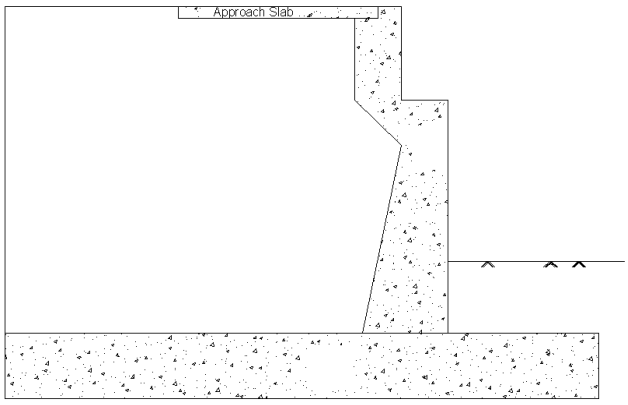
20civil.ir

آموزش طراحی کوله بتن مسلح

وپی های سطحی

معمولا در بارگذاری کوله ها از وزن دال دسترسی (Approach Slab) صرف نظر می‌شود باتوجه اینکه خاک پشت کوله دانه بندی ومشخصات آنرا آیین نامه تعیین میکند و همچنین توسط عوامل اجرایی محدوده پشت کوله ها پر می‌شود بنابراین مشخصات خاک فوق با وزن مخصوص ۲ تن برمترمکعب در نظر گرفته می‌شود بنابراین میتوان از وزن دال دسترسی در پشت کوله را صرف نظر کرد



شکل ۳۶: محل استقرار دال دسترسی در کوله های بتن مسلح

ب)بارهای جانبی

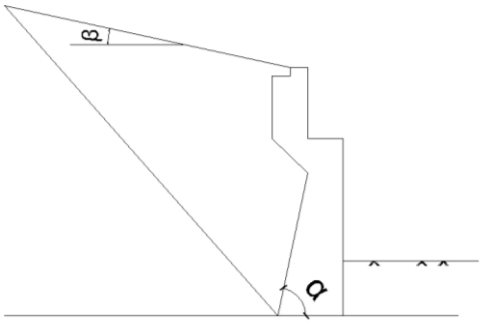
۱) بار فشار خاک

برای محاسبه فشار خاک در پشت دیوارهای حائل از رابطه زیر میتوان این فشار را تعیین کرد

$$q = \mathrm{k} * \gamma * H * L$$

باتوجه به اینکه فشار خاک به چند صورت در نظر گرفته میشود(Passive،Active،سکون) بنابراین نوع فشار خاک در پشت دیوار های حائل یا کوله‌ها می بایست تعیین گردد، کوله ها به دلیل انعطاف پذیری دیوار در ارتفاع و همچنین کنسولی بودن آنها همواره حرکت به سمت دهانه پل بحرانی بوده و فشار خاک به صورت اکتیو عمل می‌کند بنابراین فشار خاک در کوله ها به صورت اکتیو در نظر گرفته می‌شود این فشاربه صورت مثلثی می‌باشد وبا افزایش عمق فشار اکتیو بیشتر خواهد شد.

(β: در صورتیکه خاک پشت دیوار کوله یا دیوار حائل به صورت شیب دار باشد مقدار این زاویه در رابطه کولمب در نظر می‌گیریم با افزایش زاویه ضریب فشار اکیتو افزایش پیدا خواهد کرد



- رابطه رانکین

$$k_a = \frac{1 - sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

(در رابطه رانکین از اصطکاک خاک پشت و دیواره صرف نظر می‌شود)

H: ارتفاع پای دیوار تا بالای دیوار

γ: وزن مخصوص خاک پشت کوله که بین ۱,۹ الی ۲ تن برمترمکعب برای ماسه متراکم

L:طول دیوار درجهت عمود که برای سادگی محاسبات یک متر در نظر گرفته می‌شود

۲) بار افقی ناشی از بار زنده

این بار برای دیوارهای حائلی میباشد که فاقد دال دسترسی می‌باشند که احتمال حضور بارزنده در لبه دیوار وجود داشته باشد لذا در صورتیکه بارزنده در محدوده افقی برابر نصف ارتفاع در پشت دیوار قرار بگیرد می بایست اثر فشار جانبی آنرا در نظر بگیریم

در صورتیکه دال دسترسی وجود نداشته باشد (معمولا در دیوارهای حائل رخ می دهد) احتمال استقرار بارزنده در محدوده افقی برابر نصف ارتفاع دیوار قرار بگیرد می بایست اثر فشار جانبی این بار در نظر گرفته شود مطابق آیین نامه اثر این بار معادل یک تن بر مترمربع خواهد بود

بارجانبی تکیه گاه عرشه (بارجانبی نئوپرن)

از دیگر بارهای جانبی وارد بر کوله ها می‌توان بارجانبی تکیه گاه عرشه پل به کوله ها را نام برد که در دوحالت قابل بررسی می‌باشد ۱.بارجانبی تکیه گاه تحت سرویس ۲.بارجانبی تکیه گاه تحت زلزله

- **بار جانبی نئوپرن تحت سرویس**

این بار به صورت حرارت ،ترمز،جمع شدگی و... به تکیه گاه پل و نهایت به کوله ها منتقل می‌شود با توجه اینکه میزان نیروی که از عرشه پل به تکیه گاه وارد می‌شود مجهول می‌باشد لذا حداکثر باری که تحت بار سرویس به تکیه گاه منتقل میشود را در نظر میگیریم.

مطابق آیین نامه آشتو حداکثر جابجایی تحت سرویس به اندازه نصف ضخامت موثر تکیه گاه(h_{rt})اجازه جابجایی داده می‌شود ($\gamma = ۰.۵$)

برای آموزش طراحی وکنترل های تکیه گاههای پل میتوانید به فایل آموزشی طراحی تکیه گاه پل و دال دسترسی در نرم افزار SAP2000 به وب سایت ۲۰civil.ir مراجعه کنید

γ :کرنش برشی تکیه گاه

نیروی افقی اعمال شده از نئوپرن به کوله تحت سرویس برابراست با

$$F = K_h \Delta$$

K_h : سختی جانبی نئوپرن که از رابطه زیر محاسبه می گردد

$$K_h = \frac{GA}{H_{rt}}$$

G:مدول برشی لایه های لاستیکی

A:سطح مقطع تکیه گاه در پلان

کنترل پایداری کوله یا دیوار حائل:

پس از تعیین بارهای وارد بر کوله در این مرحله به کنترل های پایداری کوله ها یا دیوارهای حائل می‌پردازیم درحقیقت با کنترل های پایداری ابعاد پی را بدست می آوریم.

کنترل پایداری به دسته عمده تقسیم بندی می‌شود:

الف) واژگونی

ب) لغزش

ج) کنترل خروج از مرکزیت بار برآیند قائم

ترکیبات باری که برای این کنترل ها صورت می گیرد به دوگروه تقسیم بندی میشوند

I. D+L+E حالت اول

II. D+E+EQ حالت دوم

D: بار مرده

L: بار زنده

E:بار خاک

EQ: بار زلزله

معمولا در مناطقی که از خطر نسبی خیلی زیاد برخوردارند ترکیب بار دوم تعیین کننده خواهد بود

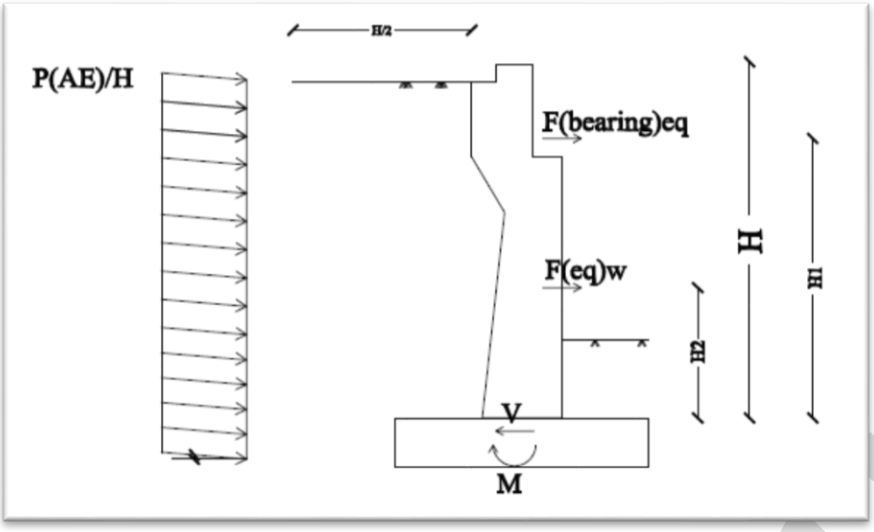
الف) کنترل واژگونی:

ضریب اطمینان در مقابل واژگونی:

برای ترکیب بار حالت I:

$$F.S_{overturning} = \frac{M_r}{M_O} \geq ۲$$

20civil.ir



شکل ۶۴: بازو لنگرهای اعمالی به دیوار کوله

طرح برشی کوله :

جهت طرح برشی با تعادل قرار دادن نیروهای افقی ،نیروی برشی را در پای دیوار بدست آورده سپس از روابط زیر برای طرح برشی استفاده خواهیم کرد.

$$V_n = \frac{V_u}{\emptyset} = \frac{V_u}{۰.۸۵} \leq V_C = ۰.۵۳\sqrt{f'_C} * b * d$$

d: ضخامت دیوار

b: بعد عمود بردیوار که طرح برشی برای طول یک متر در نظر میگیریم

در صورت برقراری شرایط زیر

$V_n > V_c$

نیاز به فولاد برشی خواهیم داشت برای طرح فولاد برشی از رابطه زیر استفاده خواهیم کرد

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yd}}$$

$$M_{w_{wall}} = (3 - 0.72) * 32.9 = 75.01\ ton.m$$

$$M_{w_{foundation}} = 31.88 * (8.5 * 0.5) = 135.5\ ton.m$$

مولفه های قائم فشار خاک و فشار خاک حین زلزله در پشت دیوار در نظرگرفته شده است

$$M_{P_{a-V}} = 47.187 * sin15 * 3 * 1 = 36.63\ ton.m$$

$$M_{\Delta P_{AE-V}} = 16.45 * sin15 * 3 * 1 = 12.77\ ton.m$$

$$M_r = 703.35 + 2.5 + 33.62 + 75.01 + 135.5 + 36.63 + 12.77 = 999.38\ ton.m$$

$$F.S = \frac{999.38}{405.27} = 2.46 > 1.50\ ok$$

کنترل لغزش

$$F_s = P_A * cos15 + P_{\Delta P_{AE}} * cos15 + P_{EQ-wall} + P_{EQ-foundation} + P_{neoprene}$$

$$P_A * cos15 = ۴۷.۱۸۷ * cos15 * ۱ = ۴۵.۶\ ton$$

$$P_{\Delta P_{AE}} * cos15 = ۱۶.۴۵ * cos15 * ۱ = ۱۵.۸۸\ ton$$

$$P_{EQ-wall} = ۴.۹۴\ ton$$

$$P_{EQ-foundation} = ۴.۷۸\ ton$$

$$P_{neoprene} = ۵.۶۷\ ton$$

$$F_s = ۴۵.۶ + ۱۵.۸۸ + ۴.۹۴ + ۴.۷۸ + ۵.۶۷ = ۷۶.۸۷\ ton$$

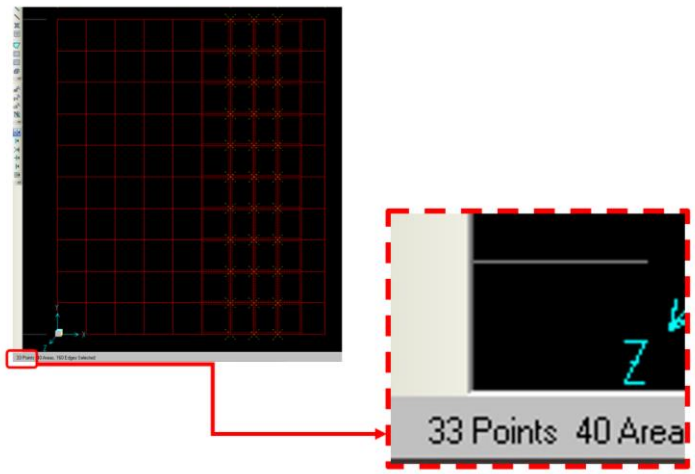
$$F_s = ۷۶.۸۷$$

$$\sum W = W_{deck} + W_{foundation} + W_{wall} + W_{s1} + W_{s2} + P_A * cos15 + P_{\Delta P_{AE}} * cos15$$

$$\sum W = ۱۶.۴ + ۳۱.۸ + ۳۲.۹ + ۱۲۳.۸۳ + ۳.۳ + ۱۲.۲۱ + ۴.۲۵ = ۲۲۴.۶۹\ ton$$

20civil.ir

لنگر بدست آمده به تعداد گره های هایی که در محدوده دیوار قرار دارد تقسیم می شوند وبه صورت نقطه ای اعمال می گردد

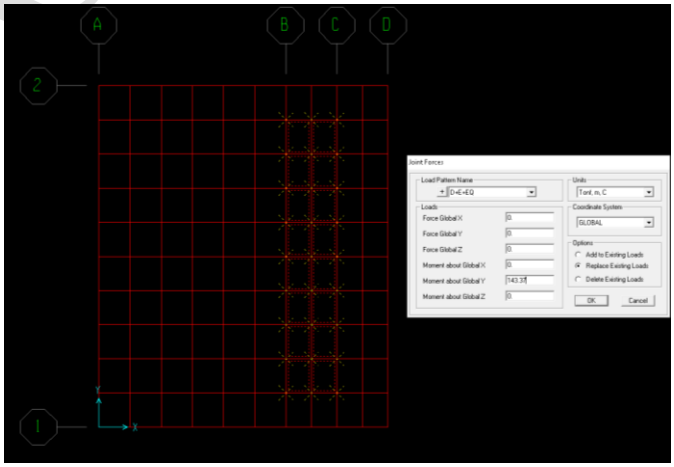


شکل ۸۸:تعداد گره محدوده دیوار کوله

$$M_{Latral} = \frac{۴۷۳۱.۳۹}{۳۳} = ۱۴۳.۳۷\ t.m$$

همانطور که مشاهده میگردد لنگر فوق میبایست به نقاط اختصاص داده شود تنها نکته‌ای که در این قسمت حایز اهمیت می باشد سهم بارگیر گره‌های لبه پی برابر نصف سهم بارگیر گره های میانی میباشد که می بایست در هنگام بارگذاری مورد توجه قرار گیرد.

پس از مشخص شدن لنگر وارد به هرگره در محدوده دیوار برای اختصاص این لنگر ابتدا گره های میانی را انتخاب کرده سپس لنگر فوق را به مدل سازه‌ای اختصاص میدهیم پس از انتخاب گره‌های مورد نظر از منوی Assign>Joint Loads>Forces مطابق تصویر زیر لنگر حول محور Y را وارد می کنیم

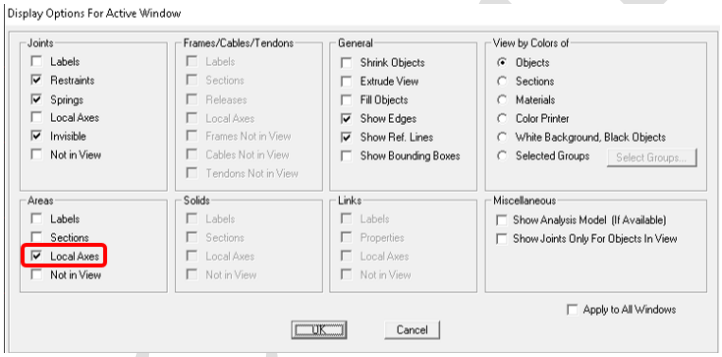


شکل ۸۹:اختصاص لنگر به گره‌های میانی

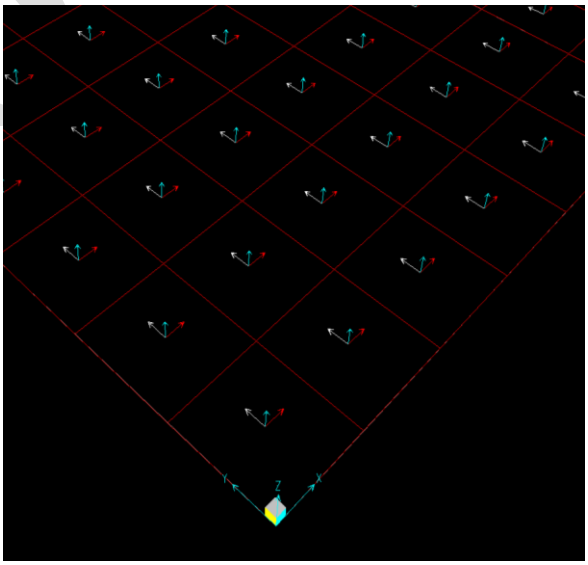
همانطور که مشاهد می گردد یک پانل از پی در قسمت سمت چپ تحت بارهای جانبی دچار بلندشدگی شده است وباتوجه به اینکه فنر غیرخطی تعریف شده است بدون واکنش تکیه گاهی میباشد و بقیه پی به صورت تنش فشاری می باشد بنابراین توزیع تنش در زیرپی بصورت مثلثی خواهد بود ومیزان بلندشدگی نیز کمتر ازنصف عرض پی میباشد بنابراین نیازی به افزایش بعد پی از قسمت پاشنه نمی باشد.

طراحی فنداسیون

ابتدا براساس طرح خمشی آرماتورهای طولی وعرضی فنداسیون را بررسی می کنیم برای مشخص شدن جهت طولی وعرضی از محورهای محلی کمک میگیریم برای نمایش محورهای محلی در نرم افزار باستفاده منوی View>Set Display Options مطابق تصویر زیر در قسمت Areaگزینه Local Axes فعال می‌کنیم



شکل ۹۵:نحوه نمایش محورهای محلی



شکل ۹۶:نمایش محورهای محلی در مدل سازه‌ای