکرېټو او يا په غيروزني ډول له اوسپنيزکانکرېټو څخه کوړ شي . دا ډول ديوالونه په وزني يا ثقلي (Gravity) ، کانټيليور (Cantilever) ، شانته تکيه کېدونکي (Counterfort) او مخکي تکيه کـېدونکو (Buttressed) ديوالـونو وېشل کېږي (4 :651-649).

5- دځمکې لاندې دیوالونه (Basement walls): دا هغه دیوالونه دي چې دساختمان د ځمکې له سطحې څخه لاندې پورې دفضا د بیلولو لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي او دمحیط په ګردچاپیره کارېږي. دا ډول دیوالونه په ګردچاپیره د خاورو د فشار لاندې واقع کېږي اوکړنه یې د استنادي دیوالونو په څېر دی خو دځمکې لاندې پورونو دګاډرونو او پایو سره د نښلېدنې له امله ورسره توپیرکېږي . په محاسبو کې په تجربوي توګه د دې ډول اوسپنیزکانکرېټي دیوالونو ضخامت که په ګردچاپیره خاوره یې وچه وي (200 mm) او که خاوره یې مرطوبه وي لږترلږه (300 mm) قبلېږي (780:1) .

6- پرېکېدونکي دیوالونه (Shear walls): داهغه اوسپنیزکانکرېټي دیوالونه دي چې د اړخیزو یا جانبي بارونو باد اویا زلزلې په وړاندې دمقاومت لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي. دا دیوالونه کېدای شي په یوازې ځان او یاهم د چوکاټونو په مرسته جانبي بار ځمکې ته ولېږدوي . پرېکېدونکي دیوالونه دساختمان په دواړو لورو پرله پسې لورو په پام کې ونیول شي . دا دیوالونه سربېره له خپل وزن ، دباد یا زلزلې بارڅخه ښایي د دیوال د اطرافو په یوه محدوده فضاکې دپورونو عمودي بار هم وزغمي (4 :652).



1.6- شکل: د دیوالونو ډولونه. (a) بار وړونکی دیوال، (b) غوڅېدونکی دیوال، (c) کانټلیوراستنادي دیوال، (d) کونټرفورت دیوال (15 :947) .

دبارونې له مخې ديوالونه په بارنه وړونکو (Nonbearing) او بارونکو (Bearing) ديوالونو وېشل کېږي . بې له بارونکی ديوالونه هغه ديوالونه دي چې يوازې خپل بار زغمي اوپه ځېنو حالتونو کې نبايي جانبي بارونه يې که پرسطحه په عمودي ډول هم عمل وکړي هم زغمي . استنادي، دساختمان محيطي او دځمکې لاندې ديوالونه د دې ډول ديوالونه څخه نه شمېرل کېږي . ددې ډول ديوالونو لپاره د (ACI) کودځانګړې مشخص محدوديتونه وضع کړې دي ، چې په لاندې ډول ترې يادونه کېږي . :

1- دبار نه وړونکو ديوالونو ضخامت لږتر لږه د ديوال د جانبي اتکاد کوچنۍ فاصلې (1/30) برخه ،خو له (100 mm) څخه لږ نه شي ټاکل کېږي.

2- د عمودي رخې لرونکي سيخــانوسيخبندي نسبت چې قطر يې (16 mm) اويا لــه دې څخه کوچنی وي او($f_y \leq 420$ MPa) وي، ($\rho = 0.0012$) او دنــوروټــولــو سيخانــو لپاره ($\rho = 0.0015$) نيول کېږي.

3- دافقي رخې لرونکي سيخانوچې اعظمي قطر يې (16 mm) او($f_y \geq 420$ MPa) وي، د سيخبندۍ اصغري نسبت يې ($\rho = 0.0020$) او دنوروټولو سيخانو لپاره ($\rho = 0.0025$) نيول کېږي(235:6).

4- د ديوال د عمودي او افقي سيخانو تر منځ اعظمي فاصله (s_{max}) ديوال د ضامت درې ځلې (3h) اويا له (450 mm) څخه کوچنی قيمت ټاکل کېږي ،د عمودي سيخانو ترمنځ اعظمي فاصلــه له ($S_{h,\,max} = \frac{A_v}{(0.001h)}$) او د افقي سيخــانو تر منځ اعظمي فاصلــه له ($S_{v,\,max} = \frac{A_h}{(0.001h)}$) سره مساوي کېږي ،چې ($A_v$) او ($A_h$) په ترتيب سره دعمودي او افقي سيخانو مساحت دی .

5- دهغه ديوالونو چې ضخامت يې له (250 mm) ډېر وي ، بې له ځمکې لاندې ديوالونو څخه په دواړو (عمودي او افقي) لورويې د ديوال د سطحو سره موازي دوه قطاره سيخان د لاندېنيو لارښوونو پربنسټ په پام کې نيول کېږي:

الف - يوه لايه فولادي سيخان په هر لوري (عمودي او افقي) دټولو فولادي سيخانو لږترلږه د(1/2) او په اعظمي ډول (2/3) لږترلږه بايد (50 mm) او په اعظمي توګه د ديوال د ضخامت (1/3) د ديوال د بيروني سطحې څخه دننه ځای په ځای کېږي (235:6) .

ب - بله لايه پاتې فولادي سيخان د داخلي ديوال له سطحې څخه لږترلږه (20 mm) او يا په اعظمي توګه د ديوال د ضخامت (1/3) په فاصله دننه ځای په ځای کېږي .

دنورو هر ډول ديوالونو لپاره نورسيخان په مساوي ډول په دوو لايو کې د ديوال له سطحې څخه لږترلږه (20 mm) او يا په اعظمي توګه د ديوال د ضخامت (1/3) په فاصله دننه ځای په ځای کېږي .

6- که د عمودي سيخانو مساحت دکانکرېټو دمقطع د مساحت له (0.01) څخه ډېر نه وي اويا په ديوال کې فشاري سيخانو ته اړتيا نه وي ، نو اړينه نه ده چې دد يوال عمودی سيخان د جانبي ګڼدمکونو په واسطه احاطه شي.

7- په ديوالونو کې د اړينو فولادي سيخانو څخه لږترلږه دوه (16 mm) قطرلرونکي سيخان د ديوال په ټولو ازادو خواوو کې په دوو جاليو کې لږترلږه (600 mm) په اوږدوالي په پام کې نيول کېږي.

8- د معمولي محطيي شرايطو په پام کې نيولو سره د سيخانو لپاره اصغري محافظوي طبقه په لاندې ډول قبلېږي:

الف - که کانکرېټ د خاورې اويا ازادې هوا سره په تماس کې وي د ($\leq$ 36 mm) سيخانو لپاره (20 mm) او د (< 36 mm) سيخانو لپاره (40 mm) قبلېږي .

ب - که کانکرېټ د خاورې اويا ازادې هوا سره په تماس کې نه وي د ($\leq$ 36 mm) سيخانو لپاره (15 mm) او د (< 36 mm) سيخانو لپاره (30 mm) قبلېږي .

9- ديوالونه بايد دفرش، بام، ستنواو تهداب سره ترلي او محدود شوي وي.

10- په ساحه کې د جوړېدونکو اوسپنيزوکانکرېټي ديوالونو سره د تهداب نښلېدونکو سيخانو مساحت ، قطر او شمېر بايد د ديوال د عمودي سيخانود اصغري مساحت، قطر او شمېر څخه لږ نه وي.

11- دمعمولي کانکـرېټو څخه مخکې جــوړشويو (Precast) ديوالـونو کې دعمـودي او افقي سيخـــانو مساحت لــږترلـــږه دکانکـــرېټو د مقطع دټول مساحت (0.001) نيول کېږي او د سيخانو تر منځ فاصله بايدد دیـوال د ضخامت د پنځه ځلې (5h) څخه ډېره نه شي ،خو د داخلي ديوالونه لپاره له (750 mm) او د بيروني ديوالونو لپاره (450 mm) څخه لږه نه شي (547,548: 14) .

4.6- د بار وړونکو ديوالونو محاسبه (Design of Load Bearing Walls)

باروړونکي ديوالونه کېدای شي يوازې د فشاري قوې او ياد محوري فشاري قوې سره د مومنټ لاندې هم واقع شي ، د دې ډول ديوالونو کړنه ستنو ته ورته وي، خو دستنو په پرتله به په کې د لږ ضخامت له دشتون له امله داوږدوالی (slenderness) او د مومنټ شدت اغېزه ډېره وي . له فشار لاندې اوسپنيزوکانکرېټي باروړونکو ديوالونو محاسبه په لاندېنيو طريقو تر سره کېږي :

1.4.6- تجربوي محاسبوي طريقه (Empirical Design Method)

په ساختمانونو کې ډېری باروړنکي ديوالونه د دې لپاره کارېږي چې سربېره له عمودي بارونوڅخه جانبي مومنټونه هم زغمي ،نوله دې امله بايد په پلان کې دپام وړ سختي ولري او د عمودي بارونو تر څنګ دباد او زلزلې بارونو په وړاندې مقاوم وي .

د (ACI) کود بار وړونکو ديوالونو دمحاسبې لپاره د تجربوې محاسبوي طريقه هغه مهال کاروي چې ټول ضريبي شوي بارونه د ديوال د ضخامت په درېيمه برخه کې (بار له مرکز څخه $e \leq h/6$)وي ، د ديوال په يوه متر اوږدوالي کې مقاوم محاسبوي محوري مقاومت (ϕP_n) د لاندېنۍ رابطي په واسطه وټاکل شي :

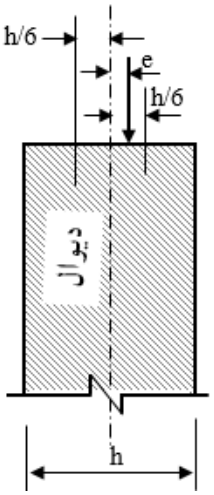
$$\phi P_n = 0.55\phi\, f'_c\, A_g \left[1 - \left(\frac{k\ell_c}{32h}\right)^2\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.6)$$

په پورتنۍ رابطه کې (0.55) د عن المرکزيت ضريب دی،چې په تسليمېدنه کې دهغه په اټکلي توګه دمقاومت لامل کېږي چې د باروړنې په عمليه کې د محوري بار په واسطه حاصلېږي ، که ($e = h/6$) وي (540,541: 10).

(ϕ) - دفشار لاندې مقطعو لپاره دمقاومت کمښدونکی ضریب دی،چې (0.65) قبلېږي .
(h)- د دیوال ضخامت دی، (A_g)- د دیوال د مقطع مساحت دی ، (ℓ_c)- د دیوال ارتفاع ده او (k)- د دیوال د اوږدوالي اغېزمن ضریب دی چې د دیوال دپاسنۍ او لاندېنۍ اتکاء پورې اړه لري او په لاندې ډول ټاکل کېږي:

الف -که دیوال د جانبي بې ځایه کښدنې په وړاندې پاس او لاندې محکم شوی وي اوددیوال یو یا دواړو انجامونوکې د څرخښدنې په وړاندې محکم وي (k = 0.8) او که نه وی محکم او دواړه انجامونه يې مفصلي وي ، نو (k = 1.0) قبلېږي .

ب - که دیوال د جـانبي بې ځـایه کښدنې په وړاندې نه وي محکم شوی (k = 2.0) قبلېږي (5 :167).



2.6- شکل: ددیوال دتجربوي محاسبوي طریقې شرایط (1 :766) .

په تجربوي فورمول کې د بارونکومحاسبه کښدونکو دیوالونو لپاره د (ACI) کود لاندېنۍ غوښتنې لري :

1- دبارونکو دیوالونو ضخامت د دیوال داتکایې ارتفاع اویا اوږدوالي ($\frac{1}{25}$) برخې څخه په کوچنۍ فاصله قبلېږي ، خو له (100 mm) څخه باید کوچنۍ نه شي .

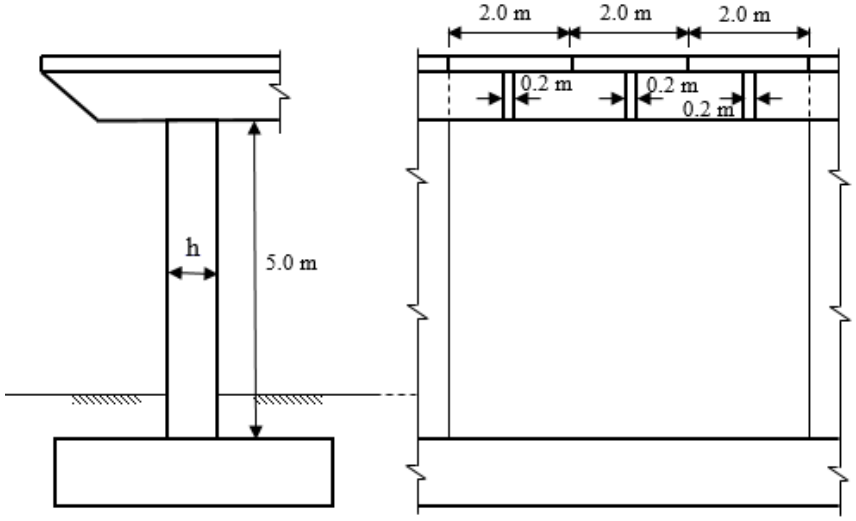
2- د تهکوی بیروني اوتهداب دیوالونو ضخامت باید له (200 mm) څخه کوچنی نه شي.

3- د ديوال افقي اوږدوالی دمتمرکزبارونو د اغېزمنتوب په پام کې نیولو له مخې ټاکل کېږي ،چې باید دمتمرکزوبارونو دمرکزترمرکزه او زغمونکي عرض جمع د ضخامت څلورځلې کوچنۍ فاصلې څخه ډېر نه شي (164:5).

4- بارونکي دیوالونه باید د ننبلېدونکو عناصرو ، لکه فرش یا بام او همداراز د پایو، د دیوال سره ننښتې پایو، تهداب ، دننبلېدونکو دیوالونو سره مهار شي.

تجربوي محاسبوي طریقه ډېره ساده طریقه ده ، داځکه چې د دیوال د محوري مقاومت د پیداکېدنې لپاره په کې یوازې یوه محاسبه تر سره کېږي (10 :550) .

1.6- مثال: یودیوال چې (5.0 m) ارتفاع او(6.0 m) اوږدوالی لري د (T- ډوله) مخکنې جوړشوي اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو بار تهداب ته داسې انتقالوي،چې دتنې عرض یې (b_w=200 mm) او دطاقچې عرض یې (b = 2,000 mm) دی . د (T- ډوله) ګاډر څخه دیوال ته (P_D = 150 KN) مړبار او (P_L = 60 KN) ژوندی بار انتقالېږي او د دیوال سره دګاډر د تنې دننبلېدنې له امله د دیوال جانبي حرکت کنترولېږي . همداراز(f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) دي او د دیوال وزن په پام کې نه دی نیول شوی، نو د تجربوي محاسبوي طریقې په واسطه دیوال محاسبه کړئ .



حل : داچې ديوال ته له (T-ډوله) ګاډرونو څخه انتقالېدونکی بار محوري فشاري بار دی ، نو په محاسبه کې بار له مرکز څخه له (h/6) بيرون دفشاري په څېر قبلېږي او که ديوال مستطيلي مقطع لرونکی کانکرېټي قبول شي،نو کولی شو چې محاسبه د تجربوي محاسبوي طريقې په واسطه په لاندې ډول تر سره کړو :

1- دبارورونکي ديوال ضخامت په لاندې ډول ټاکو:

$$h \geq \max\left\{\frac{\ell_c}{25} = \frac{5 \times 10^3}{25} = 200 \text{ mm},\ \frac{\text{ددیوال اوږدوالی}}{25} = \frac{5 \times 10^3}{25} = 240 \text{ mm}\right\} \geq 100 \text{ mm}$$

په پايله کې د ديوال ضخامت ($h = 200$ mm) قبلوو.

2- د ديوال له پاسه نهايي بارونه په لاندې ډول پيداکوو:

$$P_u = 1.2\ P_D + 1.6\ P_L = 1.2 \times 150 + 1.6 \times 60 = 276 \text{ KN}$$

3- د ديوال د کانکرېټو پر مخ د فشاري تماسي تشنجاتو کنترول :

د ديوال پر مخ دباربدنې سسطحې مساحت مساوي کېږي په :

$$A_1 = h \times b_w = 200 \times 200 = 4 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

د ديوال پر مخ دکانکرېټو مقاوم اتکايې تشنجات مساوي کېږي په :

$$\phi P_b = \phi\ 0.85\ f'_c A_1 = 0.65 \times 0.85 \times 25 \times 4 \times 10^4 = 552.5 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\phi P_b = 552.5\text{KN} > P_u = 276 \text{ KN}$$

4- د ديوال مقاومت دمحاسبې لپاره دمتمرکزبار لاندې د ديوال اغېزمن اوږدوالی(ℓ_e) مساوي کېږي په:

$$\ell_e = \min\{\text{مرکزترمرکزفاصله} = 2{,}000 \text{ mm};\ b_w+4h = 200+4\text{x}200 = 1{,}000\text{mm}\}$$

نود متمرکز بارلاندې اغېزمن اوږدوالی (1,000 mm) ټاکوچې د ديوال د کانکرېټي مقطع مساحت له ($A_g = 1{,}000 \times 200 = 2 \times 10^5 \text{ mm}^2$) سره مساوي کېږي .

داچې د ديوال جانبي ، پاس او لاندې بې ځايه کېدنه محکمه شوې ده او هم يې داسې فرضوو چې د لاندې خوا يې څرخېدنه هم محکمه ده ، نو($k = 0.8$) قبلوو او د ديوال محاسبوي محوري فشاري مقاومت په لاندې ډول پيداکوو :

$$\phi P_n = 0.55\phi\ f'_c\ A_g \left[1 - \left(\frac{k\ell_c}{32h}\right)^2\right]$$

$$\phi P_n = 0.55 \times 0.65 \times 25 \times 2 \times 10^5 \left[1 - \left(\frac{0.8 \times 5{,}000}{32 \times 200}\right)^2\right] = 1{,}089.3 \times 10^3 \text{ N}$$

$\phi P_n = 1{,}089.3 \text{ KN} > P_u = 276 \text{ KN}$

له پورتنۍ پايلې څرګنده ده چې د ديوال ټاکلی ضخامت مناسب دی او چې له (250 mm) څخه لږ دی ،نو کولی شو چې په ديوال کې عمودي ، افقي يا طولاني او عرضاني فولادي سيخان په يوه لايه کې ځای په ځای کړو ، چې په لاندې ډول يې پيدا کوو:

د عمودي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{sv} = 0.0012 \times 200 \times 1{,}000 = 240 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د افقي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{sh} = 0.0020 \times 200 \times 1{,}000 = 400 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د عمودي او افقي سيخانو تر منځ اعظمي فاصله مساوي کېږي په :

$$s_{max} = \min\{3h = 3 \times 200 = 600 \text{ mm},\ 450 \text{ mm}\} = 450 \text{ mm}$$

په پايله کې د عمودي او افقي سيخانوترمنځ فاصله بايد له (450 mm) څخه ډېره نه شي.

د دواړو سيخانو لپاره (10 mm) قطر سيخان قبلولو ،چې ديوه قطر سيخانو مساحت يې ($A_\phi = 78.5 \text{ mm}^2$) او د عمودي سيخانوتر منځ فاصله مساوي کېږي په :

$$s = \frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78.5 \times 1{,}000}{240} = 327.08 \text{ mm c/c},\ s = 330 \text{ mm c/c}$$

دافقي سيخانو تر منځ فاصله مساوي کېږي په :

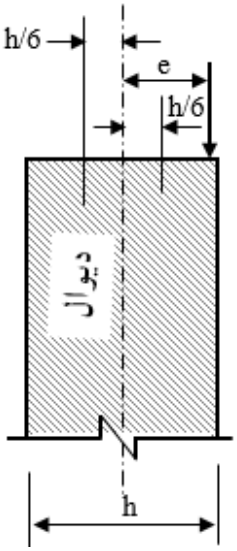
$$s = \frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78.5 \times 1{,}000}{400} = 196.25 \text{ mm c/c},\ s = 200 \text{ mm c/c}$$

نوپه پايله کې (10 mm @ 330 mm c/c) عمودي او (10 mm @ 200 mm c/c) افقي سيخان په ديوال کې ځای په ځای کېږي .

2.4.6- په ريشنل طريقه د ديوال تحليلي محاسبه

(Rational Design Method)

که د ديوال دمحاسبې لپاره د تجربوي محاسبوي طريقې شرايط برابر نه وي ، يعنې بار د ديوال له مرکزه د ديوال د ضخامت له شپږمې برخې (h/6) په ډېره فاصله عمل کوي، نو ديوال لکه ديوه فشاري عنصر (ستنې) په توګه چې په هغې محوري فشارقوه او کوږوالي مومنټ عمل کوي ،په پام کې نيولو سره محاسبه کېږي .



3.6- شکل: په ریشنل محاسبوي طریقې د دیوال شرایط (1 :766) .

په دې حالت کې د دیوال افقي یا طولي اوعمودي یاعرضي اصغري سیخان دپایې په څېر نه، بلکې د (ACI) کود دمحدودیتونو له مخي لکه دتیرپه څېر په پام کې نیول کېږي.

د محاسبوي منحني ګانو له ګټې اخېستنې پرته د دیوالونو تحلیل او محاسبه د ستنو په پرتله ستونزمن دی، دا ځکه چې د دیوالونو اوږدوالی (slenderness) دهغوي په تحلیل او محاسبه ډېره اغېزه لري . نو له دې امله د دیوالونو د تحلیل او محاسبې لپاره یو هر اړخیزه طریقه اړینه ده چې په هغې کې د دیوال د سختۍ بدلون، دعنصر دکږېدنې اغېزې ، دهغې نهایې شرایط، انقباض او دباږدنې موده او په څکېدنې کې د هغې اغېزې په پام کې نیول شوې وي . خو په عمل کې دا هراړخیزه طریقه دومره ساده نه ده اودمناسبې وړتیا لرونکي یو ځانګړې سافتویر ته اړتیا لري .

د دیوال داوږدوالي (slenderness) اغېزې ارزونه د پایې اوږدوالي اغېزې ته ورته تر سره کېږي، دااغېزه دپایې لپاره دااړخیزحرکت او نه حرکت په برخه کې واضح شوې ده . دیوه فشاري عنصرپه توګه چې بې له جانبي حرکته وي که ($\frac{k\ell_u}{r} < 100$) وي ، مومنټ ډېرېږي او د اوږدوالي له امله د($M_c = \delta_{ns}M_2$) رابطې په واسطه محاسبه کېږي،چې

(M_2) د دوو مومنټونو څخه لوی مومنټ او (δ_{ns}) د مومنټ د ډېرېدنې ضریب دی، چې د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1-\frac{P_u}{0.75P_c}} \leq 1.0$$

که دفشار لاندې عنصر په اوږدو کې جانبي بار اغېزه کړې وي ،نو ($C_m = 1.0$) او بې له دې حالته ($C_m = 0.6 + 0.4\frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$) قبلېږي ، $P_c = \pi^2 EI\ (k\ell_u)^2$ دعنصر د کرېدنې بحراني بار دی او ($EI = \frac{0.4E_cI_g}{1+\beta_d}$) په دې رابطه کې ($I_g$) دمقطع مجموعي انرشیا مومنټ او (β_d) ضریب دی چې دمړاعظمي بار او مجموعي بار له نسبت څخه حاصلېږي .
په (1974) ز کال کې مکګریګور (MacGregor) د (EI) لپاره لاندېنۍ رابطه پېښنهادکړله :

$$EI = \frac{E_cI_g}{\beta}\left(0.5 - \frac{e}{h}\right) \leq 0.4\frac{E_cI_g}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.6)$$

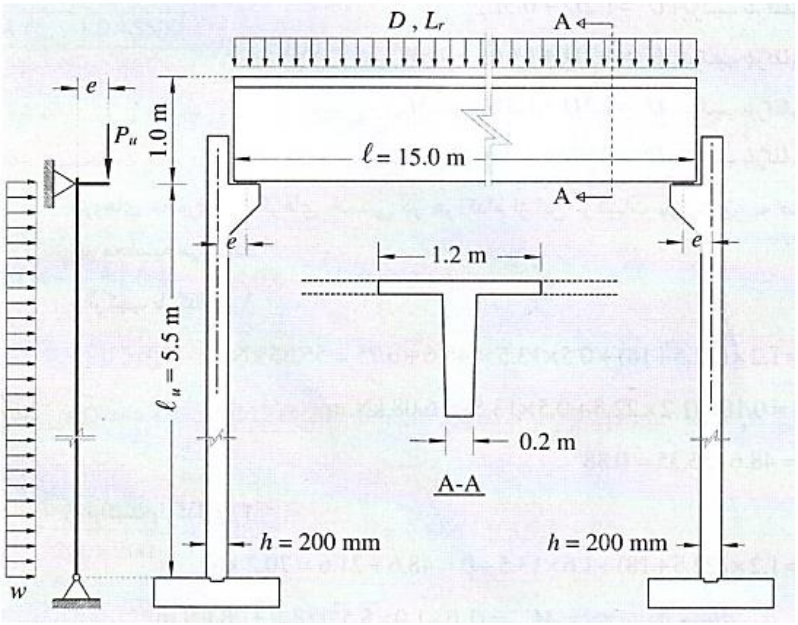
$$EI \geq 0.1\frac{E_cI_g}{\beta}$$

د (β) ضریب د لاندېنۍ رابطې څخه حاصلېږي :

$$\beta = 0.9 + 0.5\,\beta_d^2 - 12\rho_\ell \geq 1.0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.6)$$

په پورتنۍ رابطه کې (ρ_ℓ) د عمودي سیخانو سیخبندۍ نسبت دی(765,766:1) .

2.6- مثال : په لاندېني شکل کې دیوال چې ضخامت یې (200 mm) دی ، له پاسه پرې دمخکنی جوړ شوی T- ډوله ګاډر ($DL = 2.5\ KN/m^2$) مړاو ($L_r = 1.5\ KN/m^2$) ژوندي بار او($W = 1.0\ KN/m^2$) دبادشدت زغمي . که باردديوال له محوره ($e = 180\ mm$) فاصله ولري ، نو د کود دغوښتنې سره سم په دیوال باربدنه تر سره او مناسبه سیخبندي وکړې . که دیوال دواړه انجامونه مفصلي اتصال ، ($f'_c = 25\ MPa$) ، ($f_y = 400\ MPa$) او دکانکرېټو حجمي وزن ($\gamma = 24\ KN/m^3$) وي .



حل : دهرڅه دمخه د ديوال اغېزمن اوږدوالی د بام، د مړاو ژوندي بارونو د عکس العملونو د پيداکولو لپاره پيداکوو:

ℓ_e = min{**دبارونو دعمل ترمرکزونو ترمنځ فاصله**, $b_w + 4h$}

ℓ_e = min{1,200 mm, 200 + 4 x 200 = 1,000 mm} = 1,000 mm

P_D = 2.5 x (1.2 x 15/2) = 22.5 KN

P_{Lr} = 1.5 x (1.2 x 15/2) = 13.5 KN

د ديوال په منځ کې د ديوال خپل وزن مساوي کېږي په :

Self-weight of wall in mid = 0.2 x (1.0 + 5.5/2) x 24 = 18 KN/m

د اغېزمن اوږدوالي په لوري د ديوال په يو متر کې وزن له (18.0 x 1.0 = 18 KN) **سره مساوي کېږي . د مړ، ژوندي او باد بار په شتون کې د** (ASCE) **د ستندرد له مخې دبارونو ترکيب په لاندې ډول په پام کې نيول کېږي** :

$U_1 = 1.2D + 0.5\ L_r$

$U_2 = 1.2D + 1.6\ L_r + 0.8W$

$U_3 = 1.2D + 1.3W + 0.5\ L_r$

$U_4 = 0.9D + 1.3\ L_r$

د پورتنيو ترکيبونو په پام کې نيولو سره محوري قوې او کوږوالي مومنټونه په لاندې ډول پيداکوو :

دبارېدنې دلومړي ترکیب له مخې :

$P_u = 1.2 \times (22.5 + 18) + 0.5 \times 13.5 = 48.6 + 6.75 = 55.35$ KN

$M_u = 0.18 \times (1.2 \times 22.5 + 0.5 \times 13.5) = 6.08$ KN. m

$\beta_d = \frac{1.2\ (22.5+18)}{P_u} = \frac{48.6}{55.35} = 0.88$

دبارېدنې ددویم ترکیب له مخې :

$P_u = 1.2 \times (22.5 + 18) + 1.6 \times 13.5 + 0.8 \times 1.0$

$P_u = 48.6 + 22.4 = 71.0$ KN

د دیوال په اغېزمن اوږدوالي کې دباد بار له امله مومنټ مساوي کېږي په :

$M_W = W \frac{\ell_e^2}{8} = 1.0 \times \frac{1.0^2}{8} = 3.78$ KN. m

$M_u = 0.18 \times (1.2 \times 22.5 + 1.6 \times 13.5) + 0.8 \times 3.78 = 11.77$ KN. m

$\beta_d = \frac{1.2\ (22.5+18)}{P_u} = \frac{48.6}{71.0} = 0.69$

دبارېدنې ددرېیم ترکیب له مخې :

$P_u = 1.2 \times (22.5 + 18) + 1.3 \times 1.0 + 0.5\ 13.5 = 48.6 + 8.05 = 58.65$ KN

د دیوال په اغېزمن اوږدوالي کې دباد بار له امله مومنټ مساوي کېږي په :

$M_W = W \frac{\ell_e^2}{8} = 1.0 \times \frac{1.0^2}{8} = 3.78$ KN. m

$M_u = 0.18 \times (1.2 \times 22.5 + 0.5 \times 13.5) + 1.3 \times 3.78 = 10.99$ KN. m

$\beta_d = \frac{1.2\ (22.5+18)}{P_u} = \frac{48.6}{58.65} = 0.83$

دبارېدنې دځلورم ترکیب له مخې :

$P_u = 0.9 \times (22.5 + 18) + 1.3 \times 1.0 = 37.75$ KN

$M_u = 0.18 \times (0.9 \times 22.5) + 1.3 \times 3.78 = 8.56$ KN. m

$\beta_d = \frac{0.9\ (22.5+18)}{P_u} = \frac{36.45}{37.75} = 0.97$

د دیوال اوږدوالی (slenderness) په لاندې ډول ارزوو:

Gyration radius $r = 0.3h = 0.3 \times 200 = 60$ mm

$\frac{k\ell_u}{r} = \frac{1.0 \times 5{,}500}{60} = 91.7 < 100$

له پورتني شرط له مخې کولی شو چې ددیوال محاسبه د مومنټ د ډېرېدنې د متداول طریقې څخه په استفادې تر سره کړو. داچې د دیوال ضخامت (h = 200 mm) دی ، نو

عمودي سيخان په يوه لايه کې ځای په ځای کېږي . په دې حالت کې د مقطع د درزکېدنې حالت په لاندې ډول اټکلېږي :

$$EI = \frac{E_c I_g}{\beta}\left(0.5 - \frac{e}{h}\right) \le 0.4\frac{E_c I_g}{\beta} \; ; \; EI \ge 0.1\frac{E_c I_g}{\beta}$$

$$\beta = 0.9 + 0.5\,\beta_d^2 - 12\rho_\ell \ge 1.0$$

که فرض کړو چې په ديوال کې (12mm @ 200 mm) عمودي فولادي سيخان ځای په ځای شي (دا سيخان بايد وارزول شي) ، نو لروچې :

$$\rho_\ell = \frac{A_s}{A} = \frac{113}{200 \text{ x } 200} = 0.002825$$

$$\beta = 0.9 + 0.5\,\beta_d^2 - 12 \text{ x } 0.002825 \ge 1.0 \Rightarrow \beta = 0.866 + 0.5\,\beta_d^2 \ge 1.0$$

$$E_c = 4{,}700 \text{ x } \sqrt{25} = 23{,}500 \text{ MPa}; \; I_g = \frac{1{,}000 \text{ x } 200^3}{12} = 6.76 \text{ x } 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\frac{e}{h} = \frac{180}{200} = 0.9 > 0.5$$

$$EI = 0.1\frac{E_c I_g}{\beta} = 0.1 \text{ x } 0.1\frac{23{,}500 \text{ x } 6.67\text{x}10^8}{\beta} = \frac{1.57\text{x}10^{12}}{\beta} \text{ N.mm}$$

پاملرنه بايد وشي چې د (e/h) نسبت د باربدنې هر ترکيب لپاره په ځانګړې توګه محاسبه شي ، خو له دې چې عن المرکزيت (e = 180 mm) او د (e/h = 0.9) دی او له (0.5) څخه ډېر دی ، نو له دې امله په درزکېدنې حالت کې د (EI) اصغري قيمت ($0.1\frac{E_c I_g}{\beta}$) قبلېږي. اوس کولی شو چې دلمش يا لچ له امله د ديوال بحراني بار او ډېربدونکی مومنټ په لاندې ډول پيدا کړو:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} = \frac{\pi^2 1.57\text{x}10^{12}}{\beta \text{ x } (1.0 \text{ x } 5{,}500)^2} = \frac{512.24\text{x}10^3}{\beta} \text{ N}$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \; ; \; M_c = \delta_{ns} M_2$$

د مومنټ د ډېربدنې ضريب لپاره د د مومنټ د تصحيح ضريب (C_m) پيدا کوو ، که په باربدنې کې جانبي بار وي نو ($C_m = 1.0$) قبلېږي . داچې د اتکاګانو ترمنځ کوم جانبي بار نه دی واقع شوی ، نود (C_m) قيمت د لاندې رابطې په واسطه پيدا کېږي :

$$C_m = 0.6 + 0.4\,\frac{M_1}{M_2} \ge 0.4$$

په دې مثال کې نهايې مومنټ د ديوال دواړو لورو ته مساوي فرضوواو ($C_m = 1.0$) قبلوو. نو ارزوو چې د ديوال په ($h = 200$ mm) ضخامت کې (12 mm @200 mm c/c) فولادي سيخان د باربدنې دلومړي ترکيب پر بنسټ محوري فشاري قوه او کوږوالي مومنټ زغملی شي او که نه.

دباربدنې د لومړي ترکيب پر بنسټ ($\beta_d = 0.88$) او ($\beta = 0.866 + 0.5\ \beta_d^2$) کېږي چې د دې له امله:

$\beta = 0.866 + 0.5\ \beta_d^2 = 0.866 + 0.5 \text{ x } (0.88)^2 = 1.25$

$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} = \frac{\pi^2 1.57x10^{12}}{\beta \text{ x } (1.0 \text{ x } 5{,}500)^2} = \frac{512.24x10^3}{1.25}$ N $= 409.8 \text{ x } 10^3$ N

$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1-\frac{P_u}{0.75P_c}} = \frac{1.0}{1-\frac{55.35}{0.75 \text{ x } 409.8}} = 1.22$; $M_c = 1.22 \text{ x } 6.08 = 7.4$ KN.

$\Sigma F = 0 \Rightarrow P_n = \frac{P_u}{\phi} = 0.85\ f'_c\ ab - A_s f \Rightarrow \phi = 0.9$

$\frac{55.35}{0.9} = 0.85 \text{ x } 25 \text{ x } a \text{ x } 1{,}000 - (5 \text{ x } 113) \text{ x } 400 = 21{,}250a - 226{,}000$

$a = 13.53$ mm $\Rightarrow c = a/\beta_1 = 13.53/0.85 = 15.92$ mm

$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c}(d\text{-}c) = \frac{0.003}{15.92} \text{ x } (100 - 15.92) = 0.0158 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

د ديوال د محور څخه د مومنټ نيولو په پايله کې لرو چې:

$M_n = P_n \text{ x } e = 0.85\ f'_c\ ab\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right)$

$M_n = 0.85 \text{ x } 25 \text{ x } 13.53 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } \left(\frac{200}{2} - \frac{13.53}{2}\right) = 26.8 \text{ x } 10^6$ N. mm

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 26.8 = 24.1$ KN. m $> M_c = 7.4$ KN. m

د باربدنې دټولو ترکیبونو پربنسټ د دیوال د ارزونې څرنګوالی په لاندې جدول کې ښودل شوی دی:

دباربدنې ترکیبونه	1	2	3	4
P_u (KN)	55.35	70.20	55.35	36.45
M_u (KN. m)	6.08	11.77	10.99	8.56
β_d	0.88	0.69	0.88	1.0
P_c (KN)	409.8	464.0	409.8	375.0
δ_{ns}	1.22	1.25	1.22	1.15
M_c (KN. m)	7.4	14.7	13.4	9.8
a (mm)	13.53	14.31	13.53	12.54
ε_t	0.0158	0.0148	0.0158	0.0173
ϕM_n (KN. m)	24.1	25.4	24.1	22.5

له جدوله معلومېږي چې دباربدنې په ټولو ترکیبونو کې ($\phi M_n > M_c$) دي ، دا چې د (M_c) او (ϕM_n) د باربدنې په ټولو ترکیبونو کې یو له بل سره د پام وړ توپیر لري ،نو کولی شو چې په دیوال کې له دې څخه لږ سیخان وکاروو. د باربدنې د دویم ترکیب پر بنسټ د دیوال په منځ کې د (10 mm @ 250 mm c/c) سیخانو ارزونه ترسره کېږي . د یادولو وړ ده چې په کود کې د ($f_y \geq 420$ MPa) سیخانو لپاره د سیخبندی اصغري نسبت (0.0012) ښودل شوی دی، خو مونږ له ($f_y = 400$ MPa) لپاره همدا نسبت کاروو.

$$\rho_\ell = \frac{A_s}{A} = \frac{78.5}{200 \text{ x } 250} = 0.00157 > 0.0012$$

$$\beta = 0.9 + 0.5\ \beta_d^2 - 12\rho_\ell = 0.9 + 0.5 \text{ x } (0.69)^2 - 12 \text{ x } 0.00157 = 1.12$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} = \frac{\pi^2 1.57x10^{12}}{\beta \text{ x } (1.0 \text{ x } 5{,}500)^2} = \frac{512.24}{1.12} = 457.4 \text{ KN}$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} = \frac{1.0}{1 - \frac{70.20}{0.75 \text{ x } 457.4}} = 1.26;\ M_c = 1.26 \text{ x } 11.77 = 14.83 \text{ KN.m}$$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{70.20}{0.90} = 0.85 \text{ x } 25 \text{ x a x } 1{,}000 - (4 \text{ x } 78.5) \text{ x } 400$$

$$\frac{70.20}{0.90} = 21250a - 125600 \Rightarrow a = 9.58 \text{ mm};$$

$$c = a/\beta = 9.58/0.85 = 11.27 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c}(d\text{-}c) = \frac{0.003}{11.27} \text{ x } (100 - 11.27) = 0.024 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

د دیوال د محور څخه د مومنټ نیولو په پایله کې لرو چې :

$$M_n = P_n \text{ x } e = 0.85\, f'_c\, ab\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 0.85 \text{ x } 25 \text{ x } 9.58 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } \left(\frac{200}{2} - \frac{9.58}{2}\right) = 19.4 \text{ x } 10^6 \text{ N. mm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 19.4 = 15.66 \text{ KN. m} > M_c = 14.83 \text{ KN. m}$$

د دیوال د افقي سیخانو لپاره د سیخبندی نسبت (0.0020) تاکل شوی دی ، چ د دیوال د (100 mm @ 200 mm) سیخانو سیخبندی نسبت مساوي کېږي په :

$$\rho_\ell = \frac{A_S}{A} = \frac{78.5}{200 \text{ x } 200} = 0.00196 > 0.0020$$

3.4.6- د اوږدو (slender) دیوالونود محاسبې لپاره د (UBC) طریقه

د (ACI) کود د اوږدو دیوالونو د محاسبې لپاره بله طریقه د یو شانته ساختماني کود (Uniform Building Code) یا (UBC) پربنسټ له (1988) زکال څخه او بیا له (2000) زکال څخه را په دې خوا د ودانیو نړیوال کود (International Building Code) یا (IBC) د یولړ بدلونونو سره د (2008) زکال نسخه کې ځای په ځای کړاو له دې طریقې څخه د اوسپنیزوکانکرېټي اوږدو دیوالونو د محاسبې لپاره د لاندېنیو محدودیتونوپه پام نیولو سره ګټه اخېستل کېږي :

1- دیوالونه په دواړه انجامونو کې ساده او د محوري بار لاندې عنصر دی، چې یو شان وېشلی جانبي بار پرې داسې اغېزه کوي ، چې اعظمي کوږوالي مومنټ او جانبي بې ځایه کېدنه د دیوال په منځ کې رامنځته کېږي (310,311:12).

2- د دیوال دمقطع سطحه په ټولو برخو کې ثابته وي.

3- دیوال باید په کشش کې د کنترول لاندې وي یعنې داچې دسیخندی نسبت یې د اعظمي بریده ډېر نه شي.

$$\rho_\ell \le \rho_{tc\ell} = 0.319\, \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.6)$$

4- په ديوال کې محاسبوي مقاوم مومنټ بايد لږترلږه د درزشوې مقطع دکوږوالي مومنټ سره مساوي وي .

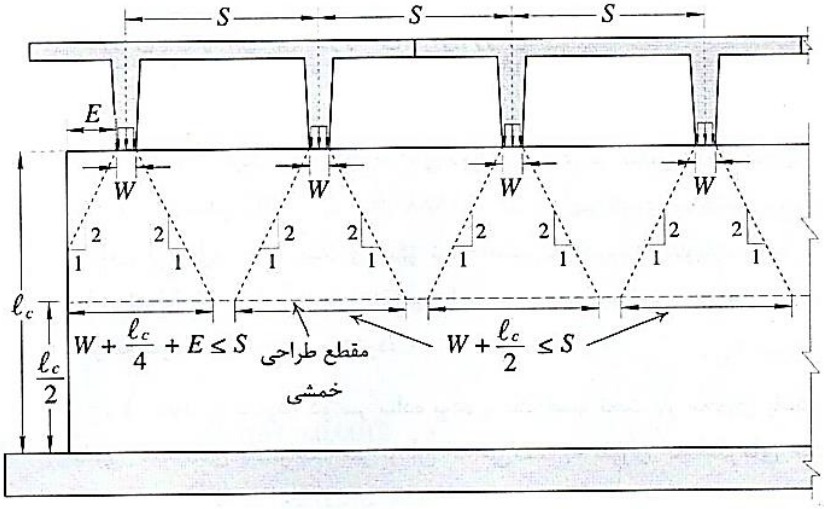
$$\phi M_n \geq M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.6)$$

په پورتنۍ رابطه کې : (I_g) دمقطعي مجموعي انرشيا مومنټ دی، ($f_r = 0.7\sqrt{f'_c}$) دکانکرېټو د شلېدنې مودول دی او (y_t) د ټولې مقطع د مرکزي محور فاصله ده ، چې د نهايي برخې څخه ($y_t = h/2$) نيول کېږي .

5- د ديوال اغېزمن عرض دمتمرکزبارونولاندې دلاندېنې شکل څخه په لاس راځي اودلاندېنيو قيمتونو څخه اصغري قبلېږي :

الف - اغېزمن عرض دعامل بارعرض (W) اودواړو لورو ته د ارتفاع (2) او قاعدې (1) په ميلان دجمعې حاصل څخه په لاس راځي او دمتمرکزو بارونو ترمنځ فاصلې (S) څخه بايد ډېر نه شي .

ب - دمتمرکزو بارونو ترمنځ فاصلې (S) سره مساوي نيول کېږي .



4.6- شکل: د(UBC) په طريقه کې دثقلي متمرکزونو بارولاندې د ديوال انحنايې محاسبوي مقطع کې اغېزمن عرض (4 :666) .

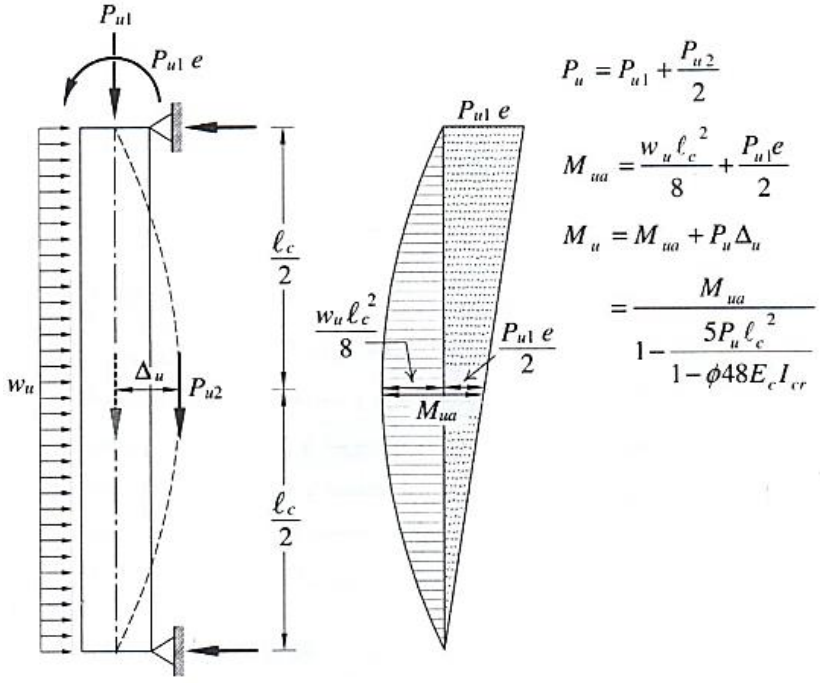
6- د ديوال د ارتفاع د مقطع په منځ کې عمودي تشنجات د کانکرېټو د فشاري مقاومت د (6%) سلنې څخه ډېر نه شي ، يعنې:

$$\frac{P_u}{A_g} \leq 0.06 f'_c \ldots\ldots\ldots\

ده، (A_{se}) په دیوال کې د عمودي یا طولي کششي سیخانو د مقطع اغېزمن مساحت دی او (A_s) په دیوال کې د طولي کششي فولادي سیخانو دمقطع مساحت دی (344:9).

په (8.6) رابطه کې د هغې د قیمتونوله ځای په ځای کېدنې څخه په لاس راځي چې :

$$M_u = \frac{M_{ua}}{1-\frac{5P_u\ell_c^2}{\phi 48 E_c I_{cr}}} \quad \text{.....(12.6)}$$



5.6- شکل: د بلې محاسبوي (UBC) طریقې پربنسټ دثقلي متمرکزونو او جانبي بارونو لاندې داوسپنیزکانکریټي دیوال تحلیل (4 :668) .

که دیوال د عمودي او جانبي بارونو لاندې واقع شوی وي د دیوال تحلیل او دهغې ضریبي انحنایې مومنټ ټاکنه په (5.6- شکل) کې ښودل شوې ده . په دې شکل کې په ښودل شویو رابطو کې ، (P_{u1}) په دیوال عامل ثقلي ضریبي بار ، (P_{u2}) د دیوال دخپل وزن له املې بار او (w_u) دجانبي بار ضریبي شدت (دباد بار) دی او(e) دثقلي بار عن المرکزیت دی.

نو د ديوال دمقطع په منځ کې د ديوال تحليل او د مجموعي نهايې مومنټ (M_u) ټاکنه د (12.6- رابطې) او د ديوال محاسبوي مقاوم مومنټ (ϕM_n) محاسبه د (13.6- رابطې) په واسطه تر سره کېږي:

$$\phi M_n = \phi A_{se} f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{..... (13.6)}$$

$$a = \frac{A_{se} f_y}{0.85 f'_c \ell_w} \quad \text{..... (14.6)}$$

کله چې ($\phi M_n \geq M_u$) شي نو ددیوال مقطع کنترول ده. د (ACI) کود یادونه کوي چې دا طریقه سربېره د ديوال د مقطع په کافي کېدنې څخه چې د (7.6- رابطې) په واسطه تر سره کېږي د ديوال کړوپېدنه یا د شکل بدلون هم کنترولوي. نو له دې امله ديوال د خدمتي (بې له ضریبه) بارونو او د ($P\Delta$) د اغېزو په پام کې نیولو سره د ديوال کړوپېدنه په (Δ_s) ښودل کېږي، چې له ($\ell_c/150$) څخه باید ډېره نه شي. د ديوال په منځ کې اعظمي کړوپېدنه یا د شکل بدلون د لاندې رابطې په واسطه پیدا کېږي:

$$\Delta_s = \frac{5M\ell_c^2}{48E_c I_e} \quad \text{..... (15.6)}$$

$$M = M_{sa} + P_s\Delta_s = \frac{M_{sa}}{1 - \frac{5P_s\ell_c^2}{48E_c I_e}} \quad \text{..... (16.6)}$$

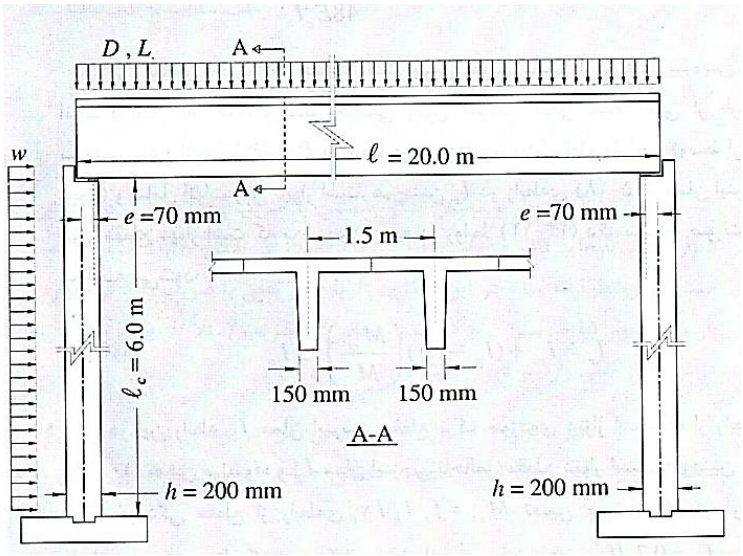
په پورتنۍ رابطه کې (M) د خدمتي (بې له ضریبه) بارونو او د ($P\Delta$) د اغېزو په پام کې نیولو سره اعظمي مومنټ دی، (M_{sa}) د خدمتي بارونو او بې د ($P\Delta$) له اغېزو په پام کې نیولو سره اعظمي مومنټ دی، (P_s) د محاسبوي مقطع (د ديوال دارتفاع په نیمایي کې) بې له ضریبه محوري بارونه دي او (Ie) د ديوال دمقطع اغېزمن انرشیا مومنټ دی چې د لاندې رابطې په واسطه پیدا کېږي:

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3 \leq I_g \quad \text{..... (17.6)}$$

په دې رابطه کې (I_{cr}) د ديوال درزشوې مقطع انرشیا مومنټ دی، چې د (10.6- رابطې) په واسطه محاسبه کېږي، (I_g) د ديوال د مقطع مجموعي انرشیا مومنټ دی، (M_{cr}) د درز شوی مقطع کوږوالي مومنټ دی، چې د ($M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$) رابطې په واسطه پیدا کېږي،

په دې رابطه کې (y_t) د ديوال د محور او ليرې کششي ليکې تر منځ فاصله ده او ($f_r = 0.7$) ($\sqrt{f'_c}$) د مقطع د شلېدنې ضريب دی(4 :665-670) .

3.6- مثال : په لاندې شمل کې مخکې جوړ شوی اوسپنيزکانکريټي ديوال ښودل شوی دی،چې ضخامت يې ($h = 200$ mm)، دارتفاع يې ($\ell_c = 6.0$ m) ، د ديوال په منځ کې يې يولايه ($12mm @ 250$ mm) سيخان ځای په ځای شوې دي . له بامه ($DL = 1.5$ KN/m^2) مړبار او ($LL = 2.0$ KN/m^2) ژوندی بار دمخکنې جوړ شوي (T- ډوله) ګاډر په واسطه ديوال ته انتقالېږي . دا ګاډرونه په (1.5 m) فاصله يوله بله واقع دي ، چې د تنې عرض يې ($b_w = 200$ mm)، اوږدوالی يې (20.0 m) او وزن يې (150 KN) دی . دباد قوه چې په ديوال اغېزه کوي ($W = 1.1$ KN/m^2) اټکل شوې ده . نو د اوږدو ديوالونود محاسبوي په بله طريقه ، د ديوال د مقطع ډاډمنتيا او په هغې کې د ځای په ځای شويو سيخانو د دباړېدنې د ترکيبونو په پام کې نيولوسره چې ($f'_c = 30$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي، وارزوئ.



حل : داچې په مخکې جوړ شوی ديوال کې عمودي او افقي (12 mm @ 250 mm) سيخان ځای په ځای شوې دي ، نو په دواړو لورو د سيخبندی نسبت مساوي کېږي په :

$$\rho_\ell = \rho_t = \frac{113}{250 \times 200} = 0.00226 > 0.0012$$

په کشش کې د سیخانو اعظمي سیخبندی نسبت مساوي کېږي په :

$$\rho_{tcl} = 0.319\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} = 0.319 \text{ x } 0.85 \text{ x } \frac{30}{420} = 0.0194$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{113}{250 \text{ x } 100} = 0.00452 < \rho_{tcl} = 0.0194 \Rightarrow \text{OK}$$

داچې دیوال دواړو انجامونو کې ساده نښتی او د محوري او جانبي یو شانته وېشلي بارونو لاندې واقع دی، نودکوږوالي اعظمي مومنټ اوکړوپېدنه د یوال په منځ کې رامنځته کېږي . همداراز د دیوال سطحه په ټولو برخو کې ثابته ده او ($\rho < \rho_{tcl}$) دی، نو د (UBC) طریقې لومړني شرایط بشپړ کړي دي . په پایله کې د دې دیوال محاسبه او تحلیل د اوږدو دیوالونود محاسبوي په بله طریقې (UBC طریقې) تر سره کېږي ، نو د دیوال اغېزمن عرض د T- ډوله ګاډر په واسطه د ثقلي متمرکزبار د یوال د انتقال له امله مساوي کېږي په :

$$\min\{W + \frac{\ell_c}{2} = 0.15 + \frac{6.0}{2} = 3.15\text{m} , S\ 1.5\text{ m}\} = 1.5\text{ m}$$

$$P_D = 1.5 \text{ x } (1.5 \text{ x } 20/2) + 150/2 = 97.5 \text{ KN}$$

$$P_L = 1.5 \text{ x } (2 \text{ x } 20/2) = 30 \text{ KN}$$

د دیوال خپل وزن له امله بار مساوي کېږي په :

$$\text{Weigh of self-wall} = 24 \text{ x } (6.0 \text{ x } 0.2 \text{ x } 1.5) = 43.2 \text{ KN}$$

داچې په دیوال له بامه مړ، ژوندي او دبادبارونه عمل کوي نو د(ACI) د لارښوونې له مخې د (ASCE) ستنډرد پر بنسټ د دیوال مقطع د باربدنې ترکیبونو لپاره تحلیلوو:

1- دباربدنې د لومړي ترکیب ($U_1 = 1.2DL + 0.5L_r$)په پام کې نیولو سره دبام (P_{u1}) او د دیوال (P_{u2}) عمودي بارونه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$P_{u1} = (1.2 \text{ x } 97.5) + (0.5 \text{ x } 30) = 132 \text{ KN}$$

$$P_{u2} = 1.2 \text{ x } 43.2 = 51.84 \text{ KN}$$

$$P_u = P_{u1} + \frac{P_{u2}}{2} = 132 + \frac{51.84}{2} = 157.92 \text{ KN}$$

$$\frac{P_u}{A_g} \leq 0.06f'_c \Rightarrow 0.06f'_c = 0.06 \text{ x } 30 = 1.8 \text{ MPa}$$

$$\frac{P_u}{A_g} = \frac{157.92 \text{ x } 10^3}{200 \text{ x } 1{,}500} = 0.53 \text{ MPa} < 0.06f'_c = 1.8 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$$

$M_{ua} = \frac{w_u \ell_c^2}{8} + \frac{P_{u1} e}{2} = 0 + \frac{132 \text{ x } 0.07}{2} = 4.62$ KN. m

د دیوال په (1.5 m) عرض کې د وښل شویو سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = 113 \text{ x } 6 = 678 \text{ mm}^2$

$A_{se} = A_s + \frac{P_u}{f_y} = 678 + \frac{157.92 \text{ x } 10^3}{420} = 1{,}054 \text{ mm}^2$

$a = \frac{A_{se} f_y}{0.85 f'_c \ell_w} = \frac{1{,}054 \, x \, 420}{0.85 \text{x } 30 \text{ x } 1{,}500} = 11.6$ mm

$c = a/\beta 1 = 11.6/0.85 = 13.6$ mm

$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200{,}000}{4{,}700\sqrt{f'_c}} = \frac{200{,}000}{4{,}700\sqrt{30}} = 7.8 > 6.0 \Rightarrow$ OK

$I_{cr} = nA_{se} (d - c)^2 + \frac{\ell_w C^3}{3}$

$I_{cr} = 7.8 \text{ x } 1{,}054 (100 - 13.6)^2 + \frac{1{,}500 \text{ x } (13.6)^3}{3} = 6.26 \text{ x } 10^7 \text{ mm}^4$

$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c} (d\text{-}c) = \frac{0.003}{13.6} \text{ x } (100 - 13.6) = 0.0197 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

$M_u = \frac{M_{ua}}{1 - \frac{5 P_u \ell_c^2}{\phi 48 E_c I_{cr}}} = \frac{4.62 \text{x} 10^6}{1 - \frac{5 \text{ x} 157.92 \text{x} 10^3 \text{x} (6 \text{ x} 10^3)^2}{0.9 \text{ x } 48 \text{ x } 4{,}700\sqrt{30} \text{ x } 6.26 \text{x} 10^7}} = 7.81$ KN. m

$M_n = A_{se} f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1{,}054 \text{ x } 420 \text{ x } \left(100 - \frac{11.6}{2}\right) = 41.7 \text{ x } 10^6$ N. mm

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 41.7 = 37.53$ KN. m $> M_u = 7.81$ KN. m $\Rightarrow$ OK

$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$; $I_g = \frac{1}{12} \ell_w b^3 = \frac{1}{12} \text{ x } 1{,}500 \text{ x } (200)^3 = 1.0 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4$

$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \text{ x } \sqrt{30} = 3.83$ MPa

$M_{cr} = \frac{3.83 \text{ x } 1.0 \text{ x } 10^9}{100} = 38.3 \text{ x } 10^6$ N. mm $= 38.3$ KN. m

$\phi M_n = 37.53$ KN. m $< M_{cr} = 38.3$ KN. m $\Rightarrow$ N.G.

سره له دې چې ($\phi M_n > M_u$) دی خو ($\phi M_n < M_{cr}$) دی ، نوړینه ده چې دکېږدنې په وړاندې د دیوال مقاومت باید لوړ شي ، چې له همدې دلیله د دیوال عمودي سیخان اصلاح کوو او له (12 mm @ 220 mm) سیخانو څخه ګټه اخلو، نو په دې حالت کې د دیوال په (1.5 m) عرض کې د وښل شویو سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = 113 \text{ x } \frac{1{,}500}{220} = 770 \text{ mm}^2$

$A_{se} = A_s + \frac{P_u}{f_y} = 678 + \frac{157.92 \text{ x } 10^3}{420} = 1{,}146 \text{ mm}^2$

$a = \frac{A_{se} f_y}{0.85 f'_c \ell_w} = \frac{1{,}146 \, x \, 420}{0.85\text{x } 30 \text{ x } 1{,}500} = 12.6 \text{ mm} \Rightarrow c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.6}{0.85} = 14.8 \text{ mm}$

$M_n = A_{se} f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1{,}146 \text{ x } 420\text{x } \left(100 - \frac{12.6}{2}\right) = 45.10 \text{ x } 10^6 \text{ N. mm}$

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 45.1 = 40.59 \text{ KN. m} > M_{cr} = 38.3 \text{ KN. m} \Rightarrow \text{OK}$

په نهايت کې د باربدنې د لومړي ترکيب په پام کې نيولو سره د ديوال د عمودي سيخانو ځای په ځای کېدنه اصلاح او ديوال د (12 mm @ 220 mm) سيخندی لپاره د باربدنې په نورو ترکيبونو کې ارزوو:

2- دباربدنې د دويم ترکيب ($U_2 = 1.2DL + 1.6Lr + 1.8W$)په پام کې نيولو سره دبام (P_{u1}) او د ديوال (P_{u2}) عمودي بارونه په لاندې ډول پيداکېږي:

$P_{u1} = (1.2 \text{ x } 97.5) + (0.6 \text{ x } 30) + 0 = 165 \text{ KN}$

$P_{u2} = 1.2 \text{ x } 43.2 = 51.84 \text{ KN}$

$P_u = P_{u1} + \frac{P_{u2}}{2} = 165 + \frac{51.84}{2} = 190.9 \text{ KN}$

$\frac{P_u}{A_g} \leq 0.06 f'_c \Rightarrow 0.06 f'_c = 0.06 \text{ x } 30 = 1.8 \text{ MPa}$

$\frac{P_u}{A_g} = \frac{190.9 \text{ x } 10^3}{200 \text{ x } 1{,}500} = 0.64 \text{ MPa} < 0.06 f'_c = 1.8 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

$M_{ua} = \frac{w_u \ell_c^2}{8} + \frac{P_{u1} e}{2} = \frac{0.8 \text{ x } 1.1 \text{ x } 1.5 \text{ x } (6.0)^2}{8} + \frac{165 \text{ x } 0.07}{2} = 11.7 \text{ KN. m}$

$A_{se} = A_s + \frac{P_u}{f_y} = 770 + \frac{190.9 \text{ x } 10^3}{420} = 1{,}225 \text{ mm}^2$

$a = \frac{A_{se} f_y}{0.85 f'_c \ell_w} = \frac{1{,}225 \, x \, 420}{0.85\text{x } 30 \text{ x } 1{,}500} = 13.5 \text{ mm}$

$c = a/\beta 1 = 13.5/0.85 = 15.8 \text{ mm}$

$I_{cr} = 7.8 \text{ x } 1{,}225 \, (100 - 15.8)^2 + \frac{1{,}500 \text{ x } (13.6)^3}{3} = 6.90 \text{ x } 10^7 \text{ mm}^4$

$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c} (d\text{-}c) = \frac{0.003}{15.8} \text{ x } (100 - 15.8) = 0.016 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

$M_u = \frac{M_{ua}}{1 - \frac{5 P_u \ell_c^2}{\phi 48 E_c I_{cr}}} = \frac{11.7\text{x}10^6}{1 - \frac{5 \text{ x}190.9 \text{ x}10^3 \text{x } (6 \text{ x}10^3)^2}{0.9 \text{ x } 48 \text{ x } 4{,}700 \sqrt{30} \text{ x } 6.90\text{x}10^7}} = 21.19 \text{ KN. m}$

$M_n = A_{se} f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1{,}225 \text{ x } 420\text{x } \left(100 - \frac{13.5}{2}\right) = 47.98 \text{ x } 10^6 \text{ N. mm}$

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 47.98 = 43.2 \text{ KN. m} > M_u = 21.19 \text{ KN. m} \Rightarrow \text{OK}$

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 47.98 = 43.2 \text{ KN. m} > M_{cr} = 38.3 \text{ KN. m} \Rightarrow \text{OK}$

3- دبارېدنې د درېیم ترکیب ($U_3 = 1.2DL + 1.6W + 0.5L_r$)په پام کې نیولو سره دبام (P_{u1}) او د دیوال (P_{u2}) عمودي بارونه په لاندې ډول پیدا کېږي :

$P_{u1} = 132 \text{ KN}; P_{u2} = 51.82 \text{ KN}; P_u = 157.92 \text{ KN}$

$M_{ua} = \frac{w_u \ell_c^2}{8} + \frac{P_{u1} e}{2} = \frac{1.6 \text{ x } 1.1 \text{ x } 1.5 \text{ x } (6.0)^2}{8} + \frac{132 \text{ x } 0.07}{2} = 16.5 \text{ KN. m}$

$A_{se} = 1{,}165 \text{ mm}^2$; a = 12.2 mm ; c = 14.3 mm

$I_{cr} = 7.8 \text{ x } 1{,}165 \ (100 - 14.3)^2 + \frac{1{,}500 \text{ x } (14.3)^3}{3} = 6.82 \text{ x } 10^7 \text{ mm}^4$

$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c} (d\text{-}c) = \frac{0.003}{15.8} \text{ x } (100 - 15.8) = 0.016 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

$M_u = \frac{M_{ua}}{1 - \frac{5 P_u \ell_c^2}{\phi 48 E_c I_{cr}}} = \frac{16.5 \text{x} 10^6}{1 - \frac{5 \text{ x} 157.92 \text{ x} 10^3 \text{x } (6 \text{ x} 10^3)^2}{0.9 \text{ x } 48 \text{ x } 4{,}700 \sqrt{30} \text{ x } 6.82 \text{x} 10^7}} = 26.4 \text{ KN. m}$

$\phi M_n = 39.4 \text{ KN. m} > M_u = 26.4 \text{ KN. m} \Rightarrow \text{OK}$

$\phi M_n = 39.4 \text{ KN. m} > M_{cr} = 38.3 \text{ KN. m} \Rightarrow \text{OK}$

4- دبارېدنې د څلورم ترکیب ($U_4 = 0.9DL + 1.6W$)په پام کې نیولو سره دبام (P_{u1}) او د دیوال (P_{u2}) عمودي بارونه په لاندې ډول پیدا کېږي :

$P_{u1} = 0.9 \text{ x } 97.5 + 0 = 87.8 \text{ KN}; P_{u2} = 0.9 \text{ X } 43.2 = 38.951.82 \text{ KN}$

$P_u = 87.8 + \frac{38.9}{2} = 107.0 \text{ KN} ; \frac{P_u}{A_g} = \frac{107 \ x \text{x} 10^3}{200 \ x \ 1500}$

$P_u = 0.36 \text{ MPa} < 0.06 f'_c = 1.8 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

$M_{ua} = \frac{1.6 \text{ x } 1.1 \text{ x } 1.5 \text{ x } (6.0)^2}{8} + \frac{87.8 \text{ x } 0.07}{2} = 15.0 \text{ KN. m}$

$A_{se} = A_s + \frac{P_u}{f_y} = 770 + \frac{107.0 \text{ x } 10^3}{420} = 1{,}025 \text{ mm}^2$

$a = \frac{A_{se} f_y}{0.85 f'_c \ell_w} = \frac{1{,}025 \ x \ 420}{0.85 \text{x } 30 \text{ x } 1{,}500} = 11.3 \text{ mm}$

$c = a/\beta 1 = 11.3/0.85 = 13.3 \text{ mm}$

$I_{cr} = 7.8 \text{ x } 1{,}025 \ (100 - 13.3)^2 + \frac{1{,}500 \text{ x } (13.3)^3}{3} = 6.13 \text{ x } 10^7 \text{ mm}^4$

$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{cu}}{c} (d\text{-}c) = \frac{0.003}{13.3} \text{ x } (100 - 13.3) = 0.0196 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

$$M_u = \frac{M_{ua}}{1-\frac{5P_u\ell_c^2}{\phi 48E_cI_{cr}}} = \frac{15.0x10^6}{1-\frac{5\ x107.x10^3x\ (6\ x10^3)^2}{0.9\ x\ 48\ x\ 4{,}700\ \sqrt{30}\ x\ 6.13x10^7}} = 20.91\ KN.\ m$$

$$M_n = A_{se}f_y\left(d-\frac{a}{2}\right) = 1{,}025\ x\ 420\ x\left(100-\frac{11.3}{2}\right) = 38.19\ x\ 10^6\ N.\ mm$$

$\phi M_n = 0.9\ x\ 38.19 = 34.371\ KN.\ m > M_u = 20.91\ KN.\ m$ => OK

$\phi M_n = 0.9\ x\ 38.19 = 34.371\ KN.\ m < M_{cr} = 38.3\ KN.\ m$ => N.G

ولیدل شو چې د بارېدنې په دې ترکیب کې ($\phi M_n < M_{cr}$) شو ، نو د دیوال عمودي سیخان باید اصلاح شي . که دا فولادي سیخان (12 mm @ 200 mm) قبول کړ ، نو لرو:

$$A_s = 113\ x\ \frac{1{,}500}{200} = 847.5\ mm^2;\ A_{se} = 847.5 + \frac{107{,}000}{420} = 1{,}102\ mm^2$$

$$a = \frac{1{,}102\ x\ 420}{0.85\ x\ 30\ x\ 1{,}500} = 12.10\ m \Rightarrow c = \frac{12.1}{0.85} = 14.24\ mm$$

$$\phi M_n = 0.9\ x\ 1{,}102\ x\ 420\ x\left(100-\frac{12.10}{2}\right) = 39.14\ x106\ N.\ mm$$

$\phi M_n = 39.14\ KN.\ m > M_{cr} = 38.3\ KN.\ m$ => OK

د اوږدو (slender) دیوالونودمحاسبې بلې (UBC) طریقې کې سربېره د دیوال د محکمیت له پاڼمنتیا څخه د خدمتي یا ګټې اخېستنې بارونولاندې د دیوال کړوپېدنه د ($P\Delta$) په پام کې نیولو سره محاسبه کېږي ،چې له ($\frac{\ell_c}{150}$) باید ډېر نه شي . نو د کړوپېدنې محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي :

$$\Delta_s = \frac{5M\ell_c^2}{48E_cI_e};\ M = M_{sa} + P_s\,\Delta_s = \frac{M_{sa}}{1-\frac{5P_s\ell_c^2}{48E_cI_e}}$$

$$M_{sa} = \frac{w\ell_c^2}{8} + \frac{P_{s1}e}{2} = \frac{(1.1\ x\ 1.5)\ x\ (6.0)^2}{8} + \frac{(97.5+30)\ x\ 0.07}{2} = 11.9\ KN.\ m$$

$$P_s = Ps1 + \frac{P_{s2}}{2} = (97.5 + 30) + \frac{43.2}{2} = 149.1\ KN$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3 I_g + \left[1-\left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3\right] I_{cr} = I_{cr} + (I_g - I_{cr})\left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3 \le I_g$$

دا چې (I_e) د (M) مومنټ تابع دی ، د (Δ_s) ټاکنه یوازې په تکراري او ارزونې او اصلاح طریقو کې تر سره کېږي ، په هغه حالت کې چې د ګټې اخېستنې (بې له ضریبه) بارونولاندې ($M \le M_{cr}$) وي ، نو ($I_e = I_g = 1.0\ x\ 10^9\ mm^4$) کېږي ، نو په دې حالت کې لرو چې :

$$M = \frac{11.9x10^6}{1-\frac{5 \text{ x } (149.1x10^3) \text{ x } (6 \text{ x} 10^3)^2}{0.9 \text{ x } 48x10^3 \text{)x } 4{,}700\sqrt{30} \text{ x } 1.0x10^9}} = 12.2 \text{ KN. m} \leq M_{cr} = 38.3 \text{ KN. m}$$

$$\Delta = \frac{5 \text{ x } 12.2x10^6 \text{ x } (6 \text{ x} 10^3)^2}{48x\ 4{,}700\sqrt{30} \text{ x } 1.0x10^9} = 1.8 \text{ mm} < \frac{\ell_c}{150} = \frac{6{,}000}{150} = 40 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$

5.6- د پرې کېدونکو ديوالونو تحليل او محاسبه

(Shear Walls Analysis and Design)

په ټولواو په ځانګړې توګه په لوړ پوړيزه ساختمانونو کې اړينه ده، چې د جانبی (باد اوزلزلې) قوو په وړاندې مناسبه سختي او مقاومت ولري . بې له دې ښايي د جانبي بارونو له اغېزې د ساختمان په بېلا بېلو اجزاو کې ډېر زيات تشنجات رامنځته شي ، چې ښايي د استوګنو لپاره د ناراحتي او حتی د زيان لامل شي . د جانبي بارونو په وړاندې د مقاومت لپاره په ساختمانونو کې جانبي سختي د انحنايې چوکاټونو، پرېکېدونکو ديوالونو او يا په ګډه دچوکاټونو او پرېکېدونکو ديوالونوپه واسطه منځته راځي (783:1) .

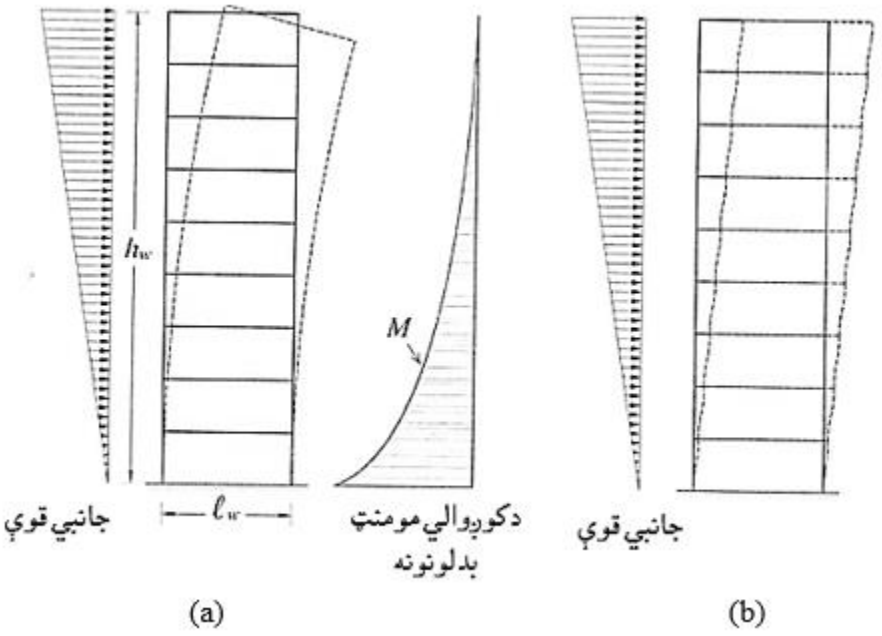
1.5.6- د پرېکېدونکو ديوالونو کړنه

پرېدونکي ديوالونه په حقيقت کې اوسپنيزکانکرېټي ديوالونه دي ، چې داخل کې ډېره زياته سختي لري . دا ديوالونه يوه عمودي او ژورکانټيليورګادر ته ورته عمل کوي ، چې د ساختمانونوته جانبي پايښت ورکوي او د جانبي بارونو له امله رامنځته شويوعرضي قوواو کوږوالي مومنټونو په وړاندې مقاومت کوي .

پرېکېدونکي ديوالونه ځکه په دې نوم يادېږي چې د جانبي بارونو له امله رامنځته شوې ډېره برخه عرضاني قوې زغمي او ځمکې ته يې انتقالوي . سره د دې چې پرېکېدونکي ديوالونه د عمودي کانټيليور ګاډرونو په څېر دي ، خو کړنه يې دانحنايې عنصر په څېر ده چې د نوم سره يې دومره تړاو هم نه لري . د جانبي بارونو وړاندې د انحنايې چوکاټونو سره د نوم په خلاف پرېکېدنکې کړنه لري او د خپلې پرېکېدنې د شکل بدلون سره جانبي بارونه ځمکې ته انتقالوي . په لاندېنې (7.6- شکل) کې

دساختمان د جانبي بارونو په وړاندې دپرېښدکېدونکي ديوال او انحنايې چوکاټ کړنه ښودل شوې ده .

په پرېکېدونکو ديوالونو کې د ارتفاع په نسبت په کوچني اوږدوالی ، پرېکېدنه (Shear) د انحناء څخه ډېره د اهميت وړده. خو په لوړوپرېکېدونکو ديوالونو کې کږېدنه يا انحناء ډېره زياته داهميت وړ ده . په دې دليل چې پرېکېدونکي ديوالونه ژورو ګاډرونو ته ورته دي ، نو عرضاني سيخان په کې هم په افقي او هم په عمودي لورو ځای پر ځای کېږي . په لنډوپرېکېدونکو ديوالونو کې افقي عرضاني سيخان لږه اغېزه لري ، خو عمودي عرضاني سيخان په کې ډېره اغېزه رول لري او په لوړو پرېکېدونکو ديوالونو کې افقي عرضاني سيخان د پرېکېدنې يا عرضاني قوو د زغم لپاره ډېراغېزمن دي .



6.6- شکل : دجانبي بارونو په وړاندې د پرېکېدونکوديوالونواو انحنايې چوکاټونه لرونکو ساختمانونو کړنه .(a) د پرېکېدونکي ديوال انحنايې کړنه . (b) د انحنايې چوکاټ پرېکېدونکي کړنه (683:4) .

2.5.6- د عرضاني قوو په وړاندې د پرېکېدونکو ديوالونو محاسبه
(Design of Shear walls against Shear)

که د ديوال په مقطع (V_u) نهايې عرضاني قوه عمل کړی وي او (ϕV_n) په مقطع کې مقاومه عرضاني قوه او ($\phi = 0.75$) وي ، نو د (ACI) کود سره سم بايد ولرو چې :

$$V_u \leq \phi V_n = \phi(V_c + V_s) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18.6)$$

د پورتنۍ رابطې څخه څرګنديږي چې مقاومه نومينالي عرضاني قوه دکانکرېټو له مقطع او عرضاني سيخانو د عرضاني قوو له مجموعې څخه حاصلېږي (211:2):

الف - د ديوال د مقطع د کانکرېټو عرضاني مقاومه قوه د (ACI) کود پربنسټ د ديوال دعرضاني قوې په وړاندې ظرفيت د لاندې دوو طريقو په واسطه وټاکو:

1- ساده طريقه : په دې طريقه کې د ديوال د عرضاني قوې په وړاندې ظرفيت د لاندې شرايطو په پام کې نيولو سره ټاکل کېږي :

- که ديوال د عرضاني او فشاري قوو لاندې وي نو د عرضاني قوې په وړاندې ظرفيت يې مساوي کېږي په :

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, hd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19.6)$$

- که ديوال د عرضاني او کششي (N_u) قوو لاندې وي (N_u په کشش کې منفي قبلېږي)نو د عرضاني قوې په وړاندې ظرفيت يې مساوي کېږي په :

$$V_c = \left(1 + \frac{0.3N_u}{A_g}\right)\frac{\lambda\sqrt{f'_c}}{6}\, hd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20.6)$$

په پورتنيو رابطو کې (h) د ديوال ضخامت او (A_g) د ديوال د مقطع مجموعي مساحت دی، همداراز د ديوال ژوروالی بايد ($d = 0.8\ell_w$) او د (ACI) دسپارښتنې له مخې اعظمي ژوروالی يې ($d = y_t$) په اندازه په پام کې نيول کېږي .

2- دقيقه طريقه : په دې طريقه کې د ديوال د عرضاني قوې په وړاندې ظرفيت د لاندې دوو رابطو کوچنی قيمت په پام کې نيول کېږي :

$$V = \frac{1}{4}\lambda\sqrt{f'_c}\, hd + \frac{N_u d}{4\ell_w} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21.6)$$

$$V = \left[\frac{1}{2}\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{\ell_w\left(\lambda\sqrt{f'_c}+2\frac{N_u}{\ell_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u}-\frac{\ell_w}{2}} \right] \frac{hd}{10} \quad \text{..... (22.6)}$$

په پورتنې رابطو کې (M_u) او (N_u) په ترتیب سره ضریبي شوي مومنټ او کششي قوه ، خو که د ($\frac{M_u}{V_u} - \frac{\ell_w}{2}$) قیمت منفي کېده ، نو له (22.6-رابطې) څخه ګټه نه اخیستل کېږي .

د (ACI) دسپارښتنې له مخې د (V_c) د پیداکېدنې لپاره که د ($\frac{\ell_w}{2}$) او یا دارتفاع نیمایي قیمتونو کې کوچنی قیمت په پام کې نیول کېږي .

ب - د عرضاني سیخانو محاسبه : که د دیوال په مقطع کې ضریبي عرضاني قوه (V_u) دکانکرېټي مقطع د مقاومې عرضاني قوې (ϕV_c) څخه ډېره شي ، نو د دیوال په مقطع کې افقي عرضاني محاسبوی سیخان د (V_s) په ظرفیت لکه د لاندینۍ رابطې په څېرپه پام کې نیول کېږي :

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{A_v f_y d}{s} \quad \text{..... (23.6)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (s) دعرضاني قوې په وړاندې د مقاوموافقي سیخانو تر منځ فاصله ده او (A_v) دعرضاني قوې په وړاندې د مقاوموافقي سیخانو دمقطع مساحت دی ، چې د (s) په فاصله ځای په ځای کېږي . همداراز په ساده توګه ($d = 0.8\ell_w$) قبلېږي ، خو دلوی قیمت لپاره د نسبتي اوږدېدنې (strain) د تحلیل پربنسټ محاسبه کېږي .

د (ACI) کود سپارښتنه کوي ،چې ($V_u \le 5\phi V_n$) څخه تجاوز ونه کړي یعنې :

$$V_u \le 5\phi V_n = \frac{5\sqrt{f'_c}}{6} hd \quad \text{..... (24.6)}$$

د (ACI) کود د عرضاني قوو لاندې د اوسپنیزکانکرېټي پرېکېدونکو دیوالونو د سیخندۍ لپاره لاندې محدودیتونه غوره کړي دي :

1- د افقي سیخانو د سیخبندۍ نسبت (ρ_h) باید له (0.0025)څخه لږ نه شي، یعنې ($\rho_{h,min} = 0.0025$) وي .

2- د افقي عرضاني سيخانو ترمنځ فاصله بايد چې د ديوال د ضخامت له درې ځلې (3h) ، د ديوال دټول اوږدوالي له پنځمې برخې ($\frac{\ell_w}{5}$) اوله (500 mm) څخه ډېره نه شي يعنې :

$$s_{max} = \min \{3h, \frac{\ell_w}{5} , 500\ mm\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (25.6)$$

3- د عمودي سيخانو د سيخبندۍ نسبت (ρ_ℓ) ، که (h_w) د ديوال بشپړه ارتفاع وي ، نودا نسبت بايد د لاندې رابطې له قيمته لږ شي:

$$\rho_\ell = 0.0025 + 0.50.5\ (2.5 - \frac{h_w}{\ell_w})\ (\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025 \ldots\ldots\ldots (26.6)$$

اړينه ده چې پورتنط قيمت د افقي سيخانو له سيخبندۍ نسبت څخه ډېر وي .

4-د عمودي عرضاني سيخانو تر منځ فاصله بايد چې د ديوال د ضخامت له درې ځلې (3h)، د ديوال دټول اوږدوالي له پنځمې برخې ($\frac{\ell_w}{5}$) اوله (500 mm) څخه ډېره نه شي يعنې :

$$s_{max} = \min \{3h, \frac{\ell_w}{5} , 500\ mm\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27.6)$$

5- که د افقي عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه وي ($V_u < \phi V_n$) وي ، نو د لاندې شرايطو په پام کې نيولو سره قبلېږي ؛

الف – که ($V_u \geq 1/2\ \phi V_n$) وي ، نولږ تر لږه افقي او عمودي سيخان د (1) څخه تر (4) مادو په پام کې نيولو سره قبيلېږي .

ب - که ($V_u < 1/2\ \phi V_n$) وي ، نو افقي او عمودي سيخان د (1) څخه تر (4) مادو او يا د ديوالونو د عمومي محدوديتونو په پام کې نيولو سره قبلېږي(4 :686) .

3.5.6- د کوږوالي مومنټ په وړاندې د پرېکېدونکو ديوالونو محاسبه

(Design of Shear walls against Bending Moment)

پرېکېدونکي ديوالونه سربېره پر عرضاني اوکششي قوودکوږوالي مومنټ او محوري فشاري قوې لاندې هم لکه د (7.6- شکل) په څېرواقع کېږي ، نو له دې امله اړينه ده چې په مقطع کې د هغې په وړاندې دمقاوم کېدنې لپاره په کافي اندازه فولادي سيخان ځای په ځای شي . د (ACI) کود سپارښتنه کوي چې د پرېکېدونکي ديوال

ابعادباید داسې تنظیم شي چې پر هغې محوري فشاري قوه (P_u) له ($0.35P_o$) څخه ډېره نه شي چې (P_o) د لاندنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$P_o = 0.85\, f'_c\, (A_g - A_{st}) + f_y\, A_{st}$$

د (7b.6- شکل) د پرېکېدونکو دیوالونو د کرښدنې په وړاندې مقاوم سیخان ښیي،چې د کرښدنې په وړاندې مقاوم سیخان د دیوالو په دووبیروني لایوکې ځای په ځای شوې دي، داځکه چې دجانبي (باد یا زلزلې) بارونو له امله مومنټ په دغه برخو کې تمرکز کوي . د کرښدنې په وړاندې مقاوم سیخان د دیوال دوارو خواوو ته په پرله پسې توګه ځای په ځای کېږي . که د (P_u) مقدار لږ وي ،نوکو شو چې دکرښدنې په وړاندې مقاوموسیخانو مساحت د کورښوالي تیورۍ په ګټې اخېستنې سره پیداکړو. په دې حالت کې دباالمقابل لوري سیخانو څخه د فشاري سیخانو په توګه ګټه اخېستل کېږي . که محوري فشاري قوه (P_u) د پام وړ مقدار ولري ، نو د دیوال سطحه په مستطیلي ډول د (h) په ضخامت او د (ℓ_w) په ارتفاع په پام کې نیول کېږي او د کرښدنې په وړاندې مقاوم سیخانو مساحت د انټراکشن دیاګرام منحني ګانو څخه په ګټې اخېستنې لکه په پنځم فصل د پایو په څېر پیداکېږي .

که د کرښدنې په وړاندې مقاوم سیخانو مساحت ډېر وي اړینه ده چې دیوال په دوارو انجامونوکې دکرښدنې په وړاندې مقاوم سیخان په برجسته توګه متمرکزه کېږي ، اړینه ده چې دا سیخان دګڼړمکونو په واسطه یو له بله جدا شي .

په لنډو ساختمانونو کې هغه عمودي سیخان چې په مقطع کې یوشان وېشل شوې وي، د کرښدنې په وړاندې د مقاوم کښدنې اړتیا بشپړوي . په دې حالت کې که (A_{st}) په مقطع کې د یو شان وېشل شویو سیخانومجموعي مساحت وي ، د دیوال د کرښدنې په وړاندې دمقاومت توان د لاندنۍ رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

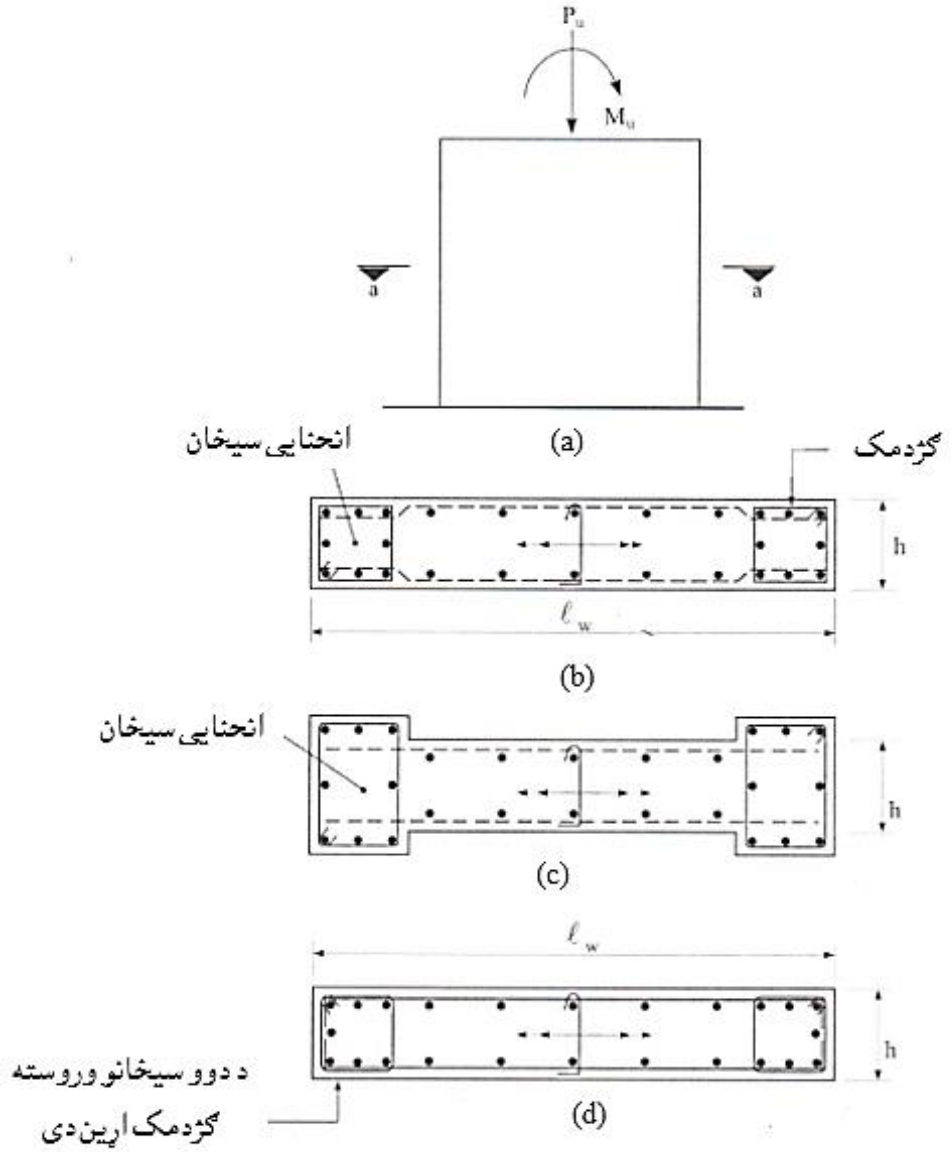
$$M_n = 0.5A_{st}f_y\ell_w \left(1 + \frac{P_u}{A_{st}f_y}\right)\left(1 - \frac{c}{\ell_w}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (28.6)$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

په پورتنۍ رابطه کې (M_n) د کږېدنې نومينالي مومنټ دی، (M_u) نهايي انحنايي مومنټ دی، (P_u) د ديوال په مقطع کې محوري فشاري قوه ده، (A_{st}) د ټولو عمودي سيخانو مساحت دی، (f_y) په تسليمېدنه کې د سيخانومقاومت دی، ($\phi = 0.9$) د مقاومت کمونکی ضريب دی، (h) د ديوال ضخامت دی، (ℓ_w) د ديوال افقي اوږدوالی دی او د ($\frac{c}{\ell_w}$) مقدار د لاندې رابطې څخه پيداکېږي:

$$\frac{c}{\ell_w} = \left(\frac{A_{st}}{\ell_w h}\right)\frac{f_y}{f'_c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (29.6)$$

د (28.6- رابطې) ګټه اخېستنه په دې ډول ده چې لومړی له فرض شويو عمودي سيخانوله مخې د مقطع دکږېدنې په وړاندې انحنايي ظرفيت پيداکېږي. که حاصله ظرفيت د مومنټ له نهايي ظرفيت څخه کوچنی وي ، نو د سيخانو د قطر په لوړېدنه يا د سيخانو ترمنځ د فاصلې په کمېدنه د (A_{st}) مقدار تر هغه بريده ډېر شي چې د مقطع د کږېدنې په وړاندې انحنايي مقاومت د کږېدنې د نهايي مومنټ څخه ډېرشي ، نوبايد چې د عمودي سيخانو مجموعي مساحت له اصغري مساحت څخه لږ نه شي(1 :790) .



7.6- شکل : دکـــږېدنې په وړاندې پرېکـــېدونکی دیوال. (a) دپرېکېدونکي دیوال نما، (b) د(A-A) قطعه دکـــږېدنې په وړاندې مقـــاومو سیخـــانو ځای په ځای کېدنه، (c) د(A-A) قطعه دکږېدنې په وړاندې مقاومو سیخانومتمرکـــزه وېشنه (d) د(A-A) قطعه دکـــږېدنې په وړاندې دمقاومو سیخانویو شانته وېشنه (788:1) .

4.6- مثال : يو پرېکېدونکی ديوال چې اوږدوالی يې (3.0 m) ، ارتفاع يې (5.0 m) او ضخامت يې (200 mm) وي ، په خپل پاسني تراز کې د (V_u = 1,200 KN) جانبي بار لاندې واقع شوی دی، نو ديوال د عرضاني قوې او کږېدنې مومنټ د اغېزو په وړاندې ، که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 Mpa) وي ،محاسبه کړئ .

حل :

1- د هرڅه دمخه په مقطع کې مجازي اعظمي مقاومه عرضاني قوه په لاندې ډول کنترولېږي:

$$V_u \le 5\phi V_n = \frac{5\lambda\sqrt{f'_c}}{6}\ hd,\ d = 0.8\ell_w = 0.8 \times 3.0 = 2.4\ m$$

$$(\phi V_n)_{max} = \frac{5\sqrt{f'_c}}{6}\ hd = \frac{5}{6} \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 200 \times 2{,}400 = 1{,}500 \times 10^3\ N$$

V_u = 1,200 KN < $(\phi V_n)_{max}$ = 1,500 KN => OK

د ديوال دکانکرېټي مقطع د عرضاني قوې د ظرفيت ډيزاکېدنې لپاره د(21.6) او (22.6)رابطې کاروو :

$$V_{c1} = \frac{1}{4}\lambda\sqrt{f'_c}\ hd + \frac{N_u d}{4\ell_w} = \frac{1}{4} \times \sqrt{25} \times 200 \times 2{,}400 + 0 = 600 \times 10^3\ N$$

$$V_{c2} = \left[\frac{1}{2}\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{\ell_w\left(\lambda\sqrt{f'_c} + 2\frac{N_u}{\ell_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{\ell_w}{2}}\right]\frac{hd}{10}$$

د ديوال له تل څخه د بحراني مقطع لوړوالی يا ارتفاع مساوي کېږي په :

$$\text{Min}\left\{\frac{\ell_w}{2} = \frac{3.0}{2} = 1.5\ m,\ \frac{h_w}{2} = \frac{5.0}{2} = 2.5\ m\right\} = 1.5\ m$$

V_u = 1,200 KN, M_u = 1,200 x (5 -1.5) = 4,200 KN. m

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{\ell_w}{2} = \frac{3\ x\ 10^3}{3\ x\ 10^3} - \frac{3\ x\ 10^3}{2} = 2{,}000\ mm > 0 \Rightarrow OK$$

$$V_{c2} = \left[\frac{1}{2}\sqrt{25} + \frac{3{,}000\left(\sqrt{25}+0\right)}{2{,}000}\right] \times \frac{200 \times 2{,}400}{10} = 480 \times 10^3\ N$$

V_c = min {V_{c1} = 600 KN, V_{c2} = 480 KN} = 480 KN

د ($V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\ hd$) نه د ($V_c = \frac{1}{6}\sqrt{25}\ \text{x } 200 \text{ x } 2{,}400 = 400 \text{ x } 10^3 \text{ N} = 400 \text{ KN}$)
مقدار لږ وو.

د افقي عرضاني سيخانو او د ترمنځ فاصلي اړين نسبت په لاندې ډول حاصلوو:

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} = \frac{\frac{1{,}200 \text{ x } 10^3}{0.9} - 480 \text{ x } 10^3}{420 \text{ x } 2{,}400} = 1.11 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \min \{3h = 3 \text{ x } 200,\ \frac{\ell_w}{5} = \frac{3{,}000}{5},\ 500 \text{ mm}\} = 500 \text{ mm}$$

د ديوال د دواړو لورو لپاره (2N14) سيخان ارزوو:

$$A_v = n\,\frac{1}{4}\pi d^2 = 2 \text{ x } \frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } (14)^2 = 308 \text{ mm}^2$$

$$s_{req} = \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req}} = \frac{308}{1.11} = 277 \text{ mm}$$

$$\rho_h = \frac{A_v}{sh} \geq 0.0025 \Rightarrow \frac{308}{s \text{ x } 200} \geq 0.0025 \Rightarrow s \leq 616 \text{ mm}$$

په پايله کې د افقي سيخانو لپاره (2N 14 mm @ 250 mm) سيخان کاروو چې د سيخبندۍ نسبت يې مساوي کېږي په:

$$\rho_h = \frac{308}{250 \text{ x } 200} = 0.00616 > 0.0025$$

د عرضاني قوو په وړاندې عمودي سيخان په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$\rho_\ell = 0.0025 + 0.5\,(2.5 - \frac{h_w}{\ell_w})\,(\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$\rho_\ell = 0.0025 + 0.5(2.5 - \frac{5.0}{3.0})(0.00616 - 0.0025) = 0.0040 > 0.0025 \Rightarrow \text{OK}$$

$$s_{max} = \min \{3h = 3 \text{ x } 200,\ \frac{\ell_w}{5} = \frac{3{,}000}{5},\ 500 \text{ mm}\} = 500 \text{ mm}$$

د ديوال د دواړو لورو لپاره (2N14) سيخان ارزوو:

$$A_v = n\,\frac{1}{4}\pi d^2 = 2 \text{ x } \frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } (14)^2 = 308 \text{ mm}^2$$

$$\rho_h = \frac{A_v}{sh} \geq 0.0025 \Rightarrow \frac{308}{s \text{ x } 200} = 0.0040 \Rightarrow s = 385 \text{ mm}$$

په پايله کې د افقي سيخانو لپاره (2N 14 mm @ 350 mm) سيخان کاروو چې د سيخبندۍ نسبت يې مساوي کېږي په:

$$\rho_h = \frac{308}{350 \text{ x } 200} = 0.0044 > 0.0040$$

2- د ديوال د کږېدنې په وړاندې مقاوم فولادي سيخان په لاندې ډول پيدا کېږي:

څرنګه چې ($d = 0.8\ell_w = 0.8 \times 3.0 = 2.4$ m) او همداراز په کشش کې د کنترول

لپاره ($\phi = 0.9$) فرض شوي دي ، نو لرو چې : $M_u = 1{,}200 \times 5 = 6{,}000$ KN. m

$$R_{nA} = \frac{M_u}{\phi bd^2} = \frac{6{,}000 \times 10^6}{0.9 \times 200 \times (2{,}400)^2} = 5.79 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 5.79}{0.85 \times 25}}\right)\right]$$

$\rho = 0.0506 \times 0.325 = 0.0165$

$\rho_{tcl} = 0.319\beta_1 \frac{f'_c}{f_y}\frac{d_t}{d} = 0.319 \times 0.85 \times \frac{25}{420} \times \frac{2.93}{2.4} = 0.020 > \rho = 0.0165$=> OK

$A_s = \rho bd = 0.0165 \times 200 \times 2{,}400 = 7{,}920$ mm^2

کششي سیخان کولی شو له (1%) څخه تر (20%) پورې کم کړو او بیا یې وارزوو. چې له

املې یې دواړو لورو ته (9 N30) سیخان ، چې مجموعي مساحت یې ($A_s = A'_s = 6{,}363$ mm^2) د ، ($d = 2{,}800$ mm) او د ($d' = 200$ mm) په قبلېدنې سره د دیوال ډیزاین شوې

مقطع په لاندې ډول تحلیلوو: $\rho = \rho' = \frac{A_s}{dd'} = \frac{6{,}363}{200 \times 2{,}800} = 0.0114$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y}\frac{600}{600 + f_y} = 0.85 \times 0.85 \times \frac{25}{420} \times \frac{600}{600+420} = 0.0253$$

$$\bar{\rho}_b = \rho_b + \rho' \frac{f'_{sb}}{f_y} = 0.0253 + 0.0114 \times 1 = 0.0367 > \rho = 0.0114$$

$$\bar{\rho}_{min} = \rho' \frac{f'_y}{f_s} + 0.85\beta_1 \frac{d'}{d}\frac{f'_c}{f_y}\frac{600}{600 + f_y} \Rightarrow \frac{d}{d'} = \frac{2{,}800}{200} = 14 > 5;\ f_s = f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$\bar{\rho}_{min} = 0.0114 \times \frac{420}{420} + 0.85 \times 0.85 \times \frac{200}{2{,}800} \times \frac{25}{420} \times \frac{600}{600 + 420} = 0.0216$$

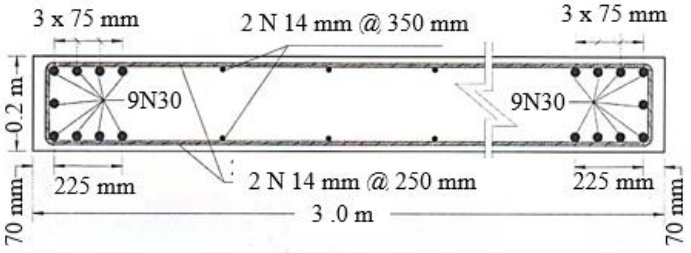
$\rho = 0.0114 < \bar{\rho}_{min} = 0.0216$

$a^2 + \frac{600A'_s - A_s f_y}{0.85f'_c b}a - \frac{600A'_s\beta_1 d'}{0.85f'_c b} = 0$; $a^2 + 269.5a - 152{,}712 = 0$ => $a = 278.6$ mm

$f'_s = 600\frac{a - \beta_1 d'}{a} = 234$ MPa; $M_n = 0.85f'_c\, b\left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_s\, f'_s \quad (d - d')$

$M_n = 3{,}150.4 \times 10^6 + 3{,}871.3 \times 10^6 = 7{,}021.7 \times 10^6$ N. mm

$\phi M_n = 0.9 \times 7{,}021.7 = 6{,}320$ KN. m > $M_u = 6{,}000$ KN. m => OK



4.5.6- ځانګړي اوسپنيزکانکرېټي ساختماني يا پرېکېدونکي ديوالونه
(Special Reinforced Structural or Shear walls)

دا ډول پرېکېدونکي ديوالونه په ټولو يا عمده برخو کې دجانبي بار په وړاندې د مقاومت لپاره کارېږي . که دا جانبي بار د زلزلې له امله وي او ډينامیکي ماهيت لري ، دهغې په وړاندې د مقاومو عناصرو د انرژي جذب ځانګړې اهميت لري . په دې اړه د (ACI) کود په لوړ خطرناکه (اوحتی په منځنيو) زلزله يې سيمو کې د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو په محاسبو کې د دې لپاره چې وړ کړنه تر سره کړي ، ځانګړي فولادي سيخان په پام کې نيول کېږي ، چې په پايله کې د ډينامیکي يا په ځانګړي توګه د زلزلې بارونو په وړاندې مقاوم کېږي . د کود له خوا د ځانګړو اوسپنيزوکانکرېټي ساختماني يا پرېکېدونکو ديوالونو لپاره ځينې غوښتنې د مطالعې لاندې نيسو:

1- د ځانګړو اوسپنيزوکانکرېټي ساختماني يا پرېکېدونکوديوالونو مرزي اجزاء (Boundary elements): په دې ډول ديوالونو کې مرزي دغاړو برخې يا څنډې دي چې په ځانګړې توګه د عمودي او افقي سيخانو په واسطه ځواکمنه کېږي او ښايي د ديوال د نورو برخو په پرتله ضخيمې په پام کې نيول شي .

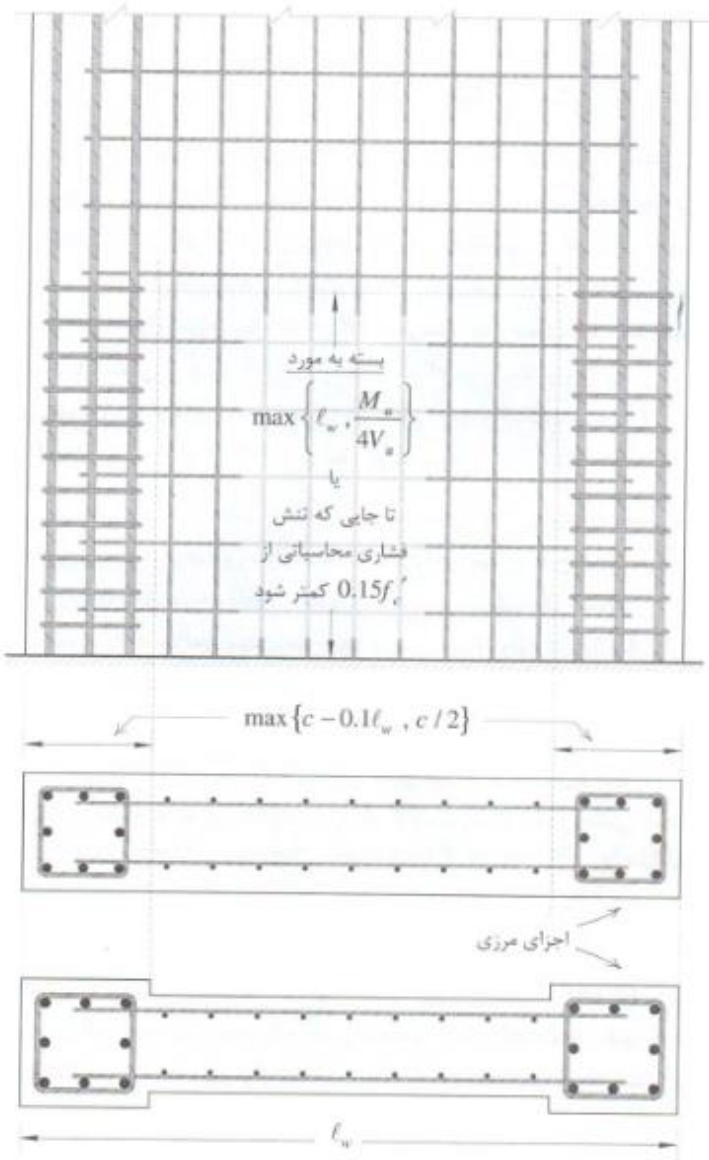
د (ACI) کود د ديوالونو په غاړويا څنډو کې د فولادي سيخانو دځای په ځای کېدنې ارزونه په دوو طريقو تر سره کوي : لومړی طريقه نوي ده چې د بې ځايه کېدنې پورې تړلې ده او د (2002)ز کال څخه راپه دې خوا په دې کود کې کارېږي او دويمه طريقه عادي رواجي طريقه ده چې د ډاډمنتيا لپاره د ديوالونو په غاړويا څنډو کې د فولادي سيخانو دځای په ځای کېدنه په پام کې نيولو لپاره کارېږي . د ديوالونو په غاړويا څنډو کې د فولادي سيخانو دځای په ځای کېدنه د لاندښيو شرايطو له مخې په پام کې نيول کېږي :

الف - په ديوالونو ياد ديوالونوپه اړخونو کې چې دستنې سره د ديوال تر پاسنۍ برخې پورې په اغېزمنه توګه ټينګې وي ، د يوې بحراني مقطع پر بنسټ د محوري بارونو او کوږوالي مومنټ لاندې محاسبه کېږي .

که لاندې شرط صدق وکړي نو په هغه حالت کې فشاري ساحه سیخندي کېږي :

$$c \geq \frac{\ell_w}{600(\frac{\delta_u}{h_w})} \quad \ldots\ldots\ldots\

که په دې حالت کې دیوال د یوه د مقطع سره د طاقچې، یه ډول عمل وکړي ، نو د طاقچې فعال عرض ل تنې څخه د مجاور دیوال د تنې پورې د نیمایي او د دیوال د ټولې ارتفاع (25%) پورې ، کوچنۍ فاصله قبلېږي .



8.6- شکل: په پرېکـــېدونکي دیوال کې د مـــرزي اجزاو نمونې. (a) دپرېکېدونکي دیوال نما، (b) د(A-A) قطعه د دیوال له ضخـــامت سره مســـاوي مرزي اجـــزا، (c) د(A-A) قطعه د دیوال له ضخامت ډېر مرزي اجزا(4 :697) .

ج - که مرزي اجزاو ته د (الف) او يا (ب) محدوديتونو له مخې اړتيا وي ، نولاندې غوښتنې بايد په پام کې ونيول شي :

1- مرزي اجزا په افقي ډول د فشاري ساحې له ليرې ليکې څخه لږترلږه بايد په اعظمي ډول $\max\{c - 0.1\ell_w, c/2\}$ فاصله ولري .

2- په طاقچه لرونکې مقطع کې مرزي اجزاء د فشارلانې طاقچې په فعال عرض کې (لکه څنګه چې ب په برخه کې توضيح شو) شاملېږي او لږترلږه بايد (300 mm) په تنه کې متداوم کېږي .

3- په ځانګړو مرزي اجزاوو کې د سيخانو مساحت د لاندې انداز څخه بايد لږ نه شي :

$$A_{sh} = 0.09sb_c \frac{f'_c}{f_{yt}} \quad \text{..... (32.6)}$$

دلته : (b_c) د مرزي جز د مقطع ابعاد دی ، چې د محصورونکو فولادي سيخانو مرکزترمرکزه فاصله ده . (f_{yt}) د عرضاني سيخ په تسليمېدنه کې کششي مقاومت دی . (s) د فولادی سيخانو ترمنځ فاصله ده د لاندې رابطې څخه حاصلېږي :

$$s \le \min\{ \frac{h_{min}}{4} , 6d_L, s_o = 100 + \frac{350-h_x}{3} \} \quad \text{..... (33.6)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (h_{min}) د مرزي جز کوچنۍ اندازه ده . (d_L) د مرزي جز د عمودي سيخانو قطر دی. (h_x) د مرزي جز په ټولو برخو کې دګډمکونو ترمنځ کوچنۍ افقي فاصله ده او د ($100\ mm \le s_o \le 150\ mm$) په پام کې نيولوسره غوره کېږي.

4- په مرزي اجزاو او د ديوال په پايه کې عرضاني فولادي سيخان لږترلږه د سيخانو د لوي قطر له مخې يې پراختيايي اوږدوالی په اتکاء کې ادامه ورکول کېږي. خو مرزي جز د د ديوال په تهداب کې بايد قطعه شي او ځانګړي عرضاني سيخان بايد لږترلږه په تهداب کې (300 mm) پورې وغځېږي .

5- د ديوال په تنه کې افقي فولادي سيخان د مرزي جز د هستې په داخل کې حصارېږي د (f_y) پربنسټ غځېږي.

د - که په دیوال کې مرزي اجزا د (الف) او (ب) برخو پربنسټ ورته اړتیا نه وي ، نو د لاندې بنیو محدودیتونو له مخې په پام کې نیول کېږي :

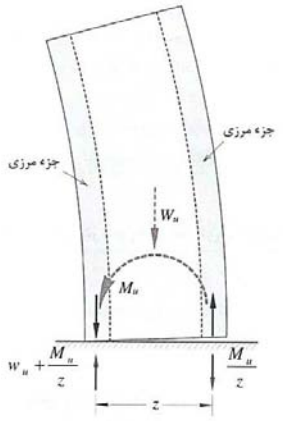
1- که طولي (عمودي) سیخان داسې ځای په ځای شي ،چې د دیوال په مرز کې یې سلنه له ($\frac{2.8}{f_y}$) څخه ډېره وي ، نو عرضاني سیخان د $\max\{c - 0.1\ell_w, c/2\}$ په فاصله ګڼدمکونه د دیوال له څنډې څخه چې ترمنځ فاصله یې له ($s_{max} = 200$ mm) څخه ډېره نه شي په پام کې نیول کېږي . په دې حالت کې د (ج) محدودیتونه اړین نه دي .

2- که لاندې رابطه برقراره شي:

$$V_n \geq \frac{1}{12} A_{cv} \sqrt{f'_c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (34.6)$$

د دیوال افقي سیخان چې د دیوال په څنډو کې بې له مرزي اجزاو قطع کېږي ، نو یا به د ستندرد ګڼدمکونو په واسطه محاط کېږي او یا اړینه ده چې د (U) ډوله ګڼدمک د دیوال د افقي سیخانو د قطراوفاصلي سره معادل باید داسې ځای په ځای شي چې د دیوال دطولي (عمودی) سیخانو سره ونښلي . په پورتنۍ رابطه کې (A_{cv}) د پرېکېدونکو یا عرضاني قوې په لوري د دیوال مجموعي مساحت دی ، چې د دیوال د تنې د ضخامت او اوږدوالي د عرض سره مساوي کېږي .

د (ACI) سپارښتنه کوي ، چې مرزي اجزا باید داسې طرحه شي چې د دیوال د وزن په ګډون په دیوال ټول ثقلي ضربیي شوې بارونوپه وړاندې مقاوم وي . په دې کې هغه عمودي قوې چې په دیوال کې د زلزلې پورې اړونده ضربیي بارونو دچپه کېدنې مومنټ د جبران لپاره په پام کې نیول کېږي ، هم شاملېږي . د لاندې بنې (10.6- شکل) په څېرکه د دیوال دضربیي شویوثقلي بارونواړونده اغېزې په (W_u) او کوږوالي مومنټ په (M_u) او د دیوال د دواړو لورو د مرزي اجزاو په مرکز د قوو داغېزې نقطو تر منځ فاصله په (z) و ښودل شي، نو هریو د بحراني فشاري ($W_u + \frac{M_u}{z}$) او کششي ($\frac{M_u}{z}$) قوو پر بنسټ محاسبه کېږي . په دې ارزونه کې مرزي جز دیوې لنډې ستنې په څېر چې د محوري فشاري او یا د کششي عنص بار لاندې په پام کې نیول کېږي او طولاني سیخان یې محاسبه کېږي .



9.6- شکل: په مرزي اجزاو کې دطولي سیخانو د محاسبې لپاره فشاري او کششي قوې (4 :701) .

5.5.6- د ځانګړواوسپنیزوکانکرېټي پرېکېدونکو دیوالونو سیخبندي

(Reinforcement of Special RCC Shear Walls)

د ځانګړواوسپنیزوکانکرېټي پرېکېدونکو دیوالونو سیخبندی ارزونه دتېر په څېر مخې تر سره کېږي . د (ACI) کود د ادسې یو د ځانګړي اوسپنیزوکانکرېټي پرېکېدونکو دیوال په اړه چې (ℓ_w) یې اوږد دیوال ، (d) یې فعاله ارتفاع او ($A_{cv} = h \times \ell_w$) یې مجموعي مساحت وي سپارښتنه کوي چې نومینالي عرضاني (پرېکېدونکي) مقاومت یې باید له لاندې اندازې څخه کم نه شي :

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y) \quad \text{..... (35.6)}$$

په پورتنۍ رابطه کې ($\frac{h_w}{\ell_w}$) د دیوال د ارتفاع او اوږدوالي نسبت او (ρ_t) د دیوال په مجموعي مساحت کې دافقي سیخانو د سیخبندی نسبت دي او د (α_c) ضریب د ($\frac{h_w}{\ell_w}$) نسبت له مخې ټاکل کېږي ، که ($\frac{h_w}{\ell_w} \leq 1.5$) وي ، ($\alpha_c = \frac{1}{4}$) ، که ($\frac{h_w}{\ell_w} \geq 2$) وي ، ($\alpha_c = \frac{1}{6}$) او که ($1.5 < \frac{h_w}{\ell_w} < 2$) وي ، نو $\alpha_c = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}\left(\frac{h_w}{\ell_w} - 1.5\right)$ قبلېږي . د (V_n) هماغه نومینالي مقاومه عرضاني قوه ده چې ($d = \ell_w$) یې اوږد دیوال لپاره ($V_n = V_s + V_c$) لپاره نیول شوې وه او په لاندې ډول بدلون مومي :

$$V_n = V_s + V_c = \alpha_c \sqrt{f'_c}\, h\ell_w + \frac{A_v f_y \ell_w}{s} \times \frac{h}{h} = A_{cv} \left(\alpha_c \sqrt{f'_c} + \frac{A_v f_y}{sh}\right)$$

$V_n = A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y)$

د (ACI) کود د ځانګړواوسپنیزوکانکریټي پربکېدونکو دیوالونود سیخبندی لپاره په لاندې توګه سپارښتنه کوي :

1- دیوالونه باید په طولي او عرضاني لورو کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومو سیخانو داسې وېشل شوې وي چې په دواړو لورو د عرضاني قوو په وړاندې ډاډمن مقاوم وي. د دیوال په مجموعي مساحت کې دطولاني یاافقي سیخانو دسیخبندی نسبت (ρ_t) ،د عرضاني یاعمودي سیخانو له سیخبندی نسبت (ρ_ℓ) څخه باید که ($\frac{h_w}{\ell_w} \leq 2$) وي لږ نه شي.

2- لږتر لږه (ρ_t) او (ρ_ℓ) له (0.0025) سره مساوي قبلېږي ، که ($V_u \leq \frac{1}{12} A_{cv}\sqrt{f'_c}$) وي ، چې په دې حالت کې د عرضاني قوې په وړاندې مقاوم سیخان باید د دیوال د اصغري اندازې څخه لږه او تر منځ فاصله یې له (450 mm) څخه ډېره نه شي .

3- که عرضاني قوه ($V_u > \frac{1}{6} A_{cv}\sqrt{f'_c}$) وي ، نو په دیوال کې دواړو لوروته دوه قشره د عرضاني قوې په وړاندې مقاوم سیخان په پام کې نیول کېږي .

4- د عرضاني قوې په وړاندې مجموعي مقاومه یا نومینالي عرضاني قو ه د دیوال په څنډو کې د دیوالي ستنې (Wall Pier)په شتون کې چې جانبي قـوې په ګډه سره زغمي باید له ($\frac{1}{3} A_{cv}\sqrt{f'_c}$) څخه ډېره نه شي . همداراز د دیوالي ستنو (Wall Piers) مقاومه یا نومینالي عرضاني قو ه بایدله ($\frac{5}{6} A_{cw}\sqrt{f'_c}$) څخه ډېره فرض نه شي ، ($A_{cw}$) د دیوال دستنې د مقطع مساحت دی .

5- د دیوال د افقي او تـــرلو ګاډرونوبرخـو مقاومـــه یا نومینالي عـــرضاني قو ه بایدله ($\frac{5}{6} A_{cw}\sqrt{f'_c}$) څخه ډېره فرض نه شي ، ($A_{cw}$) د دیوال د افقي او ترلو ګاډرونوبرخو د مقطع مساحت دی .

6.5.6- د ځانګړو اوسپنیزو کانکریټي پرېکېدونکو دیوالونو محاسبه
(Reinforcement of Special RCC Shear Walls)

دکوږوالي مومنټ او محوري بار په وړاندې دځانګړو پرېکېدونکو دیوالونو محاسبه د ستنو د محاسبې پربنسټ او هغې ته ورته چې مخکې پــرې بحــث وشو ، بې له دې چې ($P_u \leq \phi P_n$) کنترول شي ،تر سره کېږي . د محوري بار او کوږوالي مومنټ لاندې د دې ډول دیوالونوپه ارزونه کې دټولو سیخانو د ظرفیت څخه چې د دیوال په ټولو برخو کې ځای په ځای کېږي ګټه اخېستل کېږي .

د (ACI) کود پر بنسټ که د دیوال مقطع په اوږدوکې داسې متقاطع شوې وي چې متقاطع یې د (T)،(L)، (C) اویا بل کوم شکل ولري ، نو د طاقچې اغېزمن عرض یې د هرې تحلیلي طریقې په واسطه پیداکولی شو. دیوې اسانه طریقې په شکل کولی شو چې د طاقچې اغېزمن عرض د مجاور دیوال تر تنې پورې د نیمایې فاصلې او د دیوال د ټولې ارتفاع د (25%) څخه د کوچني قیمت په ټاکلوسره په پیداکړو .

5.6- مثال: یو پرېکېدونکی دیوال چې ضخامت یې (400 mm) دی، دساختمان د پلان د دوو محورونوپه منځ کې د (ℓ_w = 6.0 m) په فاصله دا سې ځای په ځای شوی دی، چې دواړو لوروته د (700 x 700 mm) ابعادلرونکو ستنو سره یوریخت جوړېږي . دا دیوال په یو دولس پوړېزه ودانۍ کې واقع دی چې د لــومــړي پوړ ارتفاع یې (5.0 m) اود نوروپوړونو ارتفاع یې (3.0 m) ده . همــداراز دا دیــوال د دوو اړخیزو ستنو سره د(V_u = 4,500 KN) عرضاني قوې،(P_u = 5,000 KN) محوري قوې او (M_u=60,000 KN. m) کوږوالي مومنټ لاندې (د زلزلې اغېزې په پام کې نیولو سره) واقع دی ، که (f'_c = 30 MPa) او (f_y = 420 Mpa) وي ،نو په لومړي پوړ کې دیوال د ځانګړې اوسپنیزکانکریټي دیوال په څېرمحاسبه کړئ .

حل :

1- په لومړي قدم کې د دیوال عرضاني قوه د اعظمي نومینالي مقاومې عرضامي قوې سره پرتله کوو:

$V_{n,max} = \frac{2}{3} A_{cv}\sqrt{f'_c}$, $A_{cv} = h \times \ell_w$; $\ell_w = 6.0 + 0.70 = 6.70$ m

$A_{cv} = 400 \times 6{,}700 = 268 \times 10^4$ mm^2

$V_{n,max} = \frac{2}{3} A_{cv}\sqrt{f'_c} = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 268 \times 10^4 = 9{,}786 \times 10^3$ N

$\phi V_{n,max} = 0.75 \times 9{,}786 = 7{,}340$ KN $> V_u = 4{,}500$ KN => OK

2 - په ديوال کې د عرضاني قوې په وړاندې مقاوم سيخان په لاندې ډول پيداکېږي :

$V_u = 4{,}500$ KN $> \frac{1}{6} A_{cv}\sqrt{f'_c} = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 268 \times 10^4 = 2{,}446.5$ KN

د پورتني شرط له مخې د ديوال په دواړو امتدادي برخو کې دوه قشره دعرضاني قوې په وړاندې مقاوم سيخان په پام کې نيول کېږي . نو په ديوال کې ځانګړې سيخبندي په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$h_w = 5.0 + 11 \times 3.0 = 38.0$ m ; $\frac{h_w}{\ell_w} = \frac{38}{6.7} = 5.67 > 2.0$

$V_n = A_{cv}(\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y)$ => $\rho_t = \frac{1}{f_y}\left(\frac{V_u}{\phi A_{cv}} - \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\right)$

$\rho_t = \frac{1}{420}\left(\frac{4{,}500 \times 10^3}{0.75 \times 268 \times 10^4} - \frac{1}{6}\sqrt{30}\right) = 0.003156$

$V_u = 4{,}500$ KN $> \frac{1}{12} A_{cv}\sqrt{f'_c} = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 268 \times 10^4 = 1{,}223.25$ KN

$\rho_{tmin} = \rho_{\ell min} = 0.0025$

دوه قشره ډلايه افقي فولادي سيخان (2 N 16 @ 300 mm) چې (ρ_t) يې < 0.0035) (0.003156 او همداراز دوه فشره ډلايه افقي فولادي سيخان (2 N 14 @ 300 mm) چې ($\rho_\ell = 0.00257$) په پام کې نيول کېږي . پاملرنه بايد وشي ، که ($\frac{h_w}{\ell_w} \le 2$) وي ، نو لږترلږه (ρ_ℓ) ، (ρ_t) ته نژدې قبلېږي.

3- د کوږوالي مومنټ او محوري قوې په وړاندې د ديوال محاسبه: د ديوال لوړوالي ته په کتنې اود کږېدنې په ظرفيت کې د عمودي عرضاني (پرېکېدونکو) سيخانو له اغېزو څخه په انصراف سره ، په لږنژدېکت سره کولی شو دکوږوالي مومنټ په يوه جوړه فشاري او کششي قوو واړوو او فشاري او کششي قوې له هريوې ستنې څخه په لاس راوړو. په

دې حالت کې د انحنايي مومنټ لويوالي او له مرکزيت څخه د بيرون وتنې په پام کې نيولو سره کولی شو کششي (T_u) او فشاري (C_u) قوې په لاندې ډول پيدا کړو:

$$T_u = \frac{M_u}{z} = \frac{60,000}{6} = 10,000 \text{ KN}$$

$$C_u = P_u + \frac{M_u}{z} = 5,000 + 10,000 = 15,000 \text{ KN}$$

$$T_u = \phi A_s f_y \Rightarrow A_s = \frac{T_u}{\phi f_y} = \frac{10,000 \text{ x } 10^3}{0.90 \text{ x } 420} = 26,455 \text{ mm}^2$$

د پايې فشاري ظرفيت مساوي کېږي په :

$$P_n = \phi \left[0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y\right]$$

$$A_{st} = \frac{1}{(f_y - 0.85 f'_c)} \left(\frac{C_u}{\phi} - 0.85 f'_c A_g\right)$$

$$A_{st} = \frac{1}{(420 - 0.85 \text{x } 30)} \left(\frac{15,000\ x10^3}{0.65} - 0.85\text{x } 30 \text{ x } 700 \text{ x}700\right) = 26,824 \text{ mm}^2$$

$A_{st} = 26,824 \text{ mm}^2 \Rightarrow$ 28 N 36 $\Rightarrow A_{st} = 28,486 \text{ mm}^2$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې د ديوال دواړو خواو ته ستنو کې (28 N 36) سيخانو څخه ګټه واخېستل شي ، خو دا حل ديوه لړه محاسبه ده ، نو له دې امله له (10%) څخه تر (20%) پورې په پايو کې د سيخانو د کمېدنې (24 N 36) پورې د سيخانو داصلاح (لکه مخکې په څېر) له مخې قبول کړو. دمحوري قوې او کوږوالي مومنټ په وړاندې د ديوال طولی يا په اوږدو کې فولادي سيخان (2 N 14 @ 300 mm) ارزول کېږي ، خو اوس يې ارزونه نه کوو او مخکې په ډېر تفصيل سره توضيح شوه.

4- د ديوال په دواړو لورو کې د ځانګړو مرزي اجزاو څخه دګټې اخېستنې اړتيا ارزونه :

داچې په دې مثال کې محاسبوي بې ځايه کېدنه (δ_u) نه ده ښودل شوی، نو د ديوال په څنډو کې د ځانګړو فولادي سيخانو ځای په ځای کېدنې اړتيا دمقطع په ليري فشاري ليکه کې د فشاري تشنجاتو د کنترول پربنسټ ارزوو:

$$\sigma = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u}{I_g} \text{ x } \frac{\ell_w}{2} \text{ ; } A_g = 2 \text{ x } (700 \text{ x } 700) + 400 \text{ x } 5,300 = 3.1 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^2$$

$$I_g = \frac{700 \text{ x } (6,700)^3}{12} - \frac{300 \text{ x } (5,300)^3}{12} = 1.38 \text{ x } 10^{13} \text{ mm}^4$$

$$\sigma = \frac{5,000\ x\ (10)^3}{3.1\ x\ (10)^6} + \frac{60,000\ x\ (10)^6}{1.38\ x\ (10)^{13}} \text{ x } \frac{6,700}{2} = 1.61 + 14.57 = 16.2 \text{ MPa}$$

$\sigma = 16.2 \text{ MPa} > 0.2\ f'_c = 0.2 \text{ x } 30 = 6.0 \text{ MPa}$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې مرزي ځانګړو اجزاو ته اړتیا شته، نو په مرزي اجزاو کې ځانګړې سیخان بایدد پایې تر ارتفاع پورې وغځېږي ، تر څو ($\sigma < 0.15\ f'_c = 4.5$ MPa) شي. که د ځانګړو اجزاو ارتفاع د بې ځایه کېدنې طریقې له مخې وټاکل شي ، نو ځانګړي فولادي سیخان بایدتر $\max\{\ell_w, M_u/4V\} = 6.7$m ارتفاع له پایې څخه ادامه پیداکړي . دا طریقه هغه مهال کارېږي چې د دیوال مقطع د ساختمان ترپاسنۍ برخې پورې ثابته وي یعنې داچې دیوال د کوږوالي او محوري بارونو لپاره یوه بحراني مقطع ولري .

5- په مرزي اجزاو کې د ځانګړو عرضي سیخانو ځای په ځای کېدنه: مرزي اجزاء په افقې ډول د فشاري ساحې د لیرې لیکې څخه لږترلږه تر $\max\{c - 0.1\ell_w, c/2\}$ فاصلې پورې غځېږي . په دې رابطه کې (c) د غیرفعال محور ارتفاع ده او د نسبتي اوږدېدنې د تحلیل له مخې ټاکل کېږي . په دې مثال کې (c) په تحلیلي توګه نه ټاکل کېږي ، نوداړخ پایو په عرض کې عرضي سخان له پرېکېدونکي دیوال څخه وروسته تر (700 mm) پورې غځېږي ، دا ترهغه پورې په پام کې نیول کېږي چې ($c < 1.4$ m) شي . که د تحلیلي محاسبې په واسطه ($c > 1.4$ m) شي ، نو ځانګړي عرضاني سیخان د دیوال د تنې په برخه کې هم باید ځای په ځای شي .

د عرضاني فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په : $A_{sh} = 0.09 s b_c \frac{f'_c}{f_{yt}}$

دعرضاني سیخانو ترمنځ فاصله د لاندېنۍ رابطې څخه حاصلېږي :

$$s_{max} = \min\{\frac{1}{4} h_{min}, 6d_L, s_o\};\ s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

د پرېکېدونکي دیوال په څنډو کې پایو لپاره (24 N 36) محاسبه شوی سیخان ، د پایو په مقطع کې ګردچاپیره (7) سیخان ځای په ځای کېږي اوپه پایو کې د ګڼدمکونو د محدودیتونو پربنسټ یوګڼدمک په اوږدو کې دټولو سیخان په ګردچاپیره او دوه نیمه ګڼدمکونه په هر لوري په پام کې نیول کېږي . نو له دې امله د مرزي جز په ټولو لورو د

ګڼدمکونو او نیمه ګڼدمکونو د سیخانو تر منځ اعظمي افقي فاصله د (h_x) له مخې په لاندې ډول پیدا کېږي:

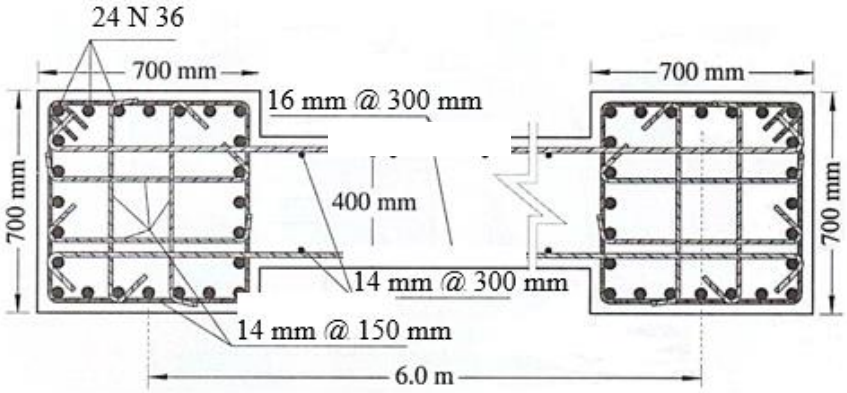
$h_x = (700 - 2 \times 50)/3 = 200$ mm; $s_o = 100 + \frac{350-200}{3} = 150$ mm

$100 \text{ mm} \leq so \leq 150 \text{ mm} \Rightarrow$ OK

$s_{max} = \min\{\frac{700}{4} = 175 \text{ mm}, 6 \times 36 = 216 \text{ mm}, s_o = 150 \text{ mm}\} = 150$ mm

$A_{sh} = 0.09 \times 150 \times (700 - 2 \times 40 - 14) \frac{30}{420} = 585 \text{ mm}^2$

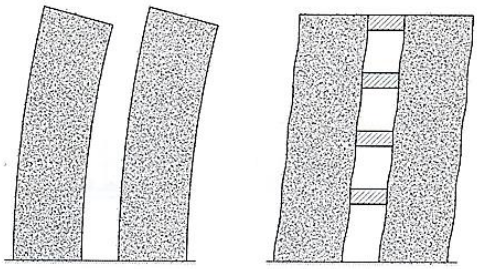
د دیوال د مرزي اجزاو لپاره محاسبه شوی ځانګړي عرضاني فولادي سیخان لږترلږه (300 mm) یو د بل پسې ، د دیوال دواړو لورو کې د ځانګړو مرزي اجزاو کې افقي عرضاني فولادي سیخان کې د لاندې شکل په څېر ځای کېږي.



7.5.6- یوله بل سره تړلي پرېکېدونکي دیوالونه او پیوند ګاډرونه (Coupled Shear Wall and Coupling Beams)

دوه ځانګړي پرېکېدونکي دیوالونه چې یو له بله د ډېرې ازادې فاصلې شتو له دلیله سره جدا شوې وي، کولی شو د تړلي پرېکېدونکي دیوالونو (Coupled Shear Walls) په واسطه چې دمحوري بار او انحنایې مومنټ په وړاندې مقاوم وي یو له بل سره وصل کړو. همداراز ګاډرونه د پیوند ګاډرونو(Coupled Beams) په واسطه یوله بل سره وصلېږي. د دوو یو ځای شویو پرېکېدونکو دیوالونوترکیبي سختي د دواړو دیوالونو د ځانګړو سختیو څخه ډېره وي. تړلي پرېکېدونکي دیوالونه د ساختمان جانبي شکل بدلون (Drift) او د دیوالونود انحنایې مومنټ توپیررا کموي.

په لاندې شکل (11.6- شکل) کې دوه ګاونډي پرېکېدونکي دیوالونو په ځانګړي او ټرلي ښودل شوي دي ، چې دواړه یوله بله سره بشپړه توپیر لري . په حقیقت کې دوه ګاوندي اوځانګړي پرېکېدونکي دیوالونه د انحناء له امله د شکل بدلون خپله ښیي، خو د ګاډرونو په واسطه وصل کېدنې له امله د دواړو دیوالونو تر منځ دعرضاني قوې او انحنایي مومنټ انتقال ، چې د ټرلي پرېکېدونکي دیوال په څېر کارکوي کړنه یې چوکاټ ته او جانبي شکل بدلون یې د عرضاني قوې شکل بدلون ته نژدې وي . دنښلونکي ګاډر سختي د ټرلي یا نښتي پرېکېدونکي دیوال په کړنه کې ډېرمهم رول لري ، که یې سختي لږه وي ، نو ټرلي یا نښتي پرېکېدونکي دیوالونه ، دځانګړو دیوالونو په څېراو که سختي یې ډېره وي ، نو ټرلي یا نښتي پرېکېدونکي دیوال دیوه کامل دیوال په څېر کار کوي .



10.6- شکل : پرېکېدونکي ګاونډي دیوالونه . (a) ځانګړي پرېکېدونکي دیوالونه او (b) ټرلي پرېکېدوني دیوالونه (4 :710) .

دا چې نښلونکی ګاډر د کانټیلیور په څېر عرضاني قوه له یوه پرېکېدونکي دیوال څخه بل پرېکېدونکي دیوال ته انتقالوي ، نو دعرضاني قوې له امله په کې د شکل بدلون اندازه ډېره لوړه وي او په زلزله کې په ډېره چټکۍ سره تخریبېږي . څېړنو ښودلې ده چې په نښلوونکو یا پیوندي ګاډرونو کې طولي او عرضي قطري سیخانو ځای په ځای کېدنه د دې ډول بارونو په وړاندې مقاومت لوړوي . په (12a.6- شکل) کې ښودل شوې سیخبندي د قیچي په څېرعمل کوي چې کششي قوه (T) او فشاري قوه (C) داسې

انتقالوي چې د عرضاني قوې (V) او انحنايې مومنټ (M) دانتقال لامل کېږي او په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$T = C = \phi A_{vd} f_y \quad \text{..... (36.6)}$$

$$V_u = 2T \sin \alpha = 2\phi A_{vd} f_y \sin \alpha \quad \text{.....(37.6)}$$

$$M_u = \phi A_{vd} f_y \sin \alpha \, (h - 2d) \quad \text{..... (38.6)}$$

د (ACI) کود د نښلونکو یا ټرونکو ګاډرونو لپاره د ($\frac{\ell_n}{h}$) نسبت له مخې دلاندې ټینیو محدودیتونو سپارښتنه کوي:

1- که ($\frac{\ell_n}{h} \geq 4$) وي ، نو په نښلونکي ګاډر کې د قطري سیخانو ځای په ځای کېدنې ته اړتیا نه شته . په دې حالت کې د نښلوونکي ګاډر سیخبندي په ځانګړوانحنایي چوکاټونو کې د انحنایي اجزاو په څېر تر سره کېږي . په نښلونکي ګاډر کې پاسني او لاندېني طولي سیخان داسې ځای په ځای کېږي ،چې ($\rho \leq 0.025$) وي .

همداراز له اتکاء څخه د (2h) په فاصله د عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي فاصله د لاندېنۍ رابطې له مخې کوچنۍ فاصله ټاکل کېږي :

$$s_{max} = \min \{ \, , 8d_L, 24d_T, 300 \text{ mm} \} \quad \text{..... (39.6)}$$

په پورتنۍ رابطه کې (d_L) د طولي سیخانو کوچنی قطر دی او (d_T) د عرضاني سیخانو قطر دی .

2- که ($\frac{\ell_n}{h} < 4$) وي ، نو پیوندي یا نښلوونکی ګاډر وایې منځ ته په متقارنه توګه په دوه متقاطع ډلو په قطري ډول سیخبندي کېږي .

3- که ($\frac{\ell_n}{h} < 2$) وي او ضریبي عرضاني قوه ($V_u > \frac{1}{3} A_{cv} \sqrt{f'_c}$) وي ($A_{cv}$- د پیوندي ګاډر د مقطع مساحت دی) ، نو پیوندي یا نښلوونکی ګاډر وایې منځ ته په متقارنه توګه په دوه متقاطع ډلو په قطري ډول سیخبندي کېږي .

4- پیوندي یا نښلوونکی ګاډر وایې منځ ته په متقارنه توګه په دوه متقاطع ډلو په قطري ډول دلاندې ټینیو محدودیتونو په پام کې نیولو سره سیخبندي کېږي:

الف - د سیخبندی هر ډله باید لږترلږه څلور سیخانو وي ، چې د یوې هستې په ګردچاپیره په داسې پام کې نیول کېږي ،چې د دې هستې ابعاد د (12b.6- شکل) په څېر د عرضاني سیخانو تر بیرونه پورې اندازه کېږي او د ګاډر د سطحې پرعمود ي لوري باید له ($\frac{b_w}{2}$) څخه لږنه شي او دګاډر دسطحې پر لوري په قطري سیخانو عمودي باید له ($\frac{b_w}{2}$) څخه لږه نه شي.

ب - د پیوندي یا نښلوونکي ګاډر نومینالي مقاومه عرضاني قوه د لاندېنی رابطې څخه پیداکېږي :

$$V_u = 2A_{cv}f_y \sin\alpha \leq \frac{5}{6} A_{cv}\sqrt{f'_c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (40.6)$$

په پورتنی رابطه کې (A_{cv}) په هره ډله کې د قطري فولادي سیخانو مساحت دی او (α) له افق سره د قطري فولادي سیخانو زاویه ده .

ج - قطري فولادي سیخان د عرضاني سیخانو په واسطه د لاندېنیو شرایطو له مخې محصورېږي :

- که د عرضاني سیخان په فنري یا دایروي توګه سیخبندي ، نودسیخبندی نسبت یې باید له لاندېني قیمت څخه لږ نه شي :

$$\rho_s = 0.12\frac{f'_c}{f_y} \geq 0.45\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)\frac{f'_c}{f_y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (41.6)$$

- که د عرضاني سیخان د مستطیلي ګڼدمکونو په توګه سیخبندي ، نو مجموعي مساحت یې باید له لاندېنیو دوو قیمتونو څخه لږ نه شي :

$$A_{sh} = 0.09sb_c\frac{f'_c}{f_{yt}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (42.6)$$

$$A_{sh} = 0.3\left(sb_c\frac{f'_c}{f_{yt}}\right)\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (43.6)$$

په پورتنیورابطو کې (f_{yt}) د عرضاني سیخانو په تسلیمېدنه کې مقاومت دی، (b_c) د قطري فولادي سیخانو د ډلې عرض دی ،چې د محاطوونکي سیخانو مرکزترمرکزه فاصله ده او محاطوونکي سیخان بیرون تر بیرونه اندازه کېږي ، (A_{sh}) د قطري سیخانو

د مقطع د هستې مساحت دی او (A_g) د قطري عنصر د سطحې مجموعي مساحت دی ،چې د عرضاني سیخانو ګردچاپیره د بیرني نقطې څخه لږترلږه (40 mm) پوښ له مخه حسابېږي .

- د قطري سیخانو محصورونکو عرضاني سیخانو تر منځ فاصله (s) د (33.6- رابطې) څخه پیداکېږي :

$$s \leq \min\{ \frac{h_{min}}{4} , 6d_L, s_o = 100 + \frac{350-h_x}{3} \} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33.6)$$

په پورتنۍ رابطه کې (h_{min}) د مرزي جز کوچنۍ اندازه ده . (d_L) د مرزي جز د عمودي سیخانو قطر دی . (h_x) د مرزي جز په ټولو برخو کې دګژدمکونو ترمنځ کوچنۍ افقي فاصله ده او د ($100\ mm \leq s_o \leq 150\ mm$) په پام کې نیولوسره غوره کېږي .

د- د قطري سیخانو پراختیایي اوږدوالی په دیوال کې د کششي قوې پر بنسټ تامینېږي .

هـ - قطري سیخان د پیوندي ګاډرونوپه نومینالي انحنایي مقاومت کې اغېزمن نیول کېږي،چې د دې دواړو ګډون کولی شو د(38.6- رابطې) په واسطه وارزوو :

$$M_u = \phi A_{vd} f_y \sin\alpha\ (h - 2d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (38.6)$$

و- په ننبلوونکو ګاډرونو کې د قطري سیخانو او دهغې ګردچاپیره ګژدمکونوسربېره طولي او عرضاني سیخان هم لکه د (12b.6- شکل) په څېرپه پام کې نیول کېږي . د دې سیخانو اصغري اندازې په لاندې ډول ټاکل کېږي :

د طولي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

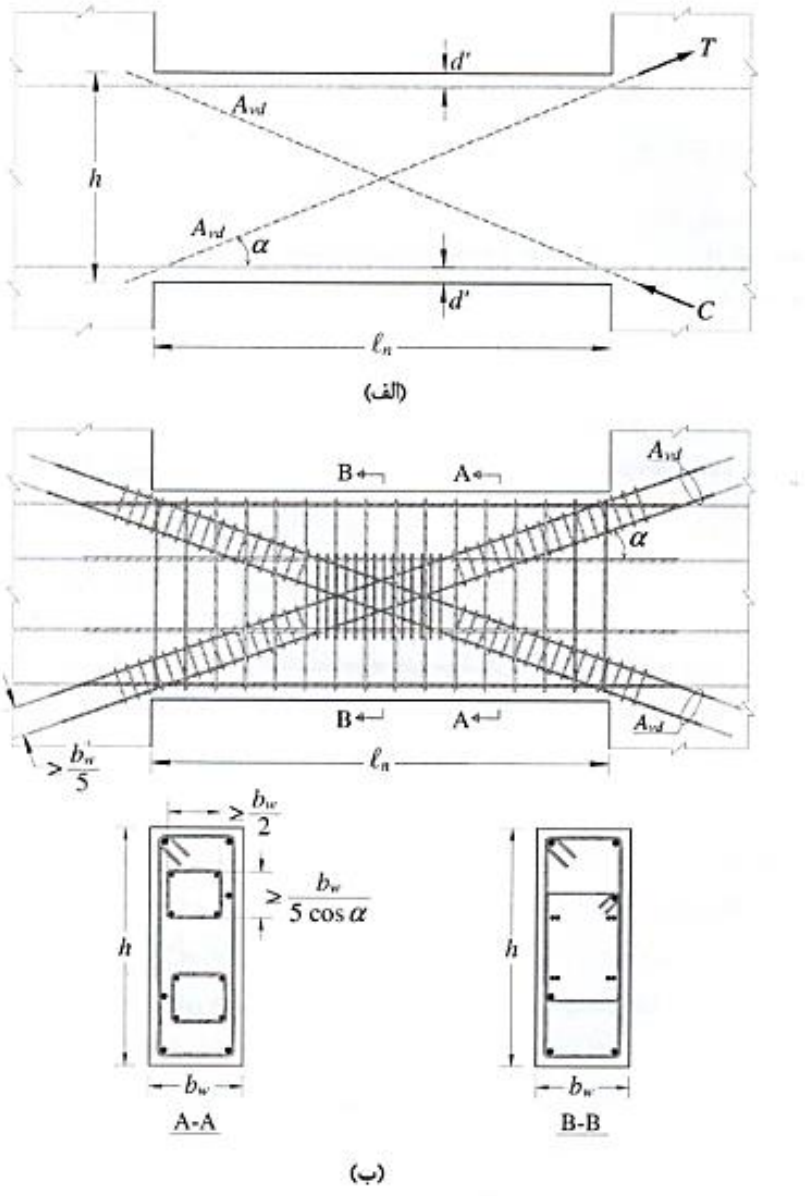
$$A_v = 0.0025 b_w s \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (44.6)$$

د عرضاني سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_v = 0.0015 b_w s \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (45.6)$$

د طولي او عرضاني سیخانو تر منځ فاصله مساوي کېږي په :

$$s \leq \min\{ \frac{d}{5} , 300\ mm \} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (46.6)$$



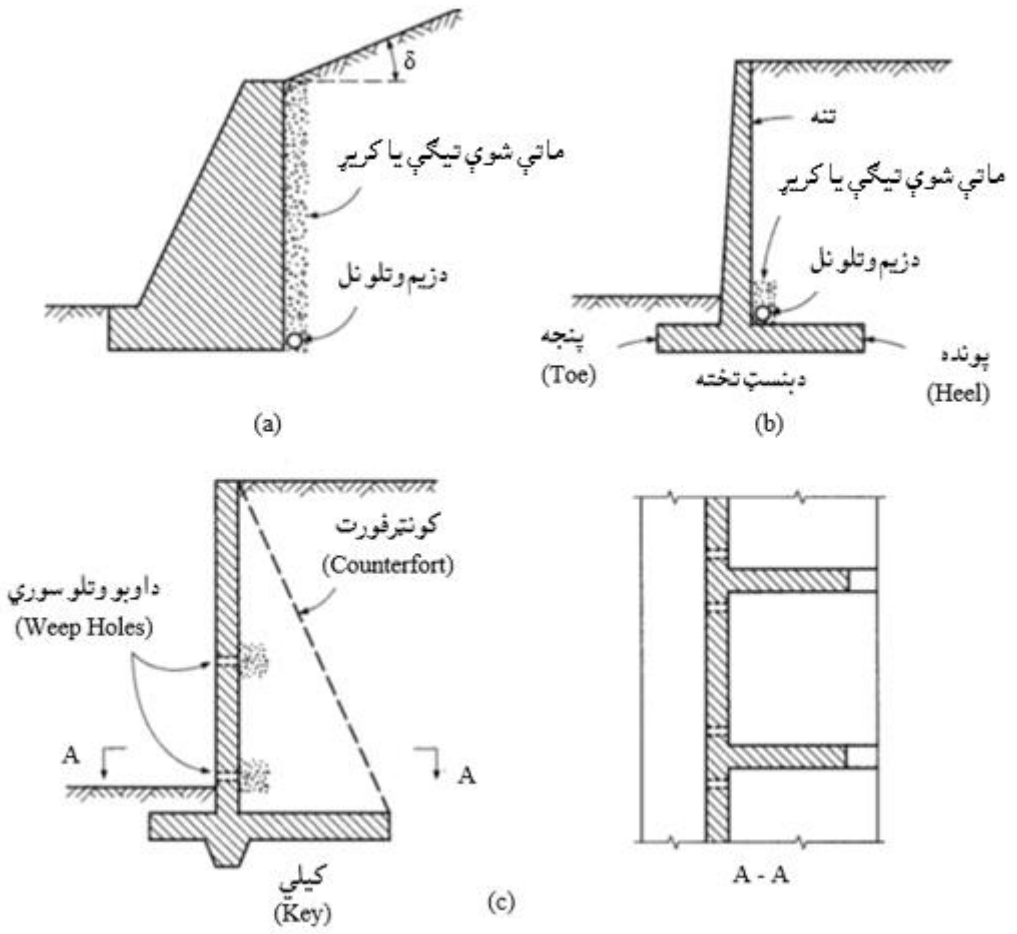
11.6- **شکل** : په پيوندي ګاډرونو کې د قطري فولادي سيخانو د قيچي ډوله سيخندي . (a) په پيوندي ګاډرونو کې د قطري فولادي سيخانو د قيچي ډوله کړنه او (b) د (ACI) کود د غوښتنې له مخې په پيوندي ګاډرونو کې سيخبندي (4 :710) .

6.6- د اوسپنيزوکانکرېټي استنادي ديوالونو تحليل او محاسبه

(Reinforced Concrete Retaining Walls Analysis and Design)

استنادي ديوال هغه ديوالونه دي چې بې له سيخه (ثقلي يا وزني ديوالونه) اويا اوسپنيزکانکرېټي دخاورې يا اوبو دجانبي فشارپر وړاندې دپايداری لپاره ترې ګټه اخېستل کېږي . په (12.6- شکل) کې څول ډوله کاربدونکي ديوالونه ښودل شوې دي. په (12a.6- شکل) کې ثقلي يا وزني استنادي ديوال ښودل شوی دی چې بې له سيخه کانکرېټو، خښتو ، ډبرو او يا نورو ساختماني موادو څخه جوړېږي(422:3) .

په دې ډول ديوالونوکې د ديوال وزن د جـــانبي فشارپروړاندې مقاومت او محکميت کوي ،چې مقطع او ابعـــاديې له محـــوره بيرون عامل محـــوري بار او کربدنې مومنټ له مخې ټاکل کېږي چې د مقطع د (1/3) په ارتفاع کې واقع کېږي ، تر څو په هغې کې کششي تشنجات رامنځته نه شي . په (12b.6- شکل) کې کانټيليور استنادي ديوال او په (12c.6- شکل) کې کونټوفورت استنادي ديوال ښودی شوې دی چې دا دواړه ډوله ديوالونه له اوسپنيزوکانکرېټو څخه جوړېږي او د جانبي فشارپه وړاندې د پايداری لامل يې د ديوال انحنايي مقاومت او د خاوروزن وي چې د خاورينې پشتې پرمخ واقع وي . ددې ډول ديوالونو د محاسبې لپاره دجانبي خاورې او د تهداب لاندې خاورې په اړه بشپړه معلومات اړين دي (1 :762) .

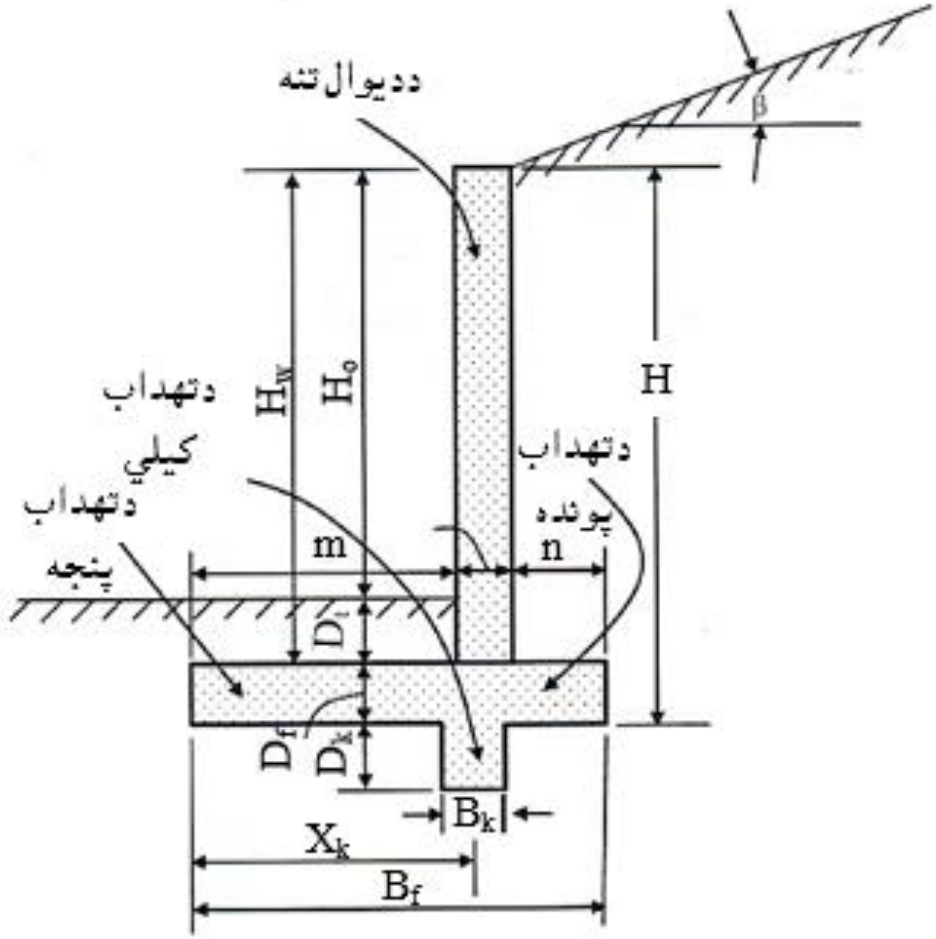


12.6- شکل: استنادي دیوالونه . (a) ثقلي استنادي دیوال، (b) کانټیلیور استنادي دیوال او (c) کونټرفورت استنادي دیوال دی (1 :761) .

1.6.6- اوسپنېزکانکرېټي کانټيليور استنادي ديوالونه

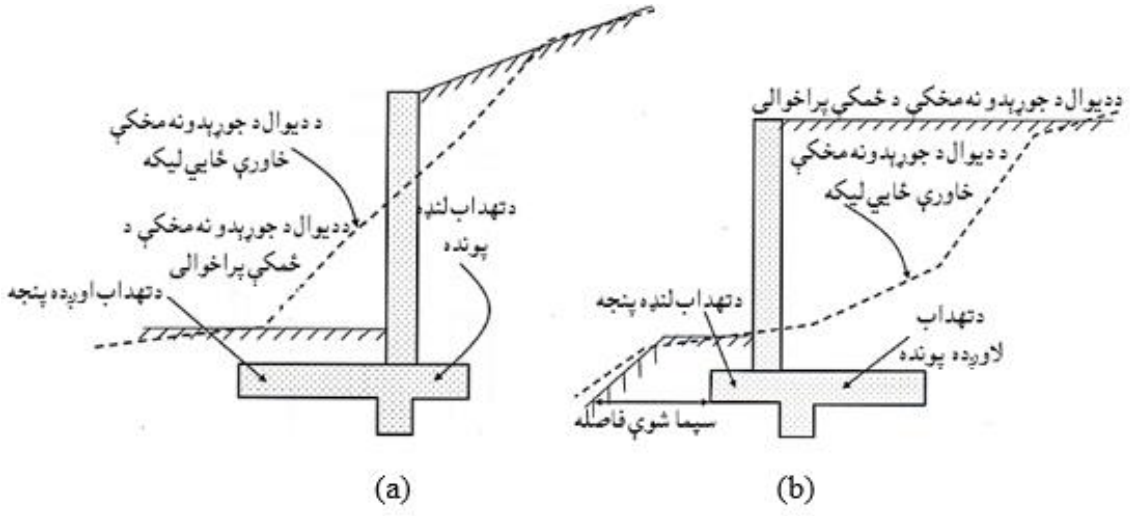
(Reinforced Concrete Cantilever Retaining Walls)

د اوسپنيزوکانکرېټي استنادي ديوالونو څخه چې (13.6- شکل) کې يې ښودل شوي دي له کانټيليوراستنادي ديوال څخه ډېره ګټه اخېستل کېږي .



13.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال عرضاني مقطع (428:7).

د لاندېني (14.6- شکل) په څېرې هغه ځايونو کې چې د خاورو کندنه ترسره کېږي ديوال داسې طرحه کېږي ،چې د پنجې (Toe) برخه يې اوږده او د پوندې (Heel) برخه يې لنډه وي او چې د خاورو څخه ډکېږي داسې طرحه کېږي ،چې د پنجې برخه يې لنډه او د پوندې برخه يې اوږده وي(744:8) .



14.6- شکل: دکانټیلیور استنادي دیوال عرضاني مقطع .(a) دخاورې کندنې حالت او (b) د خاورې ډکون حالت (429:7).

2.6.6- د جیوټکنیکي انجنیري له پلوه د کانټیلیور استنادي دیوالونه

(Geotechnical Engineering Aspects of Cantilever Retaining Walls)

استنادي دیوالونه داسې محاسبه کېږي ، چې د خوندي شوو خاورو له امله د خاورې فشار په وړاندې مقاوم وي . د خاورې یا جیوتکنیک پروژې انجنیر یو راپور برابروي،چې په هغې کې د خاورې په هکله د ښلا ښلوارخونو له پلوه تفصیل ورکړل شوی وي . د استنادي دیوالونو د محاسبې لپاره لاندې نیو معلوماتوته ډېره اړتیاده :

1- د خاورې حجمی وزن (γ) .
2- د خاورې د داخلي اصطکاک زاویه(ϕ_s) .
3- د خاورې د زغم مجازي فشار(q_a) .
4- د خاورې او کانکرېټو ترمنځ د اصطکاک ضریب(μ) .
5- د کمېدنې ضریب ، چې د اصطکاک او غیرفعال مقاومت لپاره کارېږي (R) .
6- د تهداب اصغری اړین ژوروالی ($D_t + D_f$) .
7- د روښنایي لپاره اصغري فاصله .
8- د استنادي دیوال شا ته اړینه اوبه وتنه .

هغه بارونه چې پر کانټيليور استنادي ديوال عمل کوي په (4.6- شکل) کې ښودل شوي دي چې لاندې پارامترونه په کې کارېږي :

P_aاوP_{as} - په ترتيب سره د(H/3) او(H/2) سره د خاورې د وزن او اضافي عامل بار له امله د خاورې د فعالو بارونو محصله ده .

W_s- اضافي بار دی چې د استنادي ديوال شاته د هوار ډوکون له امله رامنځته کېږي .

K_a, K_p- په ترتيب سره د خاورې د فشار فعال او غير فعال ضريبونه دي .

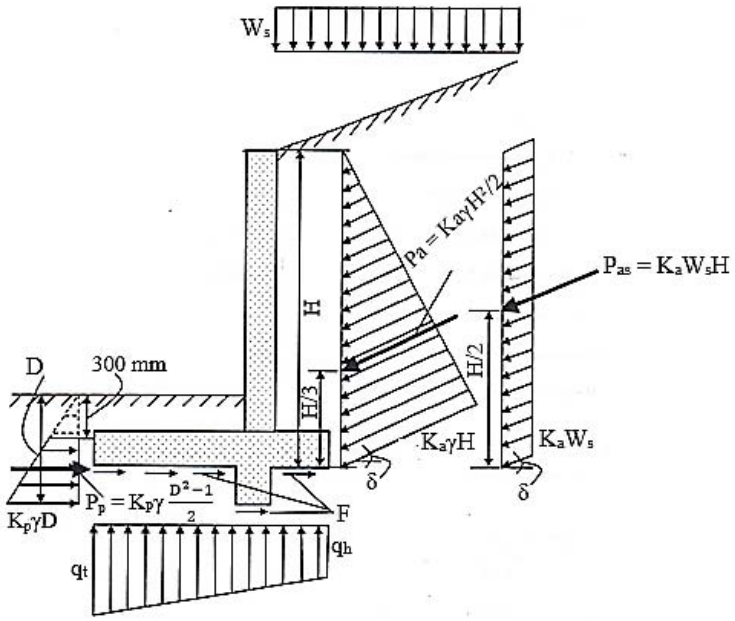
δ- د خاورو او ديوال ترمنځ د اصطکاک زاويه ده .

P_p - د خارو د غير فعال فشار محصله ده .

$D = D_t + D_f + D_k$ - د تهداب اود کيلي ژوروالی دی ، چې د غير فعال يا ضعيفه مقاومت لپاره کارېږي .

F- د تهداب او خاورې تر منځ د اصطکاک مقاومت دی .

q_h, q_t- په ترتيب سره د تهداب په پنجې او پوندې باندې د خاورې فشار دی .



15.6- شکل: د کانټيليور استنادي ديوال له پاسه د خاورې قوې (431:7) .

د ديوال شاته د خاورې فعال فشار (P_a اوP_{as}) چې دپه (δ) زاويه د ديوال د سطحې سره عمل کوي او د ديوال اود خاورې ترمنځ د اصطکاک لامل کېږي او د($\phi_s/2$) څخه تر($\phi_s/3$) بريده پورې وي . د خاورې دفعال فشار اصطکاک برخې (اجزاء) د ديوال د

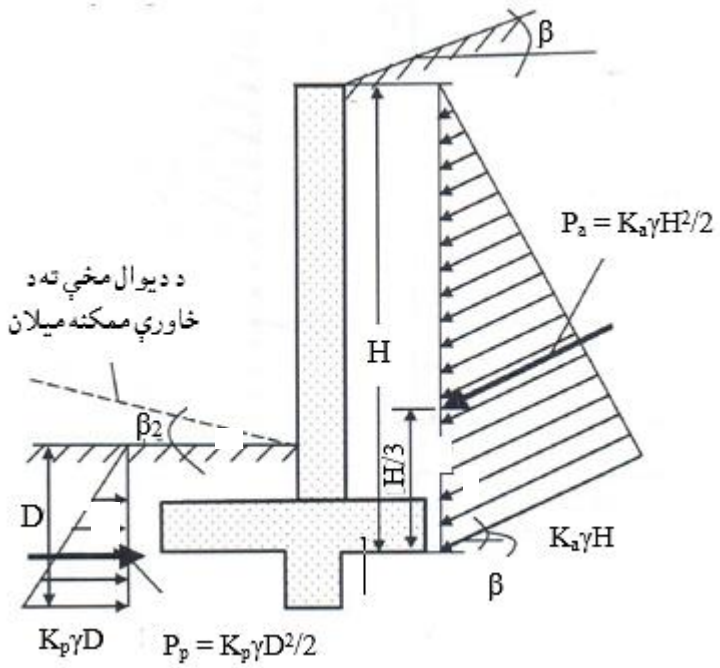
استواری لپاره ګټور ې دي ، دا ځکه چې دیوال د خاورې طبقې پر لوري ټیل وهی . په محاسبه کې ($\delta = 0$) فرضېږي ، دا ډول فرضېدنه محاسبه اسانه کوي او خوندیتوب لوړوي (746:8).

د(K_a) او(K_p) ضریبونه د رنکین (Renkine's) ، کولومب (Coulamb's) تیوریو او نورو طریقو په واسطه پیداکېږي . د رنکین په تیوری کې د خاورې فشار (فعال یا غیر فعال) د افقي لوري سره د (β) په زاویې (د شا د ډکون میلان) په مایل ډول فرضېږي او د دیوال مخکې لکه د (15.6- شکل)په څېرد خاورې په افقي ضعیفه مقاومت کې په افقي حالت کې وي،چې داضریبونه د لاندېنیو رابطو په واسطه پیداکېږي :

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_s}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_s}} \quad \text{..... (47.6)}$$

$$K_p = \cos\beta_2 \frac{\cos\beta_2 - \sqrt{\cos^2\beta_2 - \cos^2\phi_s}}{\cos\beta_2 + \sqrt{\cos^2\beta_2 - \cos^2\phi_s}} \quad \text{..... (48.6)}$$

دلته : (β) او(β_2) په ترتیب د شا ډکون اود دیوال مخې ته د خاورې دمیلان زاویې دي.



16.6- شکل: د رینکین تیوری پر بنسټ د خاورې فعال او غیرفعال فشار(432:7).

چې د اضافي بار (Surcharge) له امله د خاورو فشار افقي لوري ته د(β) د زاویی په میل عمل کوي ،د افقي ډکون ځانګړې حالت لپاره د(K_a) او(K_p) قیمتونه د رینکین تیوری له مخې (47.6) او (48.6) رابطې په لاندې ډول لیکو(425:3) :

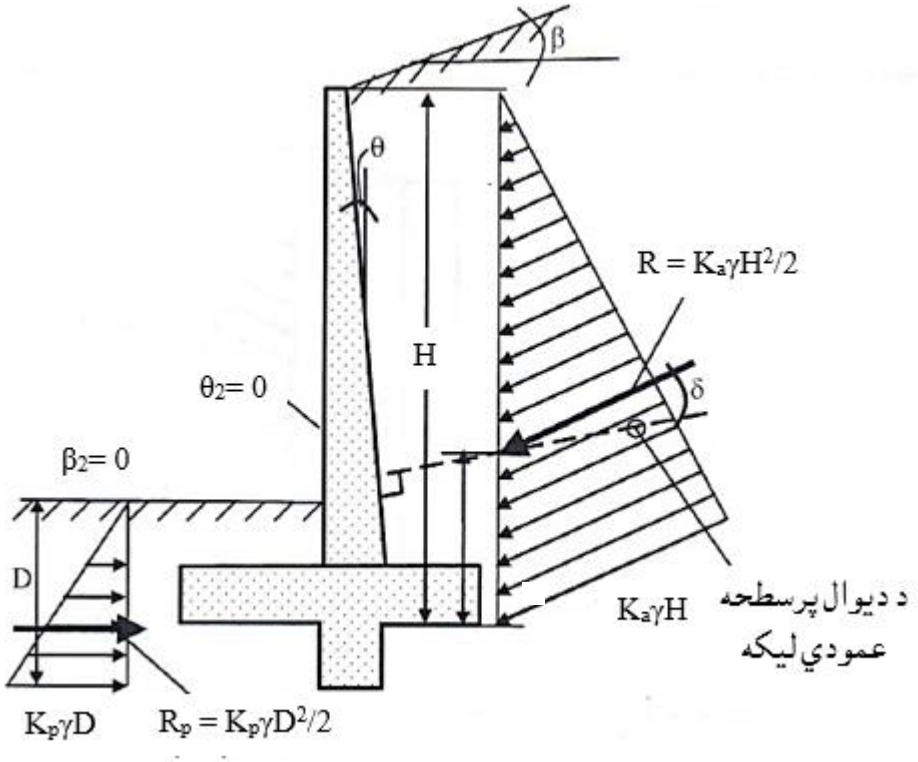
$$K_a = \cos\beta \frac{1-\sin\phi_s}{1+\sin\phi_s} \quad \text{.....(49.6)}$$

$$K_p = \cos\beta_2 \frac{1+\sin\phi_s}{1-\sin\phi_s} \quad \text{.....(50.6)}$$

د(K_a) او(K_p) قیمتونه د کولمب تیوری او (6.6- شکل) پر بنسټ د (49.6) او (50.6) رابطو له مخې د فعال او غیر فعال یا ضعیفه خاورو لپاره په لاندې ډول لیکو :

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi_s-\theta)}{\cos^2\beta\cos(\delta+\theta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi_s+\delta)\sin(\phi_s-\beta)}{\cos(\delta+\theta)\cos(\beta-\theta)}}\right]^2} \quad \text{.....(51.6)}$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi_s-\theta_2)}{\cos^2\beta\cos(\delta-\theta_2)\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\phi_s+\delta)\sin(\phi_s-\beta_2)}{\cos(\delta-\theta_2)\cos(\beta-\theta_2)}}\right]^2} \quad \text{.....(6.6)}$$



17.6- شکل: د کولومب تیوری پر بنسټ د خاورې فعال او غیرفعال فشار(433:7).

د (16.6) او (17.6) شکلونو لپاره (θ) او(θ_2) په ترتیب سره د دیوال د سطحې او د ډکون لوري او مخې د میلان زاویې دي . د کولومب تیورۍ له مخې د اصطکاک له امله د خاورو فشارد دیوال له مخې په (δ) زاویه نیول کېږي(391:11) .

په (17.6- شکل) کې د اسانتیا او ساده کېدنې لپاره ($\theta = \beta_2 = 0$) او ضعیفه مقاومت افقي فرضېږي . د کولومب تیورۍ د فعال او غیرفعال فشار د اسانه کولو لپاره که ($\beta = \theta$) (0 = ونیول شي ، نو فرضېږي چې شاتنې ډکون یې هوار او تنه یې عمودي واقع ده . په استنادي دیوالونو کې اصطکاک یوه استواره قوه ده چې په محاسبه یې کې د لانورې ډاډمنتیا لپاره نه نیول کېږي او ($\delta = 0$) قبلېږي چې داسانتیا او ساده کولولپاره د (51.6)او(52.6) رابطې په لاندې ډول لیکو :

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi s}{(1+\sin \phi s)^2} \quad \text{.....} \quad (53.6)$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi s}{(1-\sin \phi s)^2} \quad \text{.....} \quad (54.6)$$

د رینکین او د کولومب تیوري په هغه حالتونو کې چې اصطکاک صفروي او یا یې تر شا هوار ډکون وي ،یو له بله سره مطابقت کوي . د دې لپاره چې محاسبه اسانه شي ، نو د خاورو په راپور کې د روانو مایعاتو معادل فشار(FEP) او ضعیفه مقاومت (P)، په استنادي دیوالونو د فعال او غیر فعال فشار څرګندونې لپاره د تیورۍ پر بنسټ لاندې پارامترونه په پام کې نیول کېږي :

$$EFP = \gamma . K_a \quad \text{.....} \quad (55.6)$$

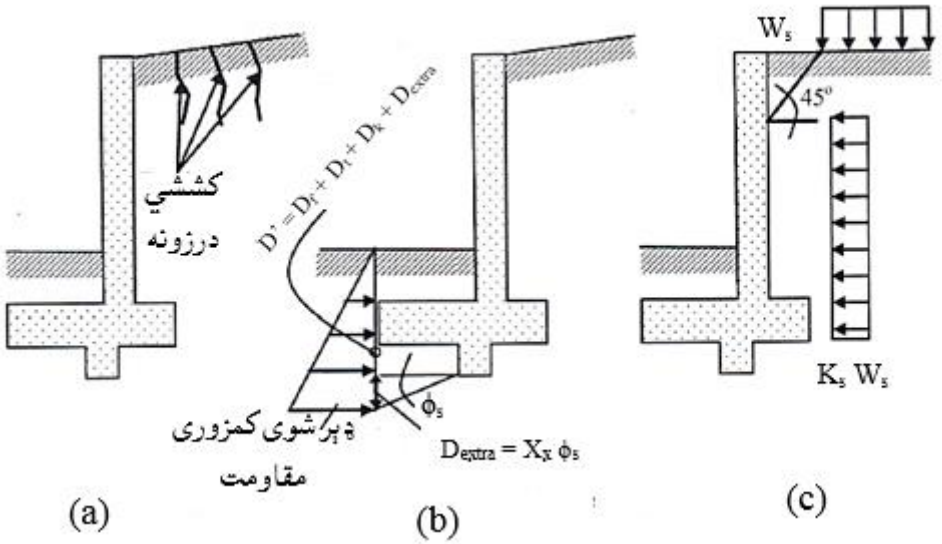
$$P = \gamma . K_p \quad \text{.....} \quad (56.6)$$

یادونه :

1- په استنادي دیوالونو کې لکه د (18.6- شکل) په څېر د خاورو د چسپېدنې اغېزې په پام کې نه نیول کېږي . د خاورې انجنیرۍ کې د سرېښناکې خاورود وچېدنې له امله د سطحې کششي درزونو په وړاندې ډاډمنتیا په پام کې نیول کېږي .

2- د استنادي ديوال دکيلي په وړاندې غيرفعال يا ضعيفه مقاومت په ځېنيو تيوريو کې د(ϕ_s) د نفوذ دليکي تراوېدو پورې غځېږي. د تهداب پوندې ته نژدې د کيلي دا موقيعيت د غيرفعال يا ضعيفه مقاومت لپاره ډېر ګټور دی .

3- د ديوال د تنې څخه د اضافي بار لپاره د (7.6- شکل) په څېر، د (45°) درجو په زاويه د نفوذليکه کارول کېږي ، تر څو د دې ډول باربدنې له امله د خاورو فشار په وړاندې مقاومت وکړي .



18.6- شکل: استنادي ديوال ته ځانګړې پاملرنه.(a) کششي درزونه، (b) ډېر شوی کمزوری مقاومت او (c) په يوه فاصله سرباری(434:7) .

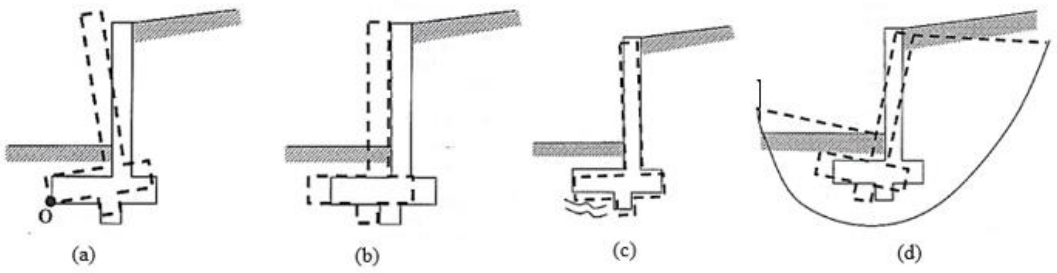
په جيوتکنيکي انجنيري کې د استنادي ديوالونولپاره محاسبه داسې تر سره کېږي ، چې په هغې کې لکه د (19.6- شکل) په څېر د ويجاړېدنې د لاندېنيو حالتونوپه وړاندې ډاډمنتيا حاصله شي :

1- د تهداب د پنجې د څنډې سره د (O) نقطی ته دچپه کېدنې په وړاندې .

2-د تهداب د لاندېنی برخې سره دښوييدنې په وړاندې .

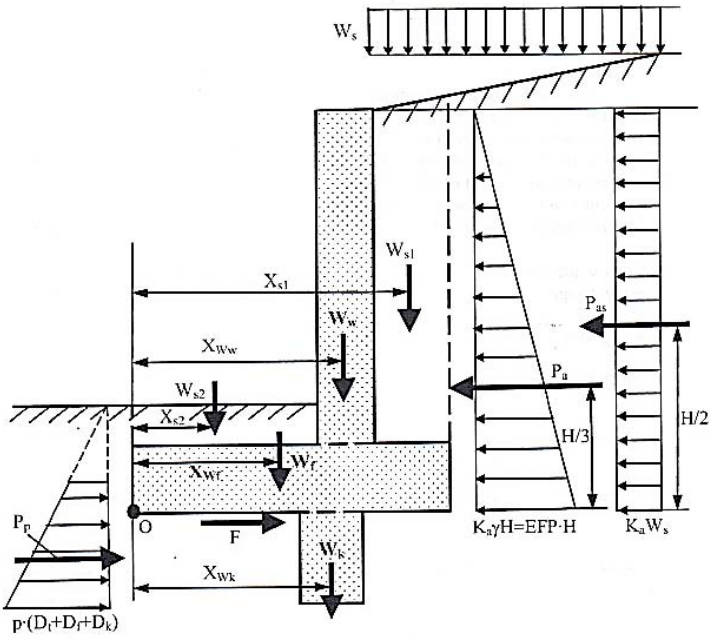
3-د تهداب د پنجې د څنډې سره د خاورو د فشار له امله د زغم ويجاړېدنې په وړاندې.

4-د محافظه شوې ځمکې ، دخاورو عمومي ويجاړېدنې په وړاندې .



19.6- شکل: د کانټيليوراستنادي ديوال لپاره د خاورې انجنيري د تخريب حالتونه .(a) چپه کېدنه ، (b) ښوئيدنه، (c) زغم او (d) کروي تخريب(435:7) .

په محاسبه کې دکانټيليور استنادي ديوالونه د جيوتکنيکي تحليل لپاره د قوو د ساده شوی دياګرام نه چې په (20.6- شکل) ښودل شوې دی ، ګڼه اخېستل کېږي دلته د خاور فشار افقي دی اواصطکاک نه شته (379:12).



20.6- شکل: د کانټيليوراستنادي ديوال لپاره د قوو ساده شوي دياګرام (436:7).

(20.6- شکل) او (13.6- شکل) د ورته والي (چې په هغې کې د کانټيليور استنادی ديوال ابعاد ښودل شوي دي) له مخې د ديوال په يو متر يا يوفوټ اوږدوالي کې قوې د لاندې نيو رابطو په واسطه پيداکېږي :

($W_w = t.H_W.\gamma_c$) د ديوال د تنې وزن ، ($W_f = D_f.B_f.\gamma_c$) د ديوال د تهداب وزن ، ($W_k=D_k.B_k.\gamma_c$) د کيلي وزن ،($W_{s1} = n.\ H_w\ .\ \gamma + W_s.n$) د ديوال شا ته د خاورو وزن ، ($W_{s2} = D_t.\ a\ .\ \gamma$) د ديوال مخې ته د خاورو وزن ، ($P_a = EFP.\ H^2/2$) د خاورو وزن له امله د خاورود فعال فشار محصله ، ($P_{as} = K_a.W_s.H$) د اضافي بار له امله د خاورود فعال فشار محصله ، $P_p = P.\left[\frac{(D_t+D_f+D_k)^2-0.09}{2}\right]$ د خاورودغير فعال فشار محصله او μ.($F = (W_w + W_f + W_k + W_{s1} + W_{s2})$ د خاورواو د ديوال دتهداب تر منځ د اصطکاک قوه.

دلته : (γ) او(γ_c) د خاورو او کانکرېټو حجمی وزنونه دي . کله چې(γ) د خاورې په راپور کې نه وي ، نود ($\gamma_c = 22 - 24\ KN/m^3$) پورې نيول کېږي . سربېره پردې ، د قوو د مومنټونو بازوګان د (O) نقطی ته په لاندې ډول دي :

($X_{Ww} = a + t/2$) د ديوال د تنې د وزن مومنټ ، ($X_{Wf} = B_f/2$) د ديوال د تهداب د وزن د مومنټ ، ($X_{Wk} = 2B_f/3$) د ديوال د کيلي د وزن مومنټ ، ($X_{s1} \approx B_f - n/2$) د ديوال شا ته د خاورو وزن مومنټ ، ($X_{s2} = a/2$)- د ديوال مخې ته د خاورو وزن مومنټ ،($Y_{pa}=H/3$) د خـاورو د وزن لـه املـه د خـاورو د فعـال فشار محصلې مومنټ او($Y_{pas} = H/2$) د اضافي بار له امله د خاورود فعال فشار محصلې مومنټ بازو دی .

لاندېنۍ رابطې دکانټيليوراستنادي ديوال په جيوتکنيکي انجنيري محاسبوکې کاريږي:

د چپه کېدنې مومنټ (M_o) چې د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيداکېږي :

$$M_o = P_a\ .Y_{pa} + P_{as}\ .\ Y_{pas}$$

$$M_o = EFP.\ \frac{H^3}{6} + K_a.W_s.\ \frac{H^2}{2} \ldots\ldots\ldots\

$$+ (n.H_w.\gamma + W_s.n).(B_f - \frac{n}{2}) + Dt.\ \gamma.\ \frac{a^2}{2} \quad \text{.....(58.6)}$$

د (IBC) کود له مخې د چپه کېدنې په وړاندې د خوندیتوب ضریب مساوي کېږي په:

$$SF = \frac{M_R}{M_o} \geq 1.5 \quad \text{.....(59.6)}$$

مجموعي وزن مساوي کېږي په : $W = W_w + W_f + W_k + W_{s1} + W_{s2}$

$$W = (t.H_W + D_f.Bf + D_k.B_k)\gamma + n.H_w.\gamma + W_s.n + Dt.a.\ \gamma/2 \quad \text{...(60.6)}$$

د ښوییدنې قوه (P_o) د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$P_o = P_a + P_{as} = EFP.\ \frac{H^2}{2} + K_a.W_s.H \quad \text{.....(61.6)}$$

د مقاومت قوه (P_p) د لاندې رابطې په واسطه پیداکېږي:

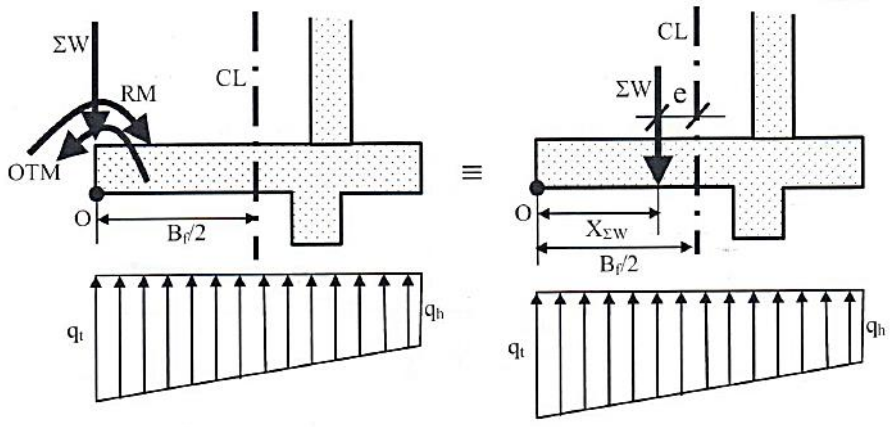
$$P_p = R.(P_a + F) = R.\{P.\ P_p = P.\ \frac{(D_t+D_f+D_k)^2 - 1}{2} + \sum W.\mu \quad \text{...(62.6)}$$

د (IBC) کود پر بنسټ د ښوییدنې په وړاندې د خوندیتوب ضریب مساوي کېږي په :

$$SF = \frac{P_R}{P_o} = \frac{(P_a+\Sigma W.\mu)}{(P_a+P_{as})} \geq 1.5 \quad \text{.....(63.6)}$$

د کانټیلیور استنادي دیوال په تهداب کې د خاورود فشار دزغم د محاسبې لپاره ، د مجموعي وزنونوعن المرکزیتونه د قوو د سیستمونو دمعادل کېدنې د نظریې پر بنسټ محاسبه کېږي :

$$e = \frac{B_f}{2} - X_{\Sigma W} = \frac{B_f}{2} - \frac{(M_R - M_o)}{\Sigma W} \quad \text{.....(64.6)}$$



21.6- شکل: د کانټیلیور استنادي دیوال له پاسه غیر مرکزی بار(438:7) .

د(q_t) او(q_h) د پنجې او پوندې سره د خاورو د زغم فشار په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$q_t = \frac{\Sigma W}{B_f} + \frac{6\Sigma W.e}{B_f^2} \quad \text{.....(65.6)}$$

$$q_h = \frac{\Sigma W}{B_f} - \frac{6\Sigma W.e}{B_f^2} \quad \text{.....(66.6)}$$

اړینه ده ،چې ($e < \frac{B_f}{6}$) شي ، په دې حالت کې ټول تهداب دخاورو فشار زغمی او پرته له دې څخه یوه برخه د تهداب د خاورو فشار نه زغمی ، د خوندي محاسبې لپاره اړینه ده ،چې لاندینۍ رابطې صدق وکړي :

$$q_t \leq q_{all} \quad \text{.....(67.6)}$$

$$q_h > 0 \text{ یا } e < \frac{B_f}{6} \quad \text{.....(68.6)}$$

د (IBC)کود پر بنسټ د جیوتکنیکي انجنیري له پلوه ، د چپه کېدنې او ښوییدنې لپاره د ډاډمنتیا ضریب بایدله (1.5) څخه لوي وي ، د تهداب د پنجې سره د خاورو فشار د خاورو د زغم له مجازي فشار څخه بایدلږ اودپوندې سره د خاورو فشار بایدله صفر څخه لوي وي . که په (68.6) رابطه کې عن المرکزیت له صفر نه کوچنی وی ، دا ښیي چې د دیوال ویجاړېدنه د خوندي شوو خاورو پر لوري ده چې له واقیعیت نه لري ده. له دې امله داستنادي دیوالونو مقاوم مومنټ د چپه کېدنې مومنټ څخه دپام وړ په اندازه لوي وي ، چې په پایله کې دیوال خوندي وي او د محاسبوي موخو لپاره ($e = 0$) فرضېږي(395:11) .

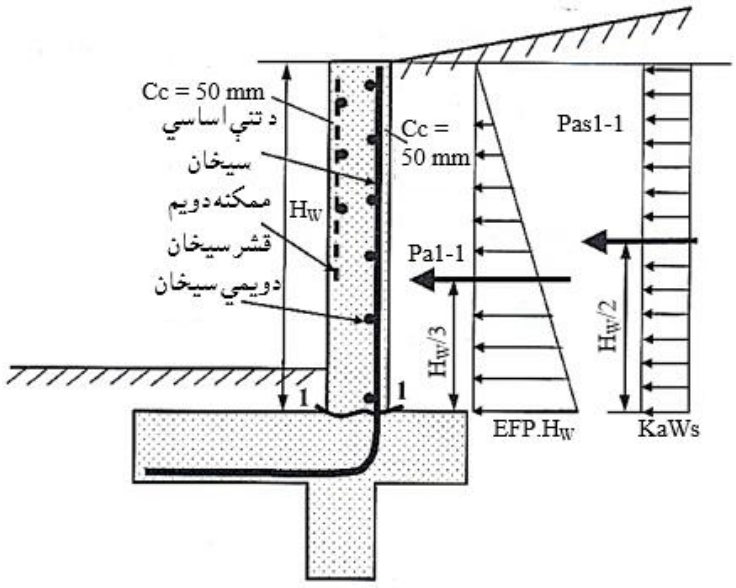
7.6- دکانټیلیور استنادي دیوالونود ساختمان محاسبه

(Structural Design of Cantilever Walls)

دکانټیلیوراستنادي دیوالونودساختمان په محاسبه کې د دیوال د تنې،دتهداب ،دپوندې او پنجې، او د کیلي تحلیل او محاسبې شاملې دي چې په لاندې ډول ترې یادونه کېږي :

1.7.6- د تنې تحلیل او محاسبه (Stem Analysis and Design)

په (22.6- شکل) کې د دیوال په تنې د خدمتي شرایطو لاندې د خاورو فشار ښودل شوی ،چې د کږېدنې مومنټ او عرضاني قوې لپاره د (1 –1) بحرانې مقطع ده. په محاسبه کې د دیوال وزن د محوري قوې او د دیوال اود خاورې تر منځ اصطکاک په پام کې نه نیول کېږي . په تنه کې محور ي قوه کوچنۍ وي چې له امله يې دمومنټ او عرضاني قوې مقاومت لوړېږي ، نو د محوري قوو په پام کې نه نیولو سره د محاسبې ډاډمنتیا لا لوړېږي.



22.6- شکل: د کانټیلیور استنادي دیوال د تنې له پاسه عاملي قوې (439:7) .

د (22.6- شکل) پر بنسټ، د (1 – 1) مقطع سره ډېریدونکې عرضاني قوه او مومنټ په لاندې ډول ښودل کېږي :

$$V_{u1-1} = 1.6\ (EFP\ \frac{H_W^2}{2} + K_a W_s H_W) \quad \text{.....(69.6)}$$

$$M_{u1-1} = 1.6\ (EFP\frac{H_W^3}{6} + K_a W_s \frac{H_W^2}{2}) \quad \text{.....(70.6)}$$

د استنادي دیوالونو تنې د عرضاني قوو په وړاندې نه ځواکمن کېږي ، نو له دې امله کانکرېټ باید د ټولو عرضاني قوو په وړاندې لکه د لاندېنۍ رابطې په څېرمقاوم وي :

$$\phi V_n = 0.75x \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}x\ 1{,}000d > V_{u1\text{-}1} = 1.6\left(\frac{EFPH_w^2}{2} + K_aW_sH_W\right) \ldots(71.6)$$

د تنې فعاله ارتفاع د (72.6) رابطې په واسطه محاسبه کېږي:

$$d = t - 50\ mm - \frac{d_b}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(72.6)$$

دلته (t) د تنې ضخامت دی ، (50 mm) د (ACI)کود د غوښتنې له مخې اصغري خالصه محافظوي طبقه ده او (d_b) په تنه کې د اساسي فولادي سیخانو قطر دی .

په تنه کې د کږېدنې مومنټ پر بنسټ اساسي سیخان د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیدا کېږي:

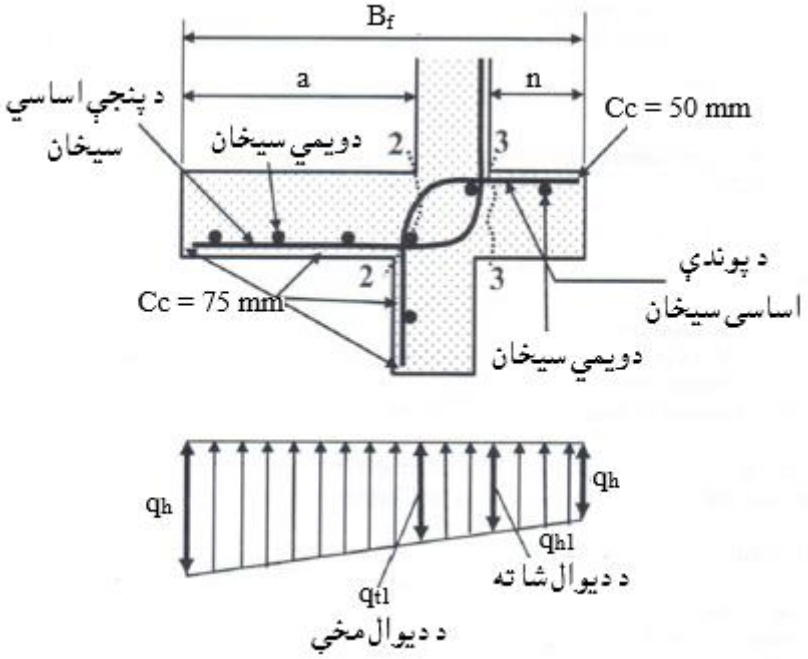
$$A_s = \frac{M_u}{0.8df_y} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(73.6)$$

دلته : (A_s) د تنې په یومتر اوږدوالي کی د سیخانو مساحت دی . د (ACI)کود دسپارښتنې له مخې د تنې په یومتر اوږدوالي کې د سیخانو مساحت که د سیخانوقطریې (16 mm) اویا له دې کوچنی او(f_y = 420 MPa) وي باید > ($\frac{A_s}{12t}$ (0.0012 او دنورو حالتونو لپاره باید ($\frac{A_s}{12t}$ > 0.0015) وي . ســربېره پر دې د (ACI)کود د دیوال په تنه کې داساسي سیخـــانو تــر منځ فاصله له (3t) او (450 mm) د کوچنۍ فاصلې سپارښتنه کوي . که د ($\frac{A_s}{12t}$ < 0.001) وي اساسي سیخان د ګڼډمکونو په واسطه سره نه نښلې او که د دیوال د تنې ضخامت له (250 mm) څخه ډېر وي ، نو د دیوال تنه باید د دوه قشره فولادي سیخانو په واسطه چې یوقشریې شا لوري او بل قشریې مخې لوري ته ځای پر ځای کېږي. د تنې د دواړو قشرونو سیخانو مجموعي مساحت د سیخبندۍ اصغري نسبت له (0.0012) نه تر (0.0015) پورې نیول کېږي . همدارازد (ACI)کود د غوښتنې له مخې په دیوالونوکې ددویمي فولادي سیخانو د سیخبندۍ نسبت دعمومي مساحت له مخې د (< 16 mm)او (f_y = 420 MPa) قطر لرونکو د عادی سیخانو او د ولډنګ شویو جالیو لپاره باید له (0.0020) او د نورو سیخانو لپاره باید له (0.0025) څخه لږ نه شي . د دیوال په تنه کې د دویمي سیخانو تر

منځ بايدله (3t) او (450 mm) د کوچنۍ فاصلې څخه ډېره نه شي. او که د ديوال د تنې ضخامت د (250 mm) څخه ډېر وي ، نو د ديوال تنه بايد د دوه قشره فولادي سيخانو په واسطه چې يوقشريې شا لوري او بل قشريې مخې لوري ته ځای په ځای کېږي . د تنې د دواړوقشرونوسيخانومساحت د سيخبندۍ اصغري نسبت له (0.0020) څخه تر (0.0025) پورې نيول کېږي . د (ACI)کود د غوښتنو له مخې د ديوالونوپه تنو کې بايد د اساسي سيخانو لپاره پراختيايي اوږدوالی په تنه او ديوال کې ځانګړې شي (749:8).

2.7.6- د تهداب تحليل او محاسبه (Footing Analysis and Design)

په (23.6- شکل) کې د خدمتي شرايطو لاندې کانټيليور استنادي ديوال د تهداب له پاسه د خاورو د زغم فشار ښودل شوې دی . ديوال د تهداب په پنجې او پوندې کې د کږېدنې مومنټ او عرضاني قوې لپاره د(2 – 2) او(3 – 3) بحرانې مقطع دي .



23.6- شکل: کانټيليور استنادي ديوال د تنې له پاسه دعاملي خاورې د زغم فشار(441:7).

د(q_{t1}) او(q_{h1}) د ديوال د مخې او شا سره د خاورو فشاردی ، چې د تهداب په پنجې او پوندې کې د بحرانې مقطعو سره د کوږوالي مومنټ او عرضاني قوې د محاسبې لپاره اړين دي(312:13) .

$$q_{t1} = q_t - (q_t - q_h)\frac{a}{B_f} \quad \text{..... (74.6)}$$

$$q_{h1} = q_h - (q_t - q_h)\frac{n}{B_f} \quad \text{..... (75.6)}$$

په تهداب کې د خدمتي شرايطو لاندې د خاورو فشار د (1.6) سره د ضربولو په واسطه د تهداب د ساختمان د محاسبې لپاره د خاورو نهايي فشار پيداکېږي.

عرضاني قوې او مومنټونه د ذوذنقه يي وېشلي فشار له مخې د لاندېنيو رابطو په واسطه پيداکېږي:

$$V_{n2\text{-}2} = 1.6a\frac{(q_t - q_{t1})}{2} \quad \text{..... (77.6)}$$

$$M_{n2\text{-}2} = 1.6\,(2q_t - q_{t1})\frac{a^2}{2} \quad \text{..... (78.6)}$$

$$V_{n3\text{-}3} = 1.6n\frac{(q_h - q_{h1})}{2} \quad \text{..... (79.6)}$$

$$M_{n3\text{-}3} = 1.6\,(2\,q_h - q_{h1})\frac{n^2}{2} \quad \text{..... (80.6)}$$

دلته دګاډر په څېر د عرضاني قوو په وړاندې سيخان په پام کې نه نيول کېږي، خو د عرضاني قوو په وړاندې بايد کانکرېټ مقاوم وي ، نو د($V_{n2\text{-}2}$) او($V_{n3\text{-}3}$) قيمتونه د لاندېنيو رابطو په واسطه پيداکېږي:

$$\phi V_n = 0.75\ x2\ x\sqrt{f'_c}\ x\ 12d_{toe} > V_{u2\text{-}2} = 1.6a\frac{(q_t - q_{t1})}{2} \quad \text{.....(81.6)}$$

$$\phi V_n = 0.75\ x2\ x\sqrt{f'_c}\ x\ 12d_{heel} > V_{n3\text{-}3} = 1.6n\frac{(q_h - q_{h1})}{2} \quad \text{.....(82.6)}$$

د تهداب فعاله ارتفاع د (83.6) او(84.6)رابطو په واسطه محاسبه کېږي:

$$d_{toe} = D_f - 75\ mm - \frac{d_{btoe}}{2} \quad \text{.....(83.6)}$$

$$d_{heel} = D_f - 50\ mm - \frac{d_{bheel}}{2} \quad \text{.....(84.6)}$$

په پورتنيو رابطو کې (D_f) د تهداب ضخامت دی ، (75 mm) د (ACI)کود د غوښتنې له مخې اصغري خالصه محافظوي طبقه ده ، (50 mm) د (ACI)کود د غوښتنې له مخې په کانکرېټو اچولوکې د پنجې اوپوندې اصغري خالصه محافظوي طبقه ده او (d_{btoe}) او(d_{bheel}) په ترتيب سره د پنجې او پوندې د اساسي فولادي سيخانو قطر دی.

د کوږوالي مومنټ له مخې د اساسي سیخانو د محاسبې لپاره لاندې رابطې کارېږي :

$$A_{stoe} = \frac{M_{u2-2}}{0.8 d_{toe} f_y} \quad \text{..... (85.6)}$$

$$A_{sheel} = \frac{M_{u3-3}}{0.8 d_{heel} f_y} \quad \text{..... (86.6)}$$

په پورتنیو رابطو کې (A_{stoe}) او (A_{sheel}) په ترتیب سره په یو متر اوږدوالي کې د پنجې او پوندې د اساسي سیخانو مساحتونه دي . د تهداب د مجموعي مساحت ($1{,}000D_f$) له مخې د سیخانو اصغري سیخبندۍ نسبت (0.0018) سپارښتنه کېږي . د سیخبندۍ اصغري نسبت سپارښتنه د پنجې ، پوندې د (A_{stoe}) او (A_{sheel})اود دویمي طولاني سیخانو لپاره کېږي . طولاني فولادي سیخان د تهداب په پاسنۍ او لاندېنۍ برخو کې داسې ځای په ځای کېږي چې د سیخبندۍ اصغري نسبت څخه لږنه شي او د اساسي سیخانو پراختیایي اوږدوالی په تنه ، کیلي او تهداب کې باید د (ACI)کود د غوښتنو له مخې تصدیق شي .

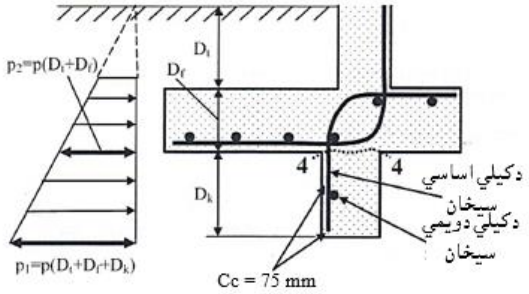
3.7.6- د کیلي تحلیل او محاسبه (Key Analysis and Design)

په (24.6- شکل) کې د ګټې اخېستنې شرایطواویا خدمتي بارونو لاندې دکانټیلیور استنادي دیوال د کیلي له پاسه د خاورو زغم فشار ښودل شوی دی . کټ مټ هماغه کړنلاره چې د تهداب ، د خاورې د خدمتي فشار په (1.6) د ضرب د حاصل په پایله کې د ساختمان د محاسبې لپاره د خاورې د نهایي فشار لاس ته راوړنه لازمي ده چې د (4 - 4) بحراني مقطع دکوږوالي مومنټ او عرضاني قوې لپاره ده ، چې د ذوذنقه یي وېشلي فشار له مخې د لاندېنیو رابطو په واسطه یې پیداکېږي :

$$V_{n4\text{-}4} = 1.6 D_k \frac{(P_1 - P_2)}{2} \quad \text{..... (87.6)}$$

په (24.6- شکل) کې (P_1) او (P_2) په لاندې ډول ښودل شوي دي . اړینه ده چې په کیلي کې کانکرېټ د ($V_{n4\text{-}4}$) عرضانی قوې په وړاندې مقاومت وکړي :

$$V_n = 0.75x \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \text{ x } 1{,}000 \, d_{key} > V_{n4\text{-}4} = 1.6 D_k \frac{(P_1 - P_2)}{2} \quad \text{..... (88.6)}$$



24.6- شکل: د کانټیلیور استنادي دیوال د کیلي له پاسه د خاورې فشار(443:7) .

د کیلي فعاله ارتفاع دلاندې رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

$$d_{key} = D_k - 75\ mm - \frac{d_{bkey}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\

6.6- مثال : د لاندښيو شرايطو له مخې چې (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي کانټيليور استنادي ديوال محاسبه کړئ .

د استنادي ديوال ابعاد			
H_o = 2.10 m	H_w =2.40 m	H = 2.80 m	β = 2h:1v = 26.6°(W = 0)
t = 250 mm	a = 1.65 m	n = 0.50 m	B_f = 2.40 m
D_k = 600 mm	B_k = 300 mm	$X_k = 2/3B_f$ = 1.60 m	D_f = 0.40 m
د خاورو د راپور له مخې د خاورې د محاسبوي پارامترونه			
R = 1.0	μ = 0.35	γ = 19 KN/m^3	ϕ_s = 32°
P = 55 KN/m^3	EFL = 9.5 KN/m^3	q_a = 96 KN/m^2; a_v = 0	

حل : د ستاتيکي شرايطو لاندې د ديوال د يو متر اوږدوالي لپاره لاندښۍ محاسبې تر سره کوو :

د خاورو فشار په لاندې ډول پيدا کېږي :

1- که (β_2 = 0) وي،نو د رينکين په طريقه د خاورې فعال او غيرفعال فشارونه په لاندې ډول پيدا کوو:

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_s}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_s}}$$

$$K_a = \cos(26.6^o) \frac{\cos(66.6^o) - \sqrt{\cos^2(66.6^o) - \cos^2(32^o)}}{\cos(66.6^o) + \sqrt{\cos^2(66.6^o) - \cos^2(32^o)}} = 0.46$$

$$K_p = \frac{1+\sin\phi_s}{1-\sin\phi_s} = \frac{1+\sin(32^o)}{1-\sin(32^o)} = 3.25$$

2- که ($\theta = \delta = \beta_2 = 0$) وي ،نو د کولومب په طريقه د خاورې فعال او غيرفعال فشارونه په لاندې ډول پيدا کوو:

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi_s - \theta)}{\cos^2\beta\cos(\delta+\theta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi_s+\delta)\sin(\phi_s-\beta)}{\cos(\delta+\theta)\cos(\beta-\theta)}}\right]^2} = \frac{\cos^2(32^o)}{\left[1+\sqrt{\frac{\sin(32^o)\sin(32^o)}{\cos(66.6^o)}}\right]^2} = 0.47$$

$$K_p = \frac{\cos^2\phi_s}{(1-\sin\phi_s)^2} = \frac{\cos^2(32^o)}{(1-\sin 32^o)^2} = 3.25$$

فرضوو چې اصطکاک نه شته ، د خاورو فشار افقي دی او پاسنۍ (0.30 m) فشار په پام کې نه نيول کېږي ، نو د خاورې راپورد رينکين او د کولومب طريقوله مخې په لاندې ډول ارزوو :

لومړی - د خاورود راپور له مخې :

$$P_a = EFP.\frac{H^2}{2} = 9.5 \text{ x } \frac{(2.80)^2}{2} = 37.24 \text{ KN/m}$$

$$P_p = P.\frac{(D_t+D_f+D_k)^2 - 0.30}{2} = 55 \text{ x } \frac{(0.30+0.375+0.60)^2 - 0.09}{2} = 42.23 \text{ KN/m}$$

دویم - د رینکین دطریقې له مخې :

$$P_a = K_a\gamma.\frac{H^2}{2} = 0.46 \text{ x } 19 \text{ x } \frac{(2.80)^2}{2} = 34.261 \text{ KN/m}$$

$$P_p = K_p\gamma.\frac{(D_t+D_f+D_k)^2 - 0.30}{2} = 3.25\text{x}19\text{x}\frac{(0.30+0.375+0.60)^2 - 0.09}{2} = 47.41 \text{ KN/m}$$

دریم - د کولومب د طریقې له مخې : که اصطکاک صفر او یا یې تر شا هوار ډکون وي نود رینکین او د کولومب تیوري یو له بله سره مطابقت کوي .

$$P_a = K_a\gamma.\frac{H^2}{2} = 0.47 \text{ x } 19 \text{ x } \frac{(2.80)^2}{2} = 35.01 \text{ KN/m}$$

$$P_p = K_p\gamma.\frac{(D_t+D_f+D_k)^2 - 0.30}{2} = 3.25\text{x}19\text{x}\frac{(0.30+0.375+0.60)^2 - 0.09}{2} = 47.41 \text{ KN/m}$$

هغه قوې چې په دیوال اغیزه کوي په لاندې ډول پیدا کیږي :

$W_w = t.H_w.\gamma_c = 0.25 \text{ x } 2.40 \text{ x } 24 = 14.40 \text{ KN/m}$

$W_f = D_f.B_f.\gamma_c = 0.375 \text{ x } 2.40 \text{ x } 24 = 21.60 \text{ KN/m}$

$W_k = D_k.B_k.\gamma_c = 0.60 \text{ x } 0.30 \text{ x } 24 = 4.32 \text{ KN/m}$

$W_{s1} = n.\ H_w.\gamma + W_s.n = 0.50 \text{ x } 2.40 \text{ x } 19 + 0 = 22.80 \text{ KN/m}$

$W_{s2} = D_t.\ a.\gamma = 0.30 \text{ x } 1.65 \text{ x } 19 = 9.41 \text{ KN/m}$

$P_a = EFP.\frac{H^2}{2} = 37.24 \text{ KN/m}; \quad P_{as} = K_a.W_s.H = 0$

$$P_p = P.\frac{(D_t+D_f+D_k)^2 - 1}{2} = 42.23 \text{ KN/m}$$

$F = (W_w + W_f + W_k + W_{s1} + W_{s2}).\mu = \Sigma W.\mu$

$F = (14.40 + 21.60 + 4.32 + 22.8 + 9.41) \text{ x } 0.35 = 25.40 \text{ KN/m}$

د پورتنیو قوو لپاره د مومنټ بازو ګان په لاندې ډول پیدا کیږي :

$$X_{Ww} = a + \frac{t}{2} = 1.65 + \frac{0.25}{2} = 1.775 \text{ m}; \quad X_{Wf} = \frac{B_f}{2} = \frac{2.40}{2} = 1.20 \text{ m}$$

$$X_{Wk} = X_k = \frac{2}{3}B_f = 1.60 \text{ m}; \quad X_{s1} = B_f - \frac{n}{2} = 2.40 - \frac{0.50}{2} = 2.15 \text{ m}$$

$$X_{s2} = \frac{a}{2} = \frac{1.65}{2} = 0.825 \text{ m}$$

$Y_{pa} = \frac{H}{3} = \frac{2.80}{3} = 0.933$ m; $Y_{pas} = \frac{H}{2} = \frac{2.80}{2} = 1.40$ m

د چپه کېدنې او مقاومت مومنټونه په لاندې ډول پیدا کوو :

د چپه کېدنې مومنټ (Over Turning Moment) یا (OTM) مساوي کېږي په :

$$OTM = EFP.\frac{H^3}{6} + K_a.W_s.\frac{H^2}{2} = 9.5 \text{ x } \frac{(2.80)^3}{6} + 0 = 34.76 \text{ KN. m/m}$$

د مقاومت مومنټ (Resistance Moment) یا (RM) مساوي کېږي په :

$$RM = W_w .X_{Ww} + W_f .X_{Wf} + W_k .X_{Wk} + W_{s1} .X_{s1} + W_{s2} .X_{s2}$$
$$RM = 14.4x\ 1.775 + 21.6 \text{ x } 1.2 + 4.32 \text{ x } 1.6 + 22.8 \text{ x } 2.15 + 9.41 \text{ x } 0.825$$
$$RM = 115.18 \text{ KN. m/m}$$

د چپه کېدنې په وړاندې د ډاډمنتیا ضریب مساوي کېږي په :

$$SF = \frac{RM}{OTM} = \frac{115.18}{34.76} = 3.31 > 1.5 \Rightarrow OK$$

د ښوییدنې او مقاومت قوې په لاندې ډول پیدا کوو :

د ښوییدنې قوه (Sliding force) مساوي کېږي په :

$$\text{Sliding Force} = P_a + P_{as} = 37.24 + 0 = 37.24 \text{ KN/m}$$

د مقاومت قوه مساوي کېږي په :

$$\text{Resistance Force} = R.(P_p + F) = 1 \text{ x } [42.23 + 25.40] = 67.63 \text{ KN/m}$$

د ښوییدنې په وړاندې د ډاډمنتیا ضریب مساوي کېږي په :

$$\text{Safety factor against Sliding} = \frac{67.63}{37.24} = 1.82 > 1.5 \Rightarrow OK$$

د وزن او خاورو زغمونکي فشار عن المرکزیت په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$$e = \frac{B_f}{2} - X_{\Sigma W} = \frac{B_f}{2} - \frac{RM - OTM}{\Sigma W} = \frac{2.40}{2} - \frac{115.18 - 34.76}{72.53} = 1.2 - 1.11 = 0.09 \text{ m}$$
$$e = 0.09 \text{ m} < B_f = 2.40 \text{ m}$$
$$q_t = \frac{\Sigma W}{B_f} + \frac{6\Sigma W.e}{B_f^2} = \frac{72.53}{2.40} + \frac{6 \text{ x } 72.53 \text{ x } 0.09}{(2.40)^2} = 30.22 + 6.80$$
$$q_t = 37.02 \text{ KN/m}^2 < q_a = 96 \text{ KN/m}^2 \Rightarrow OK$$
$$q_h = \frac{\Sigma W}{B_f} - \frac{6\Sigma W.e}{B_f^2} = \frac{72.53}{2.40} - \frac{6 \text{ x } 72.53 \text{ x } 0.09}{(2.40)^2} = 30.22 - 6.80 = 23.42 \text{ KN/m}^2 > 0 \Rightarrow OK$$

دیوال د ساختمان محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي :

1- د استنادي ديوال د تنې د تحليل او محاسبې لپاره د بارونو لاندې ترکيبونه نيول کېږي:

$$U2 = 1.2DL + 1.6(LL + H)$$

د استنادي ديوال دتنې عرضاني قوه اوکړېدنې مومنټ د ($W_s = 0$) او ($DL = 0$) په پام کې نيولو سره د (69.6) او (70.6) رابطو په کارېدنې سره په لاندې دول پيداکېږی :

د $U_2= 1.2DL + 1.6(LL + H)$ ترکيب له مخې اعظمي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$V_{u1-1}= 1.6\ (EFP\ \frac{H_w^2}{2} + K_aW_sH_W) = 1.6 \times [0.47 \times 19 \times \frac{(2.4)^2}{2} + 0]$$

$$V_{u1-1}= 41.152\ KN/m$$

د $U_2= 1.2DL + 1.6(LL + H)$ ترکيب لپاره دکړېدنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{u1-1}= 1.6\ (EFP\frac{H_w^3}{6}+ K_aW_s\frac{H_w^2}{2}) = 1.6 \times [0.47 \times 19 \times \frac{(2.4)^3}{6} + 0]$$

$$M_{u1-1}= 32.96\ KN.\ m/m$$

که (25 m) وکارېږي نو فعاله ارتفاع د (72.6- رابطې) پربنسټ په لاندې ډول پيداکېږي:

$$d = t - 50\ mm - \frac{d_b}{2} = 250 - 50 - \frac{25}{2} = 187.5\ mm$$

په تنه کې مقاومه عرضاني قوه د (72.6- رابطې) پربنسټ په لاندې ډول پيداکېږي :

$$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 1{,}000 \times 187.5/1{,}000 = 117.20\ KN/m$$

$$\phi V_n = 117.20\ KN/m > V_{umax} = V_{1-1} = 41.152\ KN/m$$

په تنه کې دکړېدنې مومنټ پربنسټ داساسي (عمودي) سيخانو مساحت د (73.6- رابطې) په واسطه په لاندې ډول پيداکېږي :

$$A_s = \frac{M_{max}}{0.8df_y} = \frac{32.96 \times (10)^6}{0.8 \times 187.5 \times 420} = 523\ mm^2/m$$

داچې په تنه کې داساسي ياعمودي سيخانوقطر له (16 mm) نه لوړدي نو دسيخبندی اصغري نسبت ($\frac{A_s}{1{,}000t} = 0.0015$) له مخې اصغري مساحت مساوي کېږی په:

$$A_{s,min} = 0.0015 \times 250 \times 1{,}000 = 375\ mm^2/m$$

دپورتنۍ محاسبې له مخې (A_s == 523 mm^2/m < $A_{s,min}$ =375 mm^2/m) دي نو په تنه کې ($A_{s,min}$ =375 mm^2/m) قبلېږي . که په تنه کې (18 mm) قطر سیخان ځای پرځای شي نو د سیخانو تر منځ فاصله مساوی کېږي په :

$$s = \frac{A_b x\ 1{,}000}{A_s} = \frac{254\ x\ 1{,}000}{375} = 944\ mm$$

خـــو د دیوال په تنه کې د سیخانو ترمنځ اعظمي فاصله (3t) یا (450 mm) له دواړو څخه چې کوم کوچنی وي قبلېږي ،نوداساسي سیخانو ترمنځ فاصله (300 mm) په پام کې نیولوسره په تنه کې اساسي یا عمودي سیخان (18 mm @ 300 mm c/c) چې مساحت یې (A_s = 846 mm^2) او سیخبندۍ ضریب یې (0.0034)کېږي ځای پر ځای کوو . او که (16mm@300mm c/c) وکاروو نو د سیخانو مساحت یې (A_s = 670 mm^2) او د سیخبندۍ نسبت یې (0.0027) کېږي په ټوله مقطع کې عمودي اساسي او افقي فرعي سیخانو په توګه ځای پرځای کېږي .

د (18 mm) فولادي سیخانو لپاره پراختیایي اوږدوالی (ℓ_d = 555 mm) او (ℓ_{dh}=262.5mm) نیول کېږی . په تنه کې د کاږدونکو مستقیمو سیخانو لپاره پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی (2.40 m >> 262 mm) دی . په تهداب کې د کاږدونکو چنګک شویو سیخانو لپاره پراختیایي اوږدوالی (275 mm > 262.5 mm) دی .

2- د تهداب محاسبه: دخدمتي شرایطو لاندې دبارونودترکیبونود جیوتکنیکي محاسبې څخه د ساختمان د محاسبې لپاره (q_t) او (q_h) د (q_{tmax}) او (q_{hmax}) په څېر قبلېږی.

د جیوتکنیکي محاسبې له مخې : $q_t = q_{tmax} = 58.0\ KN/m^2$

د جیوتکنیکي محاسبې له مخې : $q_h = q_{hmax} = 24.0\ KN/m^2$

د (74.6) رابطې څخه لیکلی شو چې :

$$q_{t1} = q_t - (q_t - q_h)\frac{a}{B_f} = 58 - (58 - 24)\ x\ \frac{1.65}{2.40} = 34.625\ KN/m^2$$

د (75.6) رابطې څخه لیکلی شو چې :

$$q_{h1} = q_h - (q_t - q_h)\frac{n}{B_f} = 24 - (58 - 24)\ x\ \frac{0.50}{2.40} = 16.92\ KN/m^2$$

د تهداب پنجې او پوندې فعالې ارتفاعګانې په ترتیب سره د (83.6) او (84.6) رابطو په واسطه په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$$d_{toe} = D_f - 75\ mm - \frac{d_{btoe}}{2} = 400 - 75 - \frac{18}{2} = 316\ mm$$

$$d_{heel} = D_f - 50\ mm - \frac{d_{bheel}}{2} = 400 - 50 - \frac{16}{2} = 342\ mm$$

د پنجې عرضاني قوه او کږېدنې مومنټ د (77.6) او (78.6) رابطو په واسطه په لاندې ډول محاسبه کوو:

$$V_{n2\text{-}2} = 1.6a\ \frac{(q_t - q_{t1})}{2} = 1.6\ x\ 1.65\ x\ \frac{(58 - 34.625)}{2} = 30.86\ KN/m$$

$$M_{n2\text{-}2} = 1.6\ (2q_t - q_{t1})\ \frac{a^2}{2} = 1.6x(2x58 - 34.625)x\frac{(1.65)^2}{2} = 177.23\ KN.\ m/m$$

دتهداب په پنجه کې مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = 0.75\ x\ \frac{1}{6}\ x\sqrt{25}\ x\ 1{,}000\ x\ 316/1{,}000 = 197.50\ KN/m$$

$$\phi V_n = 197.50\ KN/m >> V_{u2\text{-}2} = 30.86\ KN/m$$

دکږېدنې مومنټ پربنسټ د پنجې د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکېږي :

$$A_{s,toe} = \frac{M_{u2-2}}{0.8 d_{toe} f_y} = \frac{177.23\ x\ (10)^6}{0.8\ x\ 316\ x\ 420} = 727\ mm^2/m$$

په پنجه کې د سیخبندی اصغري نسبت ($\frac{A_{smin}}{1{,}000D_f} = 0.0018$) قبلېږي نو د سیخانواصغري مساحت ($A_{s,min} = 720\ mm^2/m < A_{stoe} = 727\ mm^2/m$) چې د اړینو سیخانومساحت یې ($A_{stoe} = 727\ mm^2/m$) قبلېږي او داساسي سیخانو ترمنځ فاصله (200 mm) نیسو چې (18 mm @ 200 mm c/c) اود طولاني سیخانوقطر یې (16 mm) چې (16mm@ 200 mm c/c) ځای په ځای کېږي . سره له دې دواړه فولادي سیخان د ساختماني وړتیا لپاره یو شانته دي (همدا فولادي سیخان د 90° په چنګک کولو کږېږي ،چې د تنې د سیخانوپه څېر په پنجې کې د سیخانو لپاره هم کار ورکړي) . د پنجې

دسیخانو لپاره پراختیایي اوږدوالی د(1.65 m) په اندازه مستقیم غځېږی او په تنه کې په چنګکېدنې سره پای ته رسېږي .

دتهداب په پونده کې عرضاني قوه او مومنټ په ترتیب سره د(79.6) او (80.6) رابطو په واسطه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$V_{n3\text{-}3} = 1.6n\,\frac{(q_h - q_{h1})}{2} = 1.6 \text{ x } 0.5 \text{ x } \frac{(24-16.92)}{2} = 2.832 \text{ KN/m}$$

$$M_{n3\text{-}3} = 1.6(2q_h - q_{h1})\frac{n^2}{2} = 1.6 \text{ x } (2\text{x}24 - 16.92)\,\frac{(0.50)^2}{2} = 6.216 \text{ KN. m/m}$$

دپوندې عرضاني مقاومه قوه مساوي کېږي په :

$$\phi V_n = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6} \text{ x}\sqrt{25} \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 342/1{,}000 = 213.75 \text{ KN/m}$$

$$\phi V_n = 213.75 \text{ KN/m} >> V_{u3\text{-}3} = 2.832 \text{ KN/m}$$

دکېږدنې مومنټ پربنسټ د پوندې دسیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{sheel} = \frac{M_{u3-3}}{0.8 d_{heel} f_y} = \frac{6.216 \text{ x } (10)^6}{0.8 \text{ x } 342 \text{ x } 420} = 54 \text{ mm}^2/\text{m}$$

په پونده کې د سیخبندی،اصغري نسبت $(\frac{A_{smin}}{1{,}000 D_f} = 0.0018)$ نو د سیخانواصغري مساحت $(A_{s,min} = 720 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{sheel} = 54 \text{ mm}^2/\text{m})$ چې په پنجه کې د اړینو سیخانومساحت $(A_{s,min} = 720 \text{ mm}^2/\text{m})$ قبلېږي او داساسي سیخانو ترمنځ (200 mm) نیسو چې (18mm@ 200 mm c/c) او طولاني سیخان یې (16 mm) قطر سیخان (16mm@200mm c/c) ځای په ځای کېږي .

د کیلي محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي : دکه د کیلي لپاره (16 mm) قطر سیخان وکارېږي نو فعاله ارتفاع یې د (89.6) رابطې په واسطه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$d_{key} = D_k - 75 \text{ mm} - \frac{d_{bkey}}{2} = 600 - 75 - \frac{16}{2} = 517 \text{ mm}$$

$$P_1 = P.(D_t + D_f + D_k) = 55 \text{ x } (0.30 + 0.40 + 0.60) = 71.5 \text{ KN/m}^2$$

$$P_2 = P.(D_t + D_f) = 55 \text{ x } (0.30 + 0.40) = 38.5 \text{ KN/m}^2$$

دکیلي عرضاني قوه د (87.6) رابطې په واسطه په لاندې ډول پیداکوو :

$$V_{n4\text{-}4} = 1.6D_k\,\frac{(P_1 + P_2)}{2} = 1.6 \text{ x } 0.6 \text{ x } \frac{(71.5+38.5)}{2} = 52.8 \text{ KN/m}$$

$\phi V_n = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 1{,}000 \times 517/1{,}000 = 323.13$ KN/m

$\phi V_n = 323.13$ KN/m >> $V_{u4\text{-}4} = 15.84$ KN/m

دکیلي مومنټ د (90.6) رابطې په واسطه په لاندې ډول پیداکېږي :

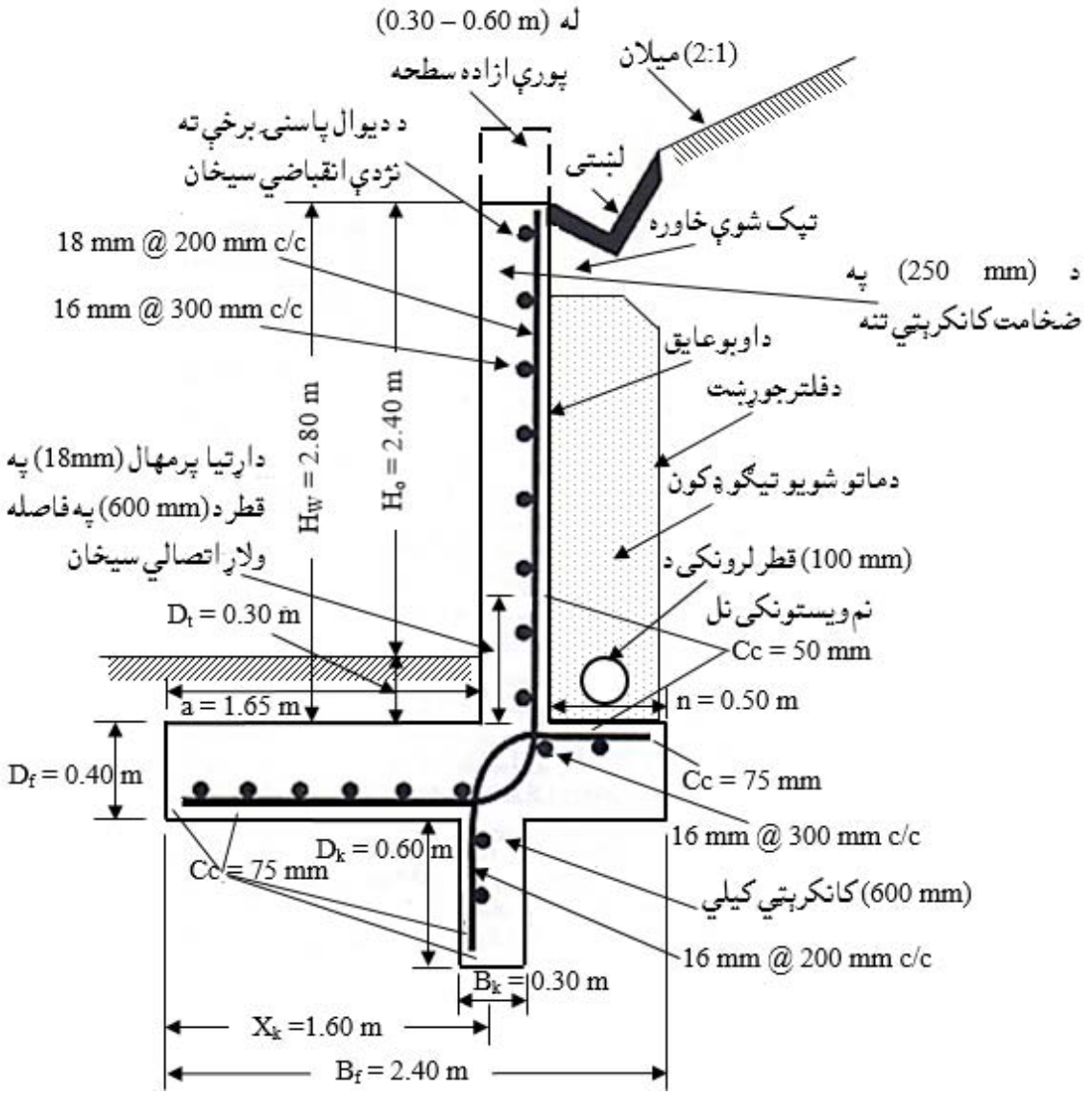
$$M_{4\text{-}4} = 1.6\,(2P_1 + P_2)\,\frac{D_k^2}{6} = 1.6 \times (2 \times 71.5 + 38.5)\,\frac{(0.60)^2}{6} = 17.424 \text{ KN. m/m}$$

دکیلي د اساسي سیخان مساحت د (91.6) رابطې په واسطه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$A_{skey} = \frac{M_{u4-4}}{0.8 d_{key} f_y} = \frac{17.424\, x (10)^6}{0.8 \times 517 \times 420} = 100 \text{ mm}^2$$

د(ACI) کود په تهداب کې د کیلي دمجموعي مساحت ($1{,}000B_k$) پر بنسټ د سیخانو اصغري سیخبندی نسبت (0.0018) سپارښتنه کېږي . نوکه (16 mm@ 200 mm c/c) اساسي سیخان چې مجموعي مساحت یې ($A_s = 1{,}004$ mm^2/m) کېږي او ددویمي سیخانو لپاره (16 mm @ 300 mm c/c) چې مجموعي مساحت یې ($A_s = 670$ mm^2/m) دی کارېږي . په کیلي کې دبنسټېزو سیخانولپاره د سیخبندی نسبت (0.0033) او دویمي سیخانو لپاره یې د سیخبندی نسبت (0.0022) په پام کې نیول کېږي . د(16 mm) مستقیموسیخانو لپاره پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی (410 mm) اود(16 mm) چنګک شویو سیخانو لپاره (250 mm) په پام کې نیول کېږي .

د ديوال د سيخانو ځای په ځای کېدنه په لاندې ډول په تفصيل سره ښودل شوي ده :



لـــنډيز

په دې فصل کې په يوه ساختمان کې دېلابېلو کارېدونکو لکه دچوکاټونو سره نښتې محيطي ،پرده ، جداکوونکي ، استنادي (ثقلي ، کانټيليور ، شانته تکيه کېدونکي (Counterfort) او مخکي تکيه کېدونکو (Buttressed)) دځمکې لاندې اوپرېکېدونکي ديوالونودمحاسبې او تحليل په اړه بحث شوې دی .

ديوال يو عمودي عنصر دی چې ديوې فضا يا ساحې د احاطې او جداکولو لپاره کارېږي ياهم ساختماني ديوالونه هغه ديوالونه دي چې د عرضاني قوو، کوږوالي مومنټونو او محوري قوو په وړاندې مقاومت وکړي .

د ديوال دنده او کړنه د ساختمان د تکيه کېدنې ، دبارونو ډول چې ديوال يې په وړاندې مقاومت کوي اود ځای په ځای کېدونکو سيخانو موقيعيت او اندازه د ساختماني ديوال په محاسبې اغېزمن فکټورونه دي .

د ديوالونو دوه معمولي ځانګړتياوې چې يو يې اوږدوالی چې د ارتفاع او ضخامت له نسبت څخه حاصلېږي او د ستنو په پرتله لوړ وي او دويم يې د سيخبندی نسبت دی چې د ستنو په پرتله له پنځه ځلې څخه تر لس ځلې پوې ډېر وي .

د ديوالونو دمحاسبې اوتحليل د (ACI) غوښتنو په پام کې نيولو سره تر سره کېږي ، کديوالونه وزن وړونکي نه وي ، نودهغې ابعاد، افقي او عمودي سيخان د ټولو ځانګړتياوو سره مشخص شوي دي .

که دبار وړونکو ديوالونوټول ضريبي شوي بارونه د ديوال د ضخامت په دريمه برخه کې (بار له مرکز څخه $e \leq h/6$)وي د تجربوي محاسبوي طريقې په واسطه اوکه بارونه د ديوال له مرکزه د ديوال د ضخامت له شپږمې برخې (h/6) څخه په ډېره فاصله عمل کوي ، نو ديوال لکه ديوه فشاري عنصر (ستنې) په توګه چې په هغې محوري فشار او کوږوالي مومنټ عمل کوي ،په پام کې نيولو سره اواوږده(slender) ديوالونه (UBC) په طريقه محاسبه کېږي .

د پرې کېدونکو ديوالونوپه تحليل او محاسبه کې دعرضاني قوو او د کوږوالي مومنټ په وړاندې د پرېکېدونکو ديوالونو محاسبه ، همداراز د ځانګړو اوسپنيزوکانکريټي پرېکېدونکي ديوالونومحاسبه اوسيخبندي د هغوې دا ړونده مثالونو سره په پام کې نيول شوي دي .

د اوسپنيزوکانکريټي استنادي ديوالونو تحليل او محاسبې په برخه کې د دې ډول ديوالونو د استواري،په بېلابېلو لکه د رينکن او کولومب په طريقو او دهرې برخې محاسبې او سيخبندي يې په ډېر تفصلي توګه د هغوې د ا ړونده مثالونو سره تشريح او توضيح شوي دي .

پوښتنې

1- ساختماني ديوالونو کومو ديوالونو ته ويل کېږي .

2- کوم مهم فکټورونه چې د ساختماني ديوال په محاسبې اغېزه لري .

3- دبار نه وړونکو ديوالونو په اړه د (ACI) کود کومې ځانګړتياوې او محدوديتونه وضع کړي دي .

4- کوم مهال د (ACI) کود بار وړونکو ديوالونو دمحاسبې لپاره د تجربوې محاسبوي طريقه کاروي .

5- که د ديوال د ضخامت په دريمه برخه کې (بار له مرکز څخه $e \leq h/6$) وي ، د ديوال په يوه متر اوږدوالي کې مقاوم محاسبوي محوري مقاومت (ϕP_n) دکومې رابطي په واسطه ټاکل کېږي .

6- د بارونکومحاسبه کېدونکو ديوالونو لپاره د (ACI) کود کومې غوښتنې لري .

7- يوديوال چې (5.0 m) ارتفاع او(6.0 m) اوږدوالی لري د (T- ډوله) مخکنې جوړشوي اوسپنيزکانکرېټي ګاډرونو بار تهداب ته داسې انتقالوي چې دتنې عرض يې (b_w=200mm) او دطاقچې عرض يې ($b = 2,000$ mm) دی . د (T- ډوله) ګاډر څخه ديوال ته ($P_D = 140$ KN) مړبار او ($P_L = 50$ KN) ژوندی بار انتقالېږي او د ديوال سره دګاډر د تنې دنښلېدنې له امله د ديوال جانبي حرکت کنترولېږي . همدارازf′c = 25 MPa) او ($f_y = 420$ MPa) دي او د ديوال وزن په پام کې نه دی نيول شوی، نو د تجربوي محاسبوي طريقې په واسطه ديوال محاسبه کړئ .

8- ديوه فشاري عنصر په توګه د ديوال تحليلي محاسبه توضيح کړئ .

9- د اوږدو(slender) ديوالونود محاسبې لپاره د (UBC) طريقه توضيح کړئ .

10- د پرې کېدونکو ديوالونوتحليل او محاسبه تشريح کړئ .

11- يو پرېکېدونکی ديوال چې اوږدوالی يې (4.0 m) ، ارتفاع يې (4.5 m) او ضخامت يې (200 mm) وي ، په خپل پاسنې تراز کې د ($V_u = 1,000$ KN) جانبي بار

لاندې واقع شوی دی، دیوال د عرضاني قوې او کږېدنې مومنټ د اغېزو پر وړاندې که (f'_c= 25 MPa) او (f_y = 420 Mpa) وي ،محاسبه يې کړئ .

12- ځانګړې اوسپنيزکانکرېټي ساختماني يا پرېکېدونکي ديوالونه کوم ديوالونه دي .

13- د ځانګړواوسپنيزوکانکرېټي پرېکېدونکو ديوالونومحاسبه توضيح کړئ .

14- يو پرېکېدونکی ديوال چې ضخامت يې (350 mm) دی، دساختمان د پلان د دوو محورونوپه منځ کې د (ℓ_w = 5.0 m) په فاصله دا سې ځای په ځای شوی دی، چې دواړو لوروته د (600 x 600 mm) ابعادلرونکو ستنو سره يوريخت جوړېږي . دا ديوال په يو لس پوړېزه ودانۍ کې واقع دی چې دلومړي پوړ ارتفاع يې (5.0 m) اود نوروپوړونو ارتفاع يې (3.0 m) ده . همداراز دا ديوال د دوو اړخيزو ستنو سره د(V_u = 4,200 KN) عرضاني قوې،(P_u = 4,500 KN) محوري قوې او(M_u = 58,500 KN. m) کوږوالي مومنټ لاندې (د زلزلې اغېزې په پام کې نيولو سره) واقع دی ، که (f'_c = 30 MPa) او (f_y = 420 Mpa) وي ،نو په لومړي پوړ کې ديوال د ځانګړې اوسپنيزکانکرېټي ديوال په څېرمحاسبه کړئ .

15- يوله بل سره تړلي پرېکېدونکي ديوالونه اوپيوند ګاډرونه توضيح کړئ .

16- د اوسپنيزوکانکرېټي استنادي ديوالونو کوم ديوالونه دي .

17-دکانټيليور استنادي ديوالونود ساختمان محاسبه توضيح کړئ .

18- د لاندېنيو شرايطو له مخې که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي کانټيليور استنادي ديوال محاسبه کړئ .

د استنادي ديوال ابعاد			
H_o = 2.0 m	H_w =2.30 m	H = 2.70 m	β = 2h:1v = 26.6°(Ws = 0)
t = 250 mm	a = 1.7 m	n = 0.50 m	B_f = 2.50 m
D_k = 600 mm	B_k = 300 mm	X_k = 2/3B_f = 1.60 m	D_f = 0.50 m
د خاورو د راپور له مخې د خاورې د محاسبوي پارامترونه			
R = 1.0	μ = 0.35	γ = 19 KN/m^3	ϕ_s = 32°
P = 54 KN/m^3	EFL = 9.5 KN/m^3	q_a = 96 KN/m^2; a_v = 0	

مـــاخـــــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران. (790-761).

2- عالمي ، جان اقا. (1386). د اوسپنيزوکانکريټي ساختمانونو ډيزاين . کابل : مستقبل خپرندويه ټولنه -کابل. م(211) .

3- فدا ، سهراب . (1390) . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید .ص ص (425-422) .

4- مستوفی نژاد، داود. (1383). سـازه های بتن آرمه جلـد دوم . اصفهان : انتشارات ارکان .ص ص (710-649) .

5- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (164-167).

6- ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. P (235).

7- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (428-443).

8- Concrete Reinforcing Steel Institute(CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (744-749).

9- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. P (344).

10- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (540-550).

11- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (391-395).

12- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (310-379).

13- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. P(312).
14- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (547,548).
15- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (546-548).

اصطلاحګاني او مخففات

پښتو اصطلاحګاني	مخففات	انګليسي اصطلاحګاني
مجازي تشنجاتو محاسبوي طرېقه	ASD	Allowable Stress Design Method
دامريکا دکانکرېټو انستيتوت کود	ACI	American Concrete Institute Code
دموادو د ازمايښت لپاره د امريکا ټولنه	ASTM	American society for Testing of Material
د امريکا د ساختماني انجنيرانو ټولنه	ASCE	American society of Civil Engineers
دځانګړې سيخ مساحت	A_b	Area of individual bar
دکانکرېټو په مقطعه کې دبيروني محيط په واسطه د محاط شوې ساحې مساحت	A_{cp}	Area enclosed by outside perimeter of concrete cross section
د فشاري سيخانو مساحت	A'_s	Area of compression reinforcement
دکانکرېټو د مقطعې (هستې) مساحت چې د عرضاني قوې په وړاندې مقاومت کوي	A_{ch}	Area of concrete section resisting shear transfer
د اوسپنيزکانکرېټي فشاري عنصر د هستې مساحت چې د متقابلوسيخانو له څنډې څخه بيرون اندازه کېږي	A_c	Area of core of reinforced compression member measured to outside edges of transverse reinforcement
دځرخېدنې متقابلو سيخانو ته نژدې د مرکزي ليکې په واسطه محاط شوې ساحې مساحت	A_{oh}	Area of enclosed by centerline of outmost closed transvers torsional reinforcement
د کششي سيخانو مساحت	A_s	Area of tension reinforcement
د مخکنې متشنج شويو سيخانو مساحت	A_{ps}	Area of prestressed reinforcement in a tie
د (s) په فاصلې د عرضاني سيخانو مساحت	A_v	Area of shear reinforcement with in distance s
د مقطعې د جدار سيخانو مساحت	A_{sk}	Area of skin reinforcement
د T- ډوله مقطعې د طاقچې د فشاري قوې د تعادل له امله کششي سيخان مساحت	A_{sf}	Area of tension reinforcement balancing the compression force in the over-hanging of T-beam
د T- ډوله مقطعې د تنې د فشاري قوې د تعادل له امله کششي سيخان مساحت	A_{sw}	Area of tension reinforcement balancing the compression force in the web of T-beam
د هرم د لاندنې اوږدې قاعدې مساحت	A_2	Area of the lower base of the large of a pyramid
د پنيل د څنډې د ټولو ګاډرونود (α_f) لپاره منځنې قيمت	α_{fm}	Average value of α_f for all beams on edge of a panel

انګلیسي اصطلاحګانې	مخففات	پښتو اصطلاحګانې
Axial force due to factored load	P_u	دضربيي شوي بار له امله محوري قوه
Buckling load of an elastic, hinged-end column	P_E	د پايې په د وروستنې مفصلي اتصال د بار ارتجاعي لمش
Clear cover	c_c	خالصه محافظوي طبقه
Clear span measured face to face support	ℓ_n	د اتکاء ګانو ترمنځ خالصه وايه
Coefficient of friction	M	د اصطکاک ضريب
Coefficient used to compute V_c in slabs and footings	α_s	دپوښښ تختو او تهدابونوکې د (V_c) د محاسبې ضريب دی
Compression force in cross section	C	په مقطعې کې فشاري قوه
Compressive stress of concrete	f_c	د کانکرېټو فشاري مقاومت
Correction factor related to unit weight of concrete	λ	د کانکرېټو د حجمي وزن اړونده اصلاحي ضريب
Cracking moment	M_{cr}	د درزکېدنه کې مومنټ
Critical load	P_c	بحراني بار
Cross sectional constant to define torsional properties	C	د څرخېدنې د خواصو د پېژندې د مقطعې ثابت دی
Dead loads or related internal moment and force	D_L	مړبار او دهغې اړونده مومنټ او قوه
Depth of neutral axis	C	دغيرفعال محور ارتفاع
Design shear force	V_e	محاسبوي عرضاني قوه
Development length	ℓ_d	پراختيايې يا غځېدنې اوږدوالی
Development length in compression	ℓ_{dc}	په فشارکې پراختيايې يا غځېدنې اوږدوالی
Development length standard hooks in tension, measured from critical section to outside end of hook	ℓ_{dh}	په څرخېدنه کې د ستنډردچنګک پراختيايې يا غځېدنې اوږدوالی دی ،چې دبحراني مقطعې څخه بيرون د چنګک تر اخره اندازه کېږي
Distance between the resultant of the internal compressive and tensile forces on cross section	Jd	په مقطعه کې د فشاري او کششي قوو تر منځ فاصله
Distance from centroid axis of cross section	y_t	د مقطعې د ثقل مرکز محور څخه فاصله
Distance from extreme compression fiber to centroid of compression reinforcement	d’	دفشاري سيخانو او د فشاري ساحې دپاسنې سطحې تر منځ فاصله

پښتو اصطلاحګانې	مخففات	انګلیسي اصطلاحګانې
د فشاري ساحې د پاسنۍ سطحې او د سیخانو د قطار تر منځ فاصله	d_t	Distance from extreme compression fiber to extreme layer of tension steel
په پایه د محوري بار عن المرکزیت	$e = \frac{M}{P}$	Eccentricity of axial load on a column
فعاله ارتفاع	d	Effective depth
د فشاري اجزاو لپاره داوږدوالی اغیزمن ضریب	K	Effective length factor for compression members
د کړوپېدنې د محاسبې لپاره فعال یا اغیزمن انر شیا مومنټ	I_e	Effective moment of inertia for computation of deflection
د سیخانو د پوښ پر بنسټ دپراختیایې یا غځېدنې د سمون لپاره کارېدونکی ضریب	ψ_e	Factor used to modify development length based on reinforcement coating
د سیخانو د موقیعیت پر بنسټ دپراختیایې یا غځېدنې د سمون لپاره کارېدونکی ضریب	ψ_t	Factor used to modify development length based on reinforcement location
د سیخانو د پوښ پر بنسټ دپراختیایې یا غځېدنې د سمون لپاره کارېدونکی ضریب	ψ_s	Factor used to modify development length based on reinforcement size
د سیخانو د پوښ پر بنسټ دپراختیایې یا غځېدنې د سمون لپاره کارېدونکی ضریب	ψ_s	Factor used to modify development length based on reinforcement size
د مقطعې نارمل محورې باردی ،چې مثبت فشاري او منفی کششي وي	N_u	Factored axial load normal to cross section, positive for compression and negative for tension
د اوږدوالي په یو واحد کې ضریبي شوی مړ بار	W_D	Factored dead load per unit area or length
د اوږدوالي په یو واحد کې ضریبي شوی ژوندی بار	W_L	Factored live load per unit area or length
دمساحت په یوه واحد کې ضریبي شوی بار	q_u	Factored load per unit area
د اوږده فشاري جز د محاسبې لپاره کارېدونکی ضریبي شوی مومنټ	M_c	Factored moment to be used for design of a slender compression member
د کړېدنې په وړاندې مقاومت ضریب	R	Flexure resistance factor
دکړېدنې سختي	K	Flexure stiffness
د پوښښ تختې-پایې د اتصال سره د عن المرکزیت په واسطه د انتقالي نامعادل مومنټ ضریب	γ_υ	Fraction of unbalanced moment transferred by eccentricity at slab-column connection
د پوښښ تختې-پایې د اتصال سره د کړېدنې په واسطه د انتقالي نامعادل مومنټ ضریب	γ_f	Fraction of unbalanced moment transferred by flexure at slab-column connection

انګلیسي اصطلاحګانې	مخففات	پښتو اصطلاحګانې
Gross area of enclosed by shear flow path	A_o	د عرضاني قوې په واسطه محاط شوې ساحې مساحت
Gross area of section	A_g	د مقطعې مجموعي مساحت
Height or over all depth of member	H	د عنصر ارتفاع
International Building Code	IBC	دودانیو نړیوال کود
Large factored end moment on a compression member	M_2	د فشاري عنصر ضریبي شوی وروستنی مومنټ
Lateral or horizontal load due to pressure of soil, water or other material	H	دخاورې، اوبو او نورومودو فشارله امله جانبي یا افقي بار
Lateral stiffness of bracing element in a building	K_ℓ	په ودانۍ کې دمایل اتصالي جز افقي سختي
Length of critical shear perimeter for two-way slab shear, measured parallel to the span ℓ_1	b_1	د دوه لوریزه پوښښ تختې لپاره دعرضاني قوې دبحراني محیط اوږدوالی ،چې د(ℓ_1) وایې سره موازي قبلېږي
Length of critical shear perimeter for two-way slab shear, measured perpendicular to b_1	b_2	د دوه لوریزه پوښښ تختې لپاره دعرضاني قوې دبحراني محیط اوږدوالی ،چې د(ℓ_2) وایې سره موازي قبلېږي
Length of span two-way slab in direction that moments are being determined, measured center to center of support	ℓ_1	دمومنټ د پیداکېدنې په لوري د دوه لوریزه پوښښ تختې د وایې اوږدوالی دی،چې داتکاګانو دمرکزونو ترمنځ قبلېږي
Length of span two-way slab transverse to ℓ_1, measured center to center of support	ℓ_2	د(ℓ_1) وایې سره متقابل د دوه لوریزه پوښښ تختې دوایې اوږدوالی دی ،چې داتکاګانو دمرکزونو ترمنځ قبلېږي
Length of the compression member in frame, measured from center to center of the joints in frame	ℓ_c	په چوکاټ کې د فشاري جز اوږدوالی دی، چې په چوکاټ کې د اتصالونو ترمنځ قبلېږي
Limited State Design Method	LSD	دحدي حالت محاسبوي طریقه
Live loads,	L_L	ژوندی بار دی
Loaded area in bearing	A_1	په زغم کې بارشوې ساحه ده
Long term deflection factor	λ	داوږدې مودې کړوپېدنې ضریب دی

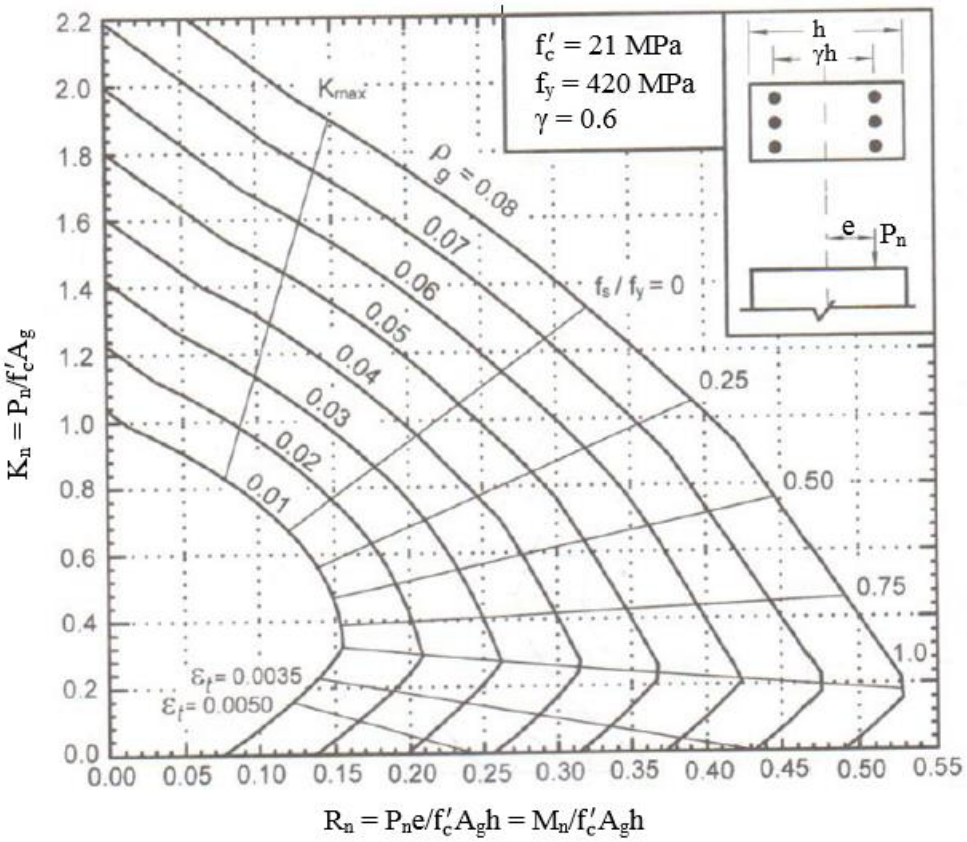
پښتو اصطلاحګانې	مخففات	انګلیسي اصطلاحګانې
دعرضاني مقطعې د مستطیلي برخې له ټولو اندازو څخه اوږده اندازه ده	Y	Longer overall dimension of rectangular part of cross section
د کړوپېدنې د پیداکېدنې په پراو کې د عنص کې اعظمي مومنټ دی	M_a	Maximum moment in member at the stage for which deflection are being computing
دکانکرېټو لپاره دکارېدنې وړ اعظمي فشاري مقاومت دی	ε_{cu}	Maximum useable compressive strain for concrete
اصغري اوږدوالی دی،چې دساختماني جز د محور په اوږدو د اتصال له اړخه حسابېږي	ℓ_o	Minimum length, measured from joint face along axis of structural member
دارتجاعیت مودولونو نسبت	N	Modular ratio
د کانکرېټو د ارتجاعیت مودول	E_s	Modulus od elasticity of reinforcement
د فولادي سیخانو د ارتجاعیت مودول	E_c	Modulus of elasticity of concrete
د کانکرېټو د شلېدنې مودول	f_r	Modulus of rupture of concrete
د مومنټ ضریب	C_m	Moment coefficient
د اړخیزتحرک په وړاندې دمایلي میلې په واسطه محکم شوي چوکاټ لپاره د مومنټ د سمون ضریب دی ، چې دفشاري جز د دواړو ورستنیو برخو ترمنځ د کړېدنې اغېزه منعکسوي	δ_{ns}	Moment magnification factor for frame braced against sidesway, to reflect effects of member curvature between ends of compression member
د اړخیزتحرک په وړاندې دمایلي میلې په واسطه محکم شوي چوکاټ لپاره د مومنټ د سمون ضریب دی ، چې دفشاري جز د دواړو ورستنیو برخو ترمنځ د کړېدنې اغېزه منعکسوي	δ_{ns}	Moment magnification factor for frame braced against sidesway, to reflect effects of member curvature between ends of compression member
د اړخیزتحرک په وړاندې دمایلي میلې په واسطه محکم شوي چوکاټ لپاره د مومنټ د سمون ضریب دی ، چې دجانبي او ثقلي بارونو دمحصلې دتمایل اغېزه منعکسوي	δ_s	Moment magnification factor for frame not braced against sidesway, to reflect lateral drift resultant from lateral and gravity loads
په کانکرېټو د بدلې شوې درزشوې مقطعې د انرشیا مومنټ	I_{cr}	Moment of inertia of cracked section transformed to concrete
دکانکرېټو د مجموعي مقطعې انرشیا مومنټ	I_g	Moment of inertia of gross concrete section
د مقطعې انرشیا مومنټ	I	Moment of inertia of section

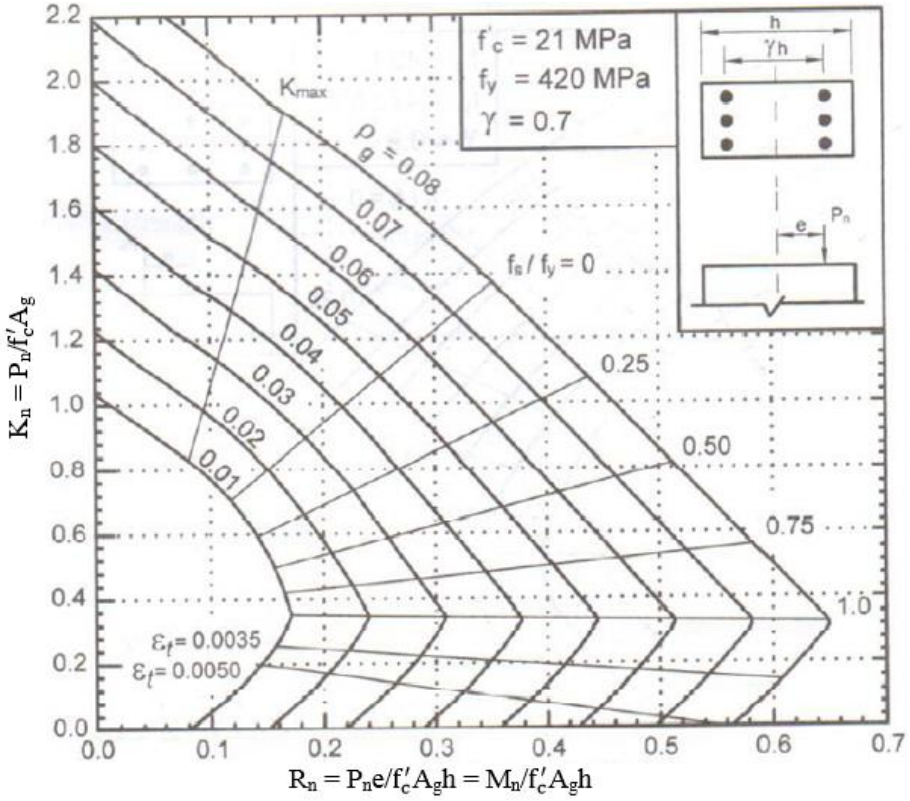
پښتو اصطلاحګانې	مخففات	انګلیسي اصطلاحګانې
په یو واحد کې مومنټ	M	Moment per unit weight
نومینالي محوري بار مقاومت	P_n	Nominal axial load strength
دنسبتي اوږدېدنې په تعادل کې د محوري بار نومینالي مقاومت دی	P_b	Nominal axial load strength at balanced strain condition
دسیخ نومینالي قطر دی	d_b	Nominal diameter of bar
دکانکرېټو زغموونکې عرضاني قوه ده	V_c	Nominal shear force carried by concrete
عرضاني نومینالي مقاومت دی	V_n	Nominal shear strength
د عرضاني سیخانو په واسطه زغموونکې عرضاني مقاومت دی	V_s	Nominal shear strength provided by shear reinforcement
عرضاني نومینالي تشنجات دي	Y	Nominal shear stress
د څرخېدنې مومنټ نومینالي مقاومت دی	T_n	Nominal torsional moment strength
دکانکرېټو زغموونکې عرضاني تشنجات دي	υ_c	Normal shear stress to carried by concrete
دسیخانو شمېر دی	N	Number of bars
دکانکرېټي عرضاني مقطعې دبیروني لوري محیط دی	P_{cp}	Outside perimeter of the concrete cross section
دپوښښ تختو او تهداب لپاره د دوه لوریزه عرضاني قوې د بحراني مقطعې محیط دی	b_o	Perimeter of critical section for two-way shear in slabs and footing
دمتقابلوڅرخېدنې سیخانو دنړۍ بیروني مرکزي لیکې په واسطه محاط شوی محیط دی	P_h	Perimeter of the centerline of the outmost closed transverse torsional reinforcement
دقطبي انرشیا مومنټ د پرتلنې لپاره ، ددوه لوریزه عرضاني قوې فرض شوې بحراني مقطعې ساحه ده	J_c	Property of assumed critical section for two-way shear, analogous to polar moment of inertia
د فشاري جز د عرضاني مقطعې د انرشیا مومنټ شعاع ده	R	Radius of gyration of cross section of a compression member
دبارن بار دی	R	Rain load
د (A_s) او (b_wd) نسبت دی	ρ_w	Ratio of A_s to b_wd
د دوه لوریزه پوښښ تختې د اوږد او لنډ لورو د خالصو وایو اوږدوالیو نسبت دی	β	Ratio of clear spans in long to short direction of two-way slabs
دفشاري سیخانو د سیخبندی نسبت دی	ρ'	Ratio of compression reinforcement

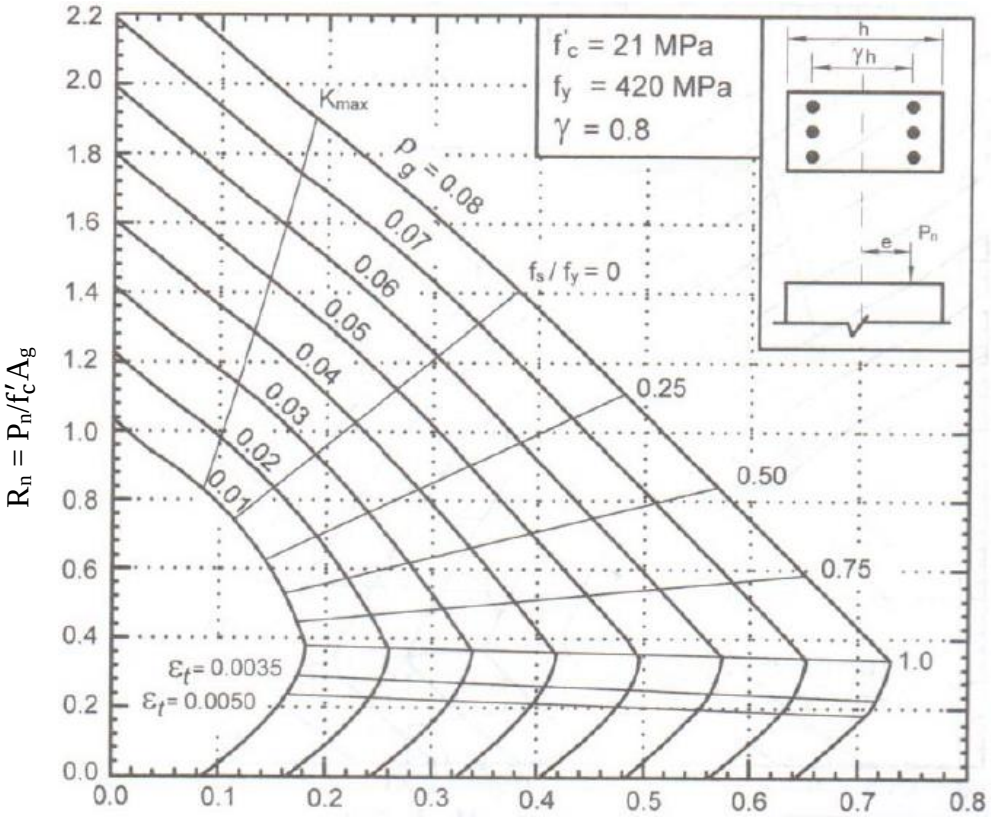
پښتو اصطلاحګانې	مخففات	انګلیسي اصطلاحګانې
د فشاري مستطلۍ بلاک د ارتفاع نسبت دی	β_1	Ratio of depth of rectangular compression block
د تهداب او اوږد او لنډ لورو نسبت دی	β	Ratio of long side to short side of footing
د کششي سیخانو د سیخبندۍ نسبت دی	ρ	Ratio of tension reinforcement
د پایو د بیروني قطار سیخانو او د پایې د مقطعې د ټولې ارتفاع ترمنځ د فاصلو تر منځ نسبت دی	γ	Ratio of the distance between the outer layers of reinforcement in a column to the overall depth of the column
دځنډې ګاډر مقطعې د څرخېدنې نسبت دی	β_t	Ratio of torsional stiffness of edge beam section
دپایې دسیخبندۍ مجموعي نسبت دی	ρ_g	Ratio of total reinforcement area of column
د فنړۍ وله پایې د سیخبندۍ نسبت دی	ρ_s	Ratio of volume spiral reinforcement
د محوري بارونو له امله دپایې د سختۍ د کمېدنې لپاره په محاسبه کې کارېدونکی نسبت دی	β_{dns}	Ratio used to account for reduction of stiffness of columns due to sustained axil loads
دجانبي بارونودتداوم له امله دپایو دسختۍ دکمېدنې لپاره محاسبه کې کارېدونکی ضریب	β_{ds}	Ratio used to account for reduction of stiffness of columns due to sustained lateral loads
د ګاډر او پوښښ تختې د مقطعو دسختیو انجنایې سختۍ ضریب	α_f	Ration of flexure stiffness of beam section to flexure stiffness of slab
دپایې یا متمرکز بار داوږداولنډلورو نسبت	β	Ration of long side to short side of column or concentrated load
د سیخبندۍ انډکس	ω	Reinforcement index
دنسبتي اوږدېدنې دشرایطو د تعادل پورې اړونده دسیخبندۍ ضریب	ρ_b	Reinforcement ratio of corresponding to balanced strain condition
په یو واحد وزن کې مقاوم مومنټ	m_r	Resisting moment per unit weight
د عرضاني قوې ضریب	C_υ	Shear coefficient
عرضاني تشنجات	υ	Shear stress
په کششي سیخانو کې تشنجات	f_s	stress in tensile reinforcement
په فشاري سیخانو کې تشنجات	f'_s	Stress in compression reinforcement
د عرضاني مقطعې د مستطیلي برخې بشپړه لنډ ابعاد	x	Shorter overall dimension of rectangular part of cross section

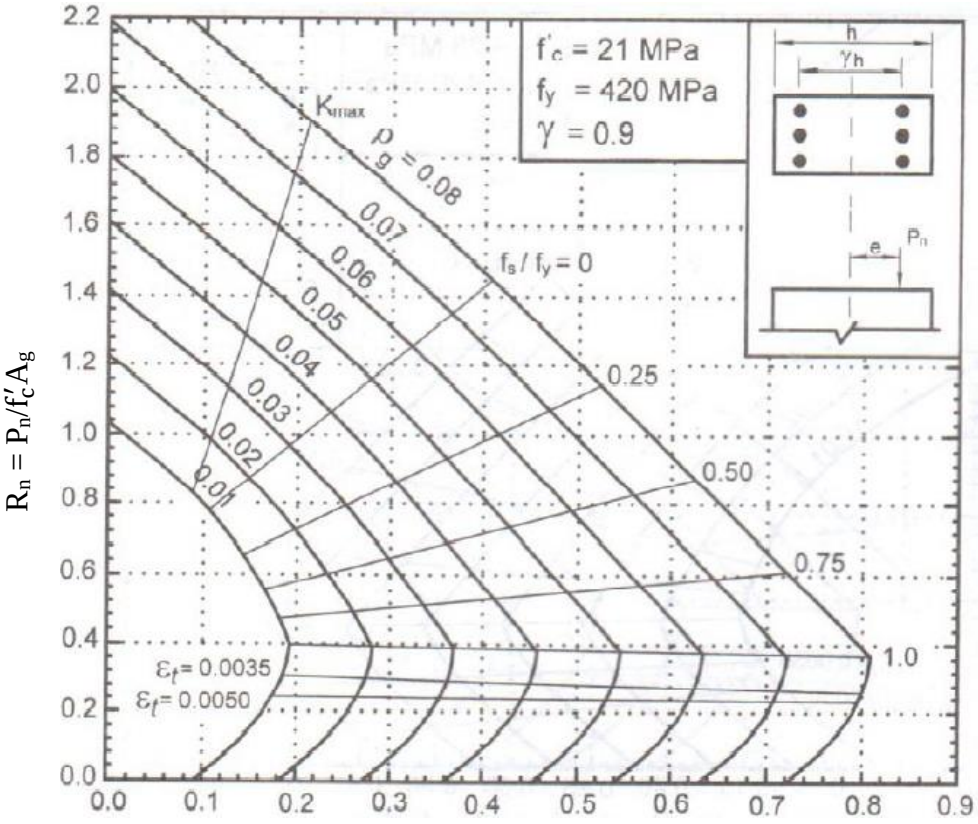
انګلیسي اصطلاحګانې	مخففات	پښتو اصطلاحګانې
Size of rectangular or equivalent column, capital or bracket, measured parallel to the span ℓ_1	c_1	د پایې، کپۍټل یا براکټ مستطیلي یا معادله کچه ،چې د(ℓ_1) وایې سره موازي نیول کېږي
Size of rectangular or equivalent column, capital or bracket, measured parallel to the span ℓ_2	c_2	د پایې، کپۍټل یا براکټ مستطیلي یا معادله کچه ،چې د(ℓ_2) وایې سره موازي نیول کېږي
Smaller factored end moment on a compression member	M_1	په فشاري جز کې وروستنی ضریبي شوی کوچنی کومنټ
Snow load	S	د واورې بار
Space or cover dimension	C	فاصله یا د محافظوي طبقې اندازه
Spacing of shear or torsion reinforcement	S	د عرضاني یا څرخېدنې سیخانو تر منځ فاصله
Spacing of skin reinforcement	s_{sk}	د جدار د سیخانو تر منځ فاصله
Span length of beam and one-way slab	ℓ	دګاډر او یولوریزه پوښښ تختې دوایې اوږدوالی
Specified compressive strength of concrete	f'_c	دکانکرېټو ځانګړی فشاري مقاومت
Specified live load for roof	L_r	د بام لپاره ځانګړی شوی ژوندی بار
Specified yield strength of reinforcement	f_y	د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې ځانګړې مقاومت
Splitting tensile strength of concrete	f_{ct}	په چاودنه کې دکانکرېټو کششي مقاومت
Stability index for a story	Q	د طبقو لپاره د استواری انډکس
Standard deviation	S	ستندرد انحراف
Strain	ε	نسبتي اوږدېدنه
Strain in steel	ε_s	په فلز کې نسبتي اوږدېدنه
Strain of concrete	ε_c	په کانکرېټو کې نسبتي اوږدېدنه
Strength reduction factor	ϕ	دمقاومت کموونکی ضریب
Strength required the factored loads	U	دضریبي شویو بارونو اړین مقاومت
Stress in compression reinforcement	f'_s	په فشاري سیخانو کې تشنجات
stress in tensile reinforcement	f_s	په کششي سیخانو کې تشنجات
Thickness of members	T	داجزاوو ضخامت

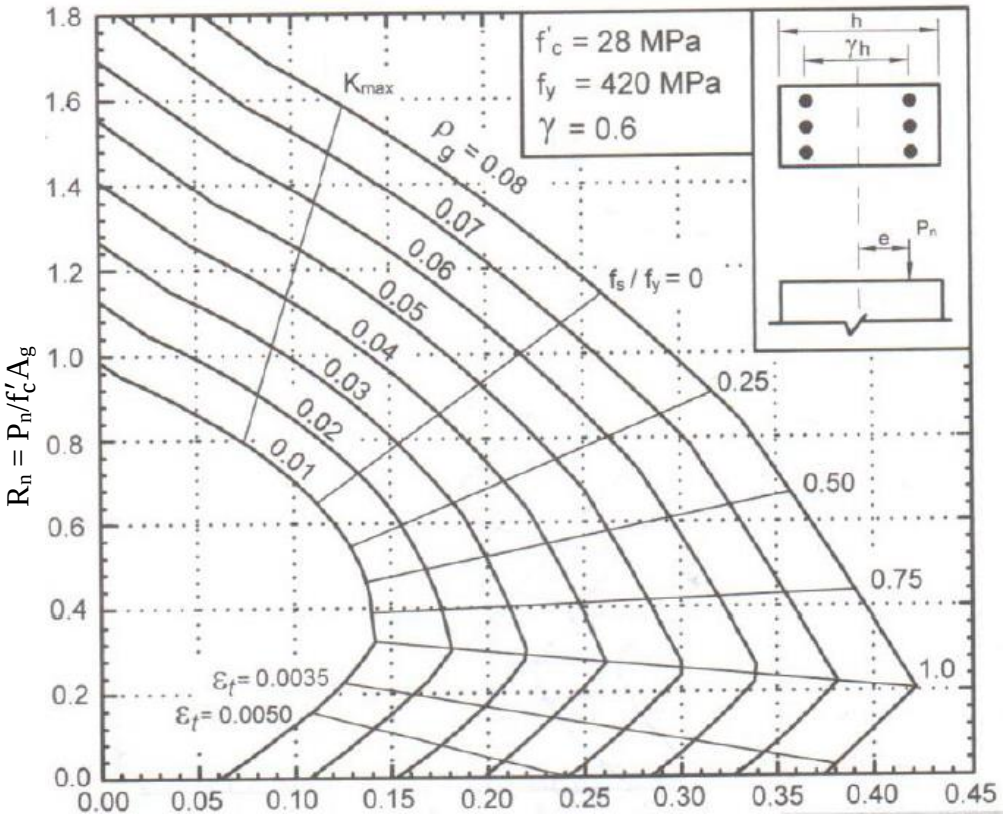
پښتو اصطلاحګانې	مخففات	انګلیسي اصطلاحګانې
دوخت پورې دبار د تداوم لپاره دکړوپېدنې ضریب	ξ	Time dependent factor for sustained load deflection
د څرخېدونکي جز دځرخېدنې سختي، د څرخېدنې په یو واحد کې مومنټ	K_t	Torsional stiffness of torsional member, moment per unite rotation
د طولاني سیخانو مجموعي مساحت	A_ℓ	Total area of longitudinal reinforcement
داوږدوالي په یوواحد کې ضریبي شوی مجموعي بار	W_u	Total factored load per unit length
له قاعدې څخه تر سره پورې د دیوال مجموعي ارتفاع	h_w	Total height of wall from base to top
د دیوال د ساختمان مجموعي اوږدوالی	ℓ_w	Total length of structural wall
دمتقابلو سیخانو انډکس	K_{tr}	Transverse reinforcement index
د فشاري جز بې له اتکاء اوږدوالی	ℓ_u	Unsupported length of compression member
دتنې د عرض یا د دایروي مقطعې د قطر اندازه	b_w	Web width or diameter of circular section
دکانکرېټو وزن	W_c	Weight of concrete
د عنصر دفشاري اړخ، د T- ډوله ګاډر داغېزمنې فشاري طاقچې عرض	b	Width of compression face of member, effective compression flange width of T-beam
د (ℓ_1) په لوري د (α_f) قیمت	α_{f1}	α_f in direction ℓ_1
د (ℓ_2) په لوري د (α_f) قیمت	α_{f2}	α_f in direction ℓ_2


f'_c = 21 MPa
f_y = 420 MPa
γ = 0.6
K_{max}
ρ_g = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
f_s / f_y = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
ε_t = 0.0035
ε_t = 0.0050
h
γh
e
P_n
$K_n = P_n/f'_cA_g$
$R_n = P_ne/f'_cA_gh = M_n/f'_cA_gh$

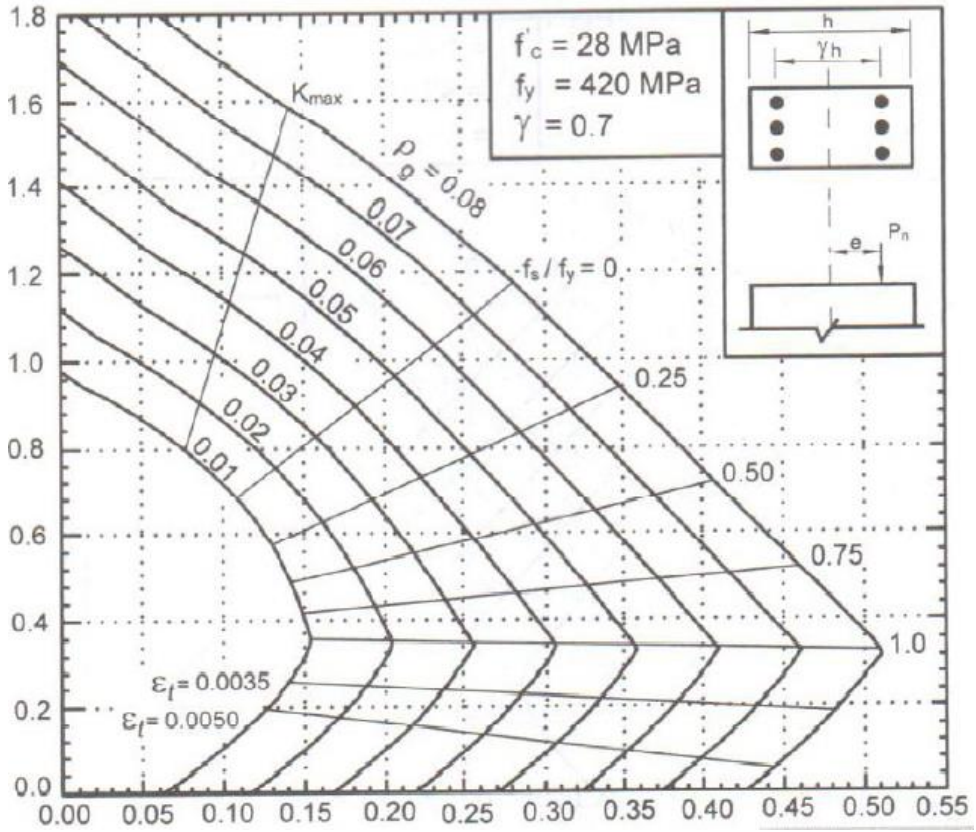

f'_c = 21 MPa
f_y = 420 MPa
γ = 0.7
K_{max}
ρ_g = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
f_s / f_y = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
ε_t = 0.0035
ε_t = 0.0050
h
γh
e
P_n
$K_n = P_n/f'_cA_g$
$R_n = P_ne/f'_cA_gh = M_n/f'_cA_gh$


f'c = 21 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.8
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
h
γh
e
Pn
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh

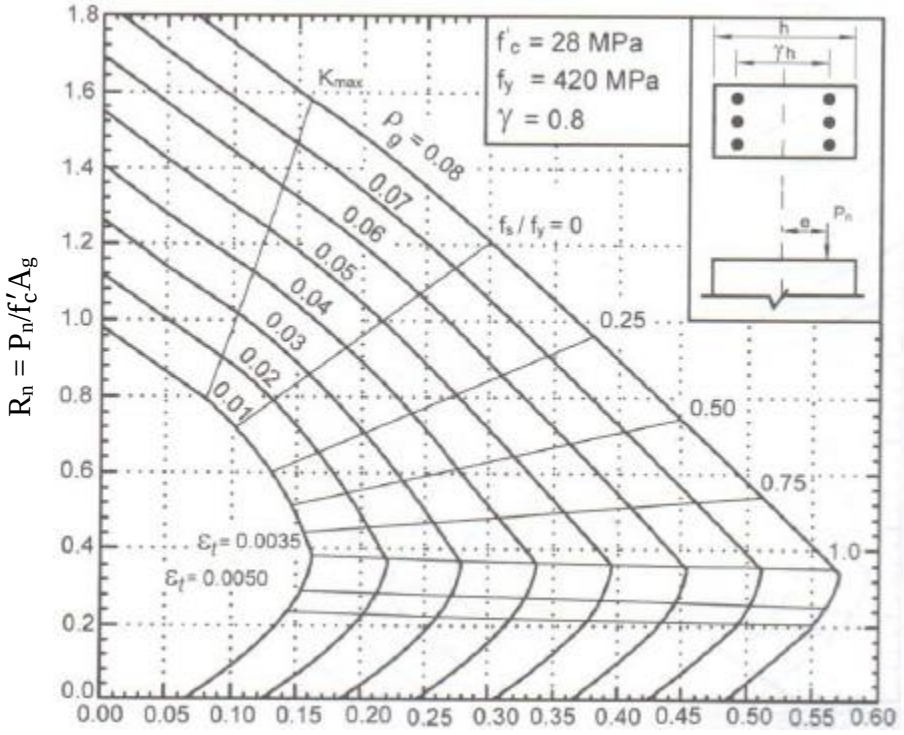

f'c = 21 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.9
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
h
γh
e
Pn
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh

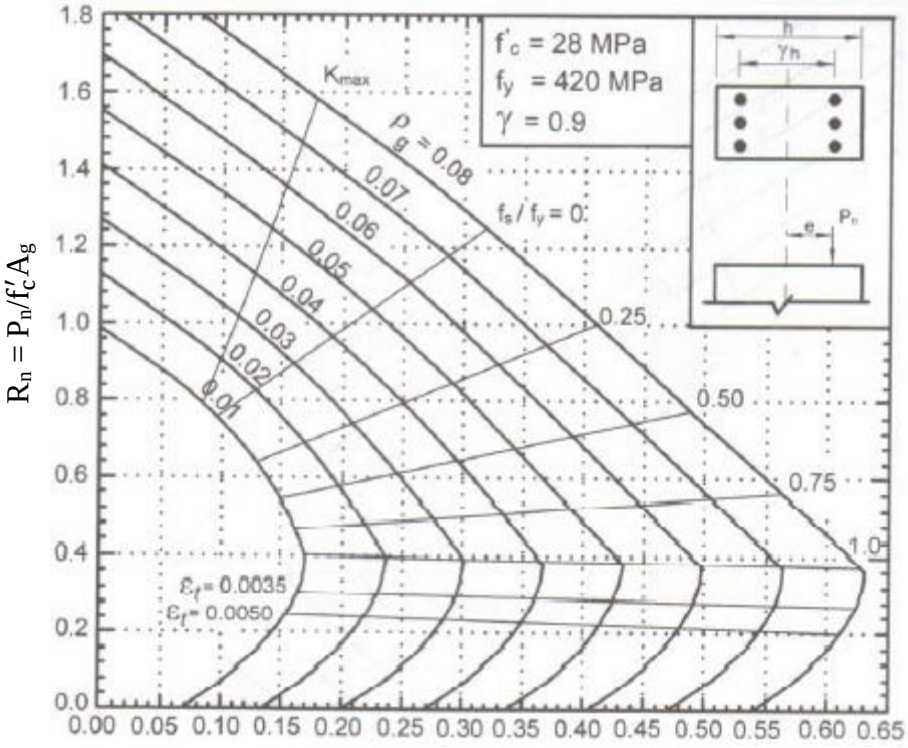


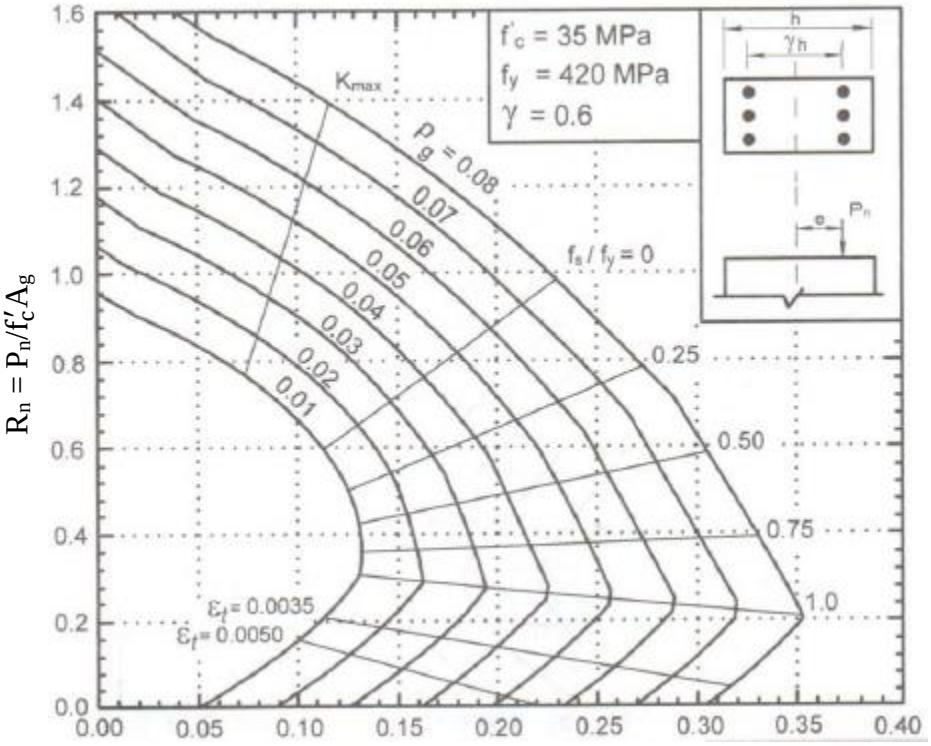
$R_n = P_n e/f'_c A_g h = M_n/f'_c A_g h$



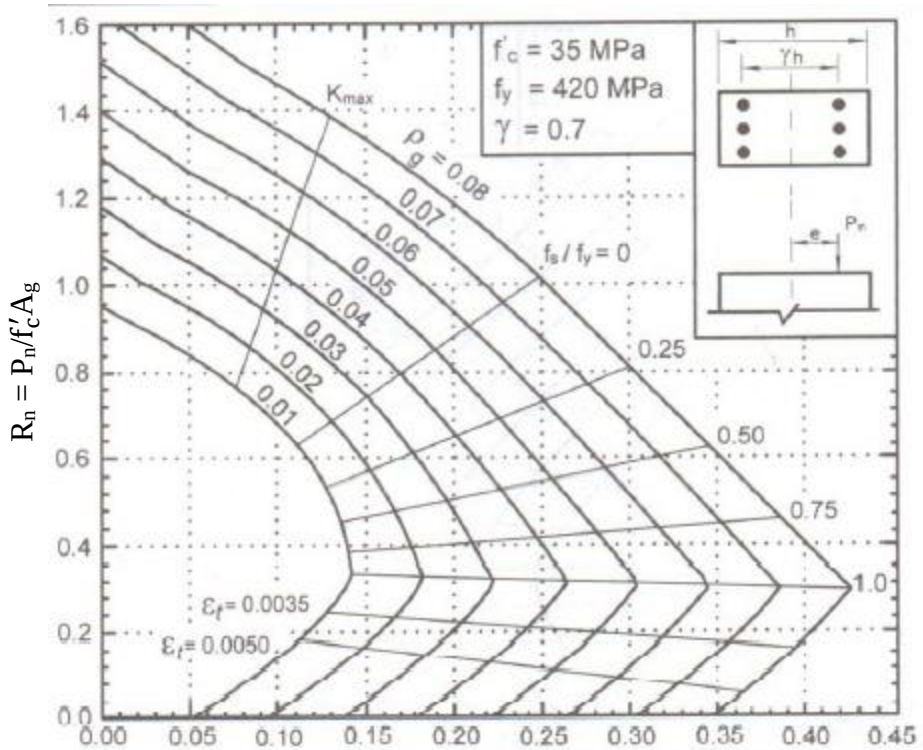
$R_n = P_n e/f'_c A_g h = M_n/f'_c A_g h$


f'c = 28 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.8
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh

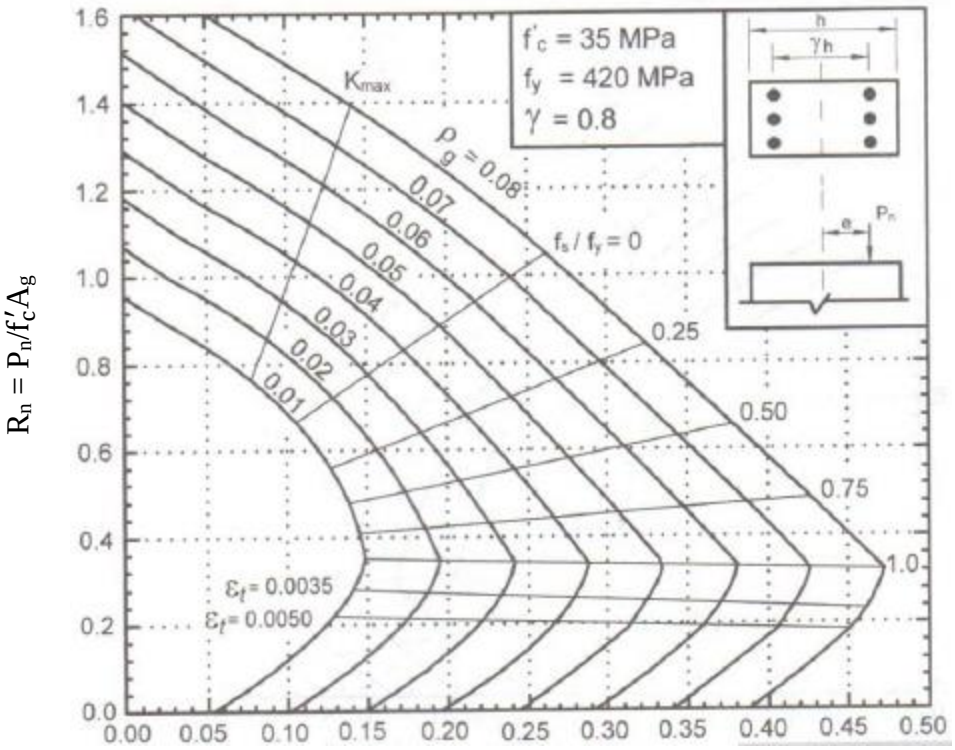

f'c = 28 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.9
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh

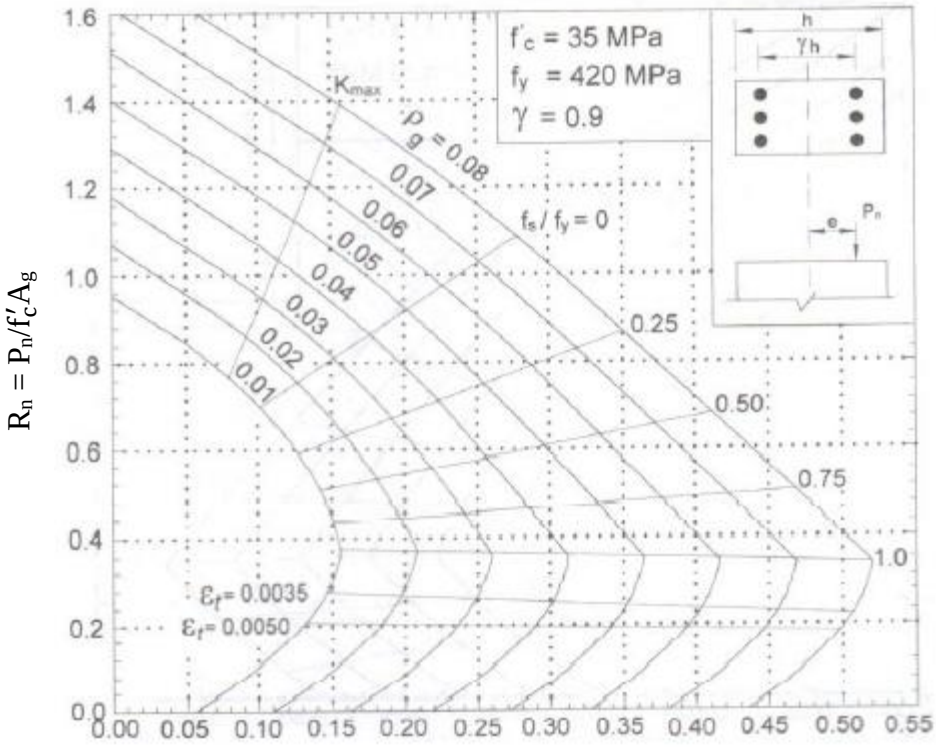


$R_n = P_n e/f'_c A_g h = M_n/f'_c A_g h$



$R_n = P_n e/f'_c A_g h = M_n/f'_c A_g h$


f'c = 35 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.8
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh


f'c = 35 MPa
fy = 420 MPa
γ = 0.9
Kmax
ρg = 0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
fs / fy = 0
0.25
0.50
0.75
1.0
εt = 0.0035
εt = 0.0050
Rn = Pn/f'cAg
Rn = Pne/f'cAgh = Mn/f'cAgh

Book Name	Reinforced Concrete Structure Designs II
Author	Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand
Publisher	Nangarhar University, Engineering Faculty
Website	www.nu.edu.af
Published	2020, First Edition
Copies	1000
Serial No	322
Download	www.ecampus-afghanistan.org

This publication was financed by **Kinderhilfe-Afghanistan** (German Aid for Afghan Children) a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it.

Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks, please contact us:
Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Karte – 4, Kabul
Office 0756014640, 0706320844
Email textbooks@afghanic.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2020, Afghanistan Times Printing Press

ISBN 978-9936-633-40-7