پاسخنامه تشریحی آزمون

محاسبات ۱۴۰۵

WWW.ACEFIRM.IR

پنجشنبه | ۷ آبان | ۱۴۰۵



تهیه شده توسط:

اساتید گروه آموزشی ACE



دکتر فهیمی



دکتر ذکری

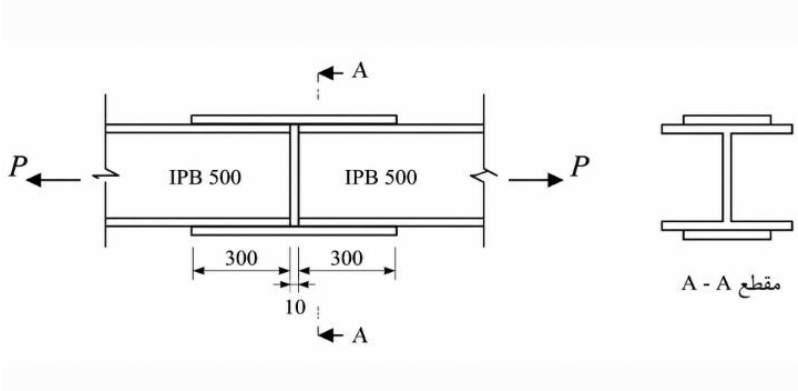
موسسه ACE، برگزار کننده دوره های تخصصی قبولی در آزمون های ورود به حرفه مهندسان،(نظارت، اجراء و محاسبات) و آزمون‌های کارشناسان رسمی ساختمان، آموزش نرم‌افزارهای مهندسی عمران و معماری

با بیشترین آمار قبولی در سطح کشور ⟸ مشاهده کارنامه قبولین بی شمار ACE | کلیک کنید

www.acefirm.ir

سوالات مبحث ۱۰ – فولاد

۱) در عضو کششی شکل زیر، مقدار ضریب تأخیر برش به کدام‌یک از گزینه‌ها نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۰٫۹۶ (۱)

۰٫۸۴ (۲)

۰٫۷۳ (۳)

۰٫۹۲ (۴)

خروج از مرکزیت برای مقطع (نصف مقطع از بالا و نصف از پایین) تقریبا برابر است با:

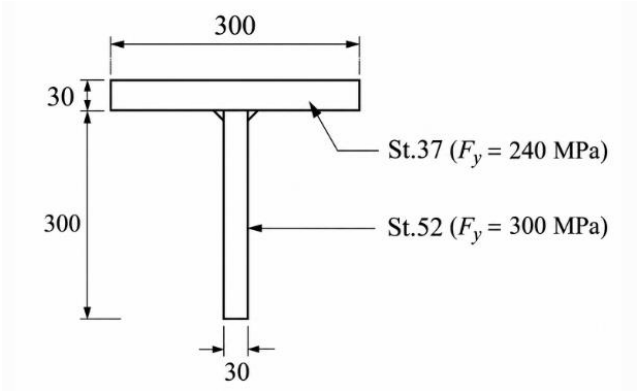
$$\bar{x} = 300 \times 28 \times \frac{28}{2} + (250 - 28) \times 14.5 \times \left(28 + \frac{250 - 28}{2}\right) = 48.6$$

$$\mathrm{U} = 1 - \frac{48.6}{300} = 0.84$$

گزینه صحیح: ۳

---

۲) لنگر پلاستیک مقطع نشان‌داده‌شده در شکل نسبت به محور قوی، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد برحسب میلی‌متر است.



kN · m ۴۹۱ (۱)

kN · m ۵۳۴ (۲)

kN · m ۵۱۸ (۳)

kN · m ۳۵۶ (۴)

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

پاسخ تشریحی:

$$Ff = 300 \times 30 \times 240 = 2160\,kN$$
$$Fw = 300 \times 30 \times 360 = 3240\,kN$$

محل محور خنثای پلاستیک:

محور خنثی در جان است. فاصله آن از زیر بال را x در نظر می‌گیریم:

$$2160 + 30x(360)/1000 = 30(300 - x)(360)/1000$$
$$x = 50\,mm$$

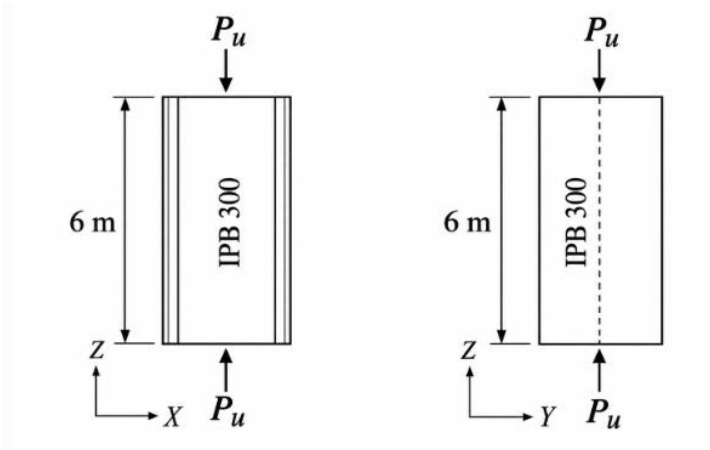
جمع لنگر نیروهای پلاستیک:

$$Mp = 2160(0.065) + 540(0.025) + 2700(0.125)$$
$$Mp = 140.4 + 13.5 + 337.5 = 491.4\,kN \cdot m$$

گزینه صحیح:



۳) در شکل، نمای عضو فشاری با مقطع IPB300 در دو صفحه Z–X و Z–Y نشان داده شده است. اگر Kx = ۲ و Ky = ۱.۵ باشد، در طراحی به روش طول مؤثر، مقاومت فشاری اسمی آن براساس کمانش خمشی به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ Fy = ۲۴۰ MPa و E = ۲×۱۰^5 MPa.



۱) ۱۳۳۰ kN

۲) ۲۳۰۰ kN

۳) ۱۷۵۰ kN

۴) ۱۰۲۵ kN

برای IPB300: $Ag = 14900\ mm^2$، شعاع ژیراسیون محور ضعیف برابر ۷۵.۸ mm و محور قوی برابر ۱۳۰ mm است. مطابق محورهای درج‌شده در خود شکل، محور x ضعیف و y قوی است.

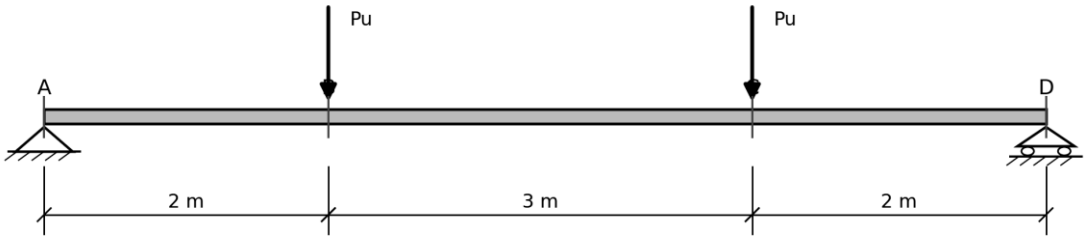
$$\lambda x = (2 \times 6000)/75.8 = 158.31$$
$$\lambda y = (1.5 \times 6000)/130 = 69.23$$

پس محور x کنترل‌کننده است.

$$\lambda c = 4.71\sqrt{(E/Fy)} = 136 < \lambda x$$
$$Fe = \pi^2(200000)/(158.31)^2 \approx 78.76\ MPa$$
$$Fcr = 0.877Fe \approx 69.07\ MPa$$
$$Pn = Fcr\ Ag = 69.07 \times 14900 / 1000 \approx 1029\ kN$$

گزینه صحیح: ۴

۴- در تیر شکل زیر با مقطع IPE330 و خمش حول محور قوی، فرض کنید در نقاط A، B، C و D مهارهای جانبی وجود دارد. در طراحی به روش LRFD، حداکثر مقدار Pu قابل تحمل توسط این تیر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر شود. $Fy = 240$ MPa و $E = 2 \times 10^5$ MPa.



۱) ۱۷۳ kN

۲) ۸۶ kN

۳) ۷۷ kN

۴) ۱۵۴ kN

به دلیل تقارن، $RA = RD = Pu$ و در قطعه BC لنگر ثابت و برابر $2Pu$ است.

$$Mu,max = 2Pu$$
$$Zx = 804\ cm^3 \quad ; \quad Sx = 713\ cm^3$$
$$Lp = 1.80\ m \quad ; \quad Lr = 5.97\ m$$
$$Mp = Fy\,Zx = 192.96\ kN\cdot m$$

چون $Lb = ۳\ m$ بین Lp و Lr است و لنگر در تمام قطعه ثابت می‌باشد، $Cb = ۱$.

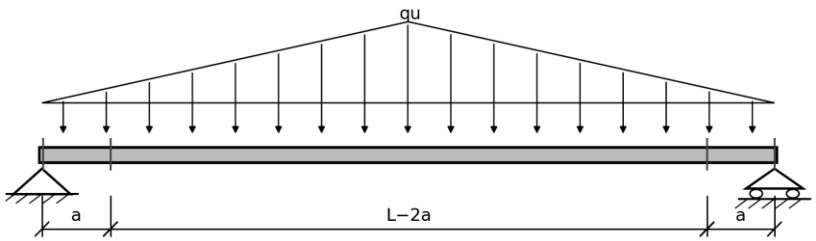
$$Mn = Cb\,[Mp - (Mp - 0.7FySx)\,(Lb - Lp)/(Lr - Lp)]$$
$$Mn = 171.90\ kN\cdot m \Rightarrow \varphi bMn = 154.71\ kN\cdot m$$
$$Pu,max = 154.71/2 = 77.36\ kN$$

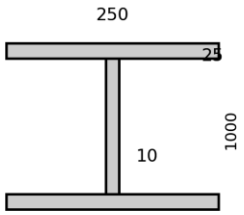
در قطعات AB و CD با طول ۲ متر، Cb تقریباً ۱٫۶۷ است و سقف Mp حاکم می‌شود؛ لذا ظرفیت آنها از قطعه BC بیشتر است.

گزینه صحیح: ۳



۵) در تیر شکل زیر، حداکثر مقدار a برای اینکه در کنترل برش در دو چشمه ابتدا و انتها، حالت حدی کمانش برشی تعیین‌کننده نباشد، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد برحسب میلی‌متر است. $Fy = ۲۴۰\ MPa$ و $E = ۲\times۱۰^5\ MPa$.





مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

(۱) ۱٫۰ m

(۲) ۰٫۸ m

(۳) ۱٫۵ m

(۴) ۱٫۲ m

پاسخ تشریحی:

تعیین نسبت لاغری جان

$$h/tw = 1000/10 = 100$$

شرط حذف کاهش مقاومت ناشی از کمانش برشی

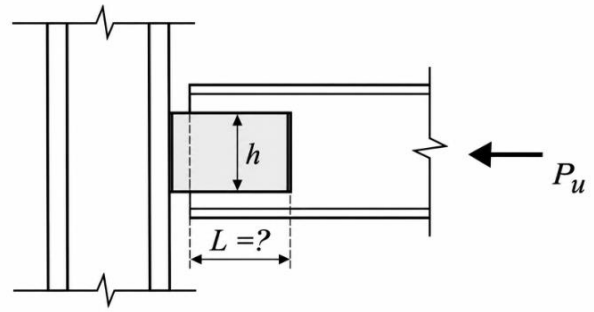
$$Cv1 = 1 \Rightarrow h/tw \leq 1.1\sqrt{(kv\,E/Fy)}$$
$$kv,min = (100/1.1)^2 \times (240/200000) = 9.91736$$

تعیین فاصله سخت‌کننده

$$kv = 5 + 5/(a/h)^2$$
$$a \leq 1000\sqrt{[5/(9.91736 - 5)]} = 1008.37\ mm$$
$$amax = 1.008\ m \approx 1.0\ m$$

گزینه صحیح: ۱

۶- در اتصال شکل زیر، حداکثر طول ورق اتصال ((L به ضخامت t برای اینکه تنش فشاری اسمی ورق اتصال برابر تنش تسلیم آن در نظر گرفته شود، به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ اتصال در دو انتهای ورق مفصلی بوده و K = ۱ فرض شود.



(۱) ۲۴t

(۲) ۵t

(۳) ۷t

(۴) ۱۲t

برای امکان محاسبه مقاومت فشاری اسمی برمبنای تسلیم ورق اتصال، شرط لاغری $KL/r \geq 25$ باید برقرار باشد.

$$KL/r \leq 25 \Rightarrow Rn = Fy\,Ag$$

شعاع ژیراسیون ضعیف ورق

$$Ag = ht\ ;\ Imin = ht^3/12$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

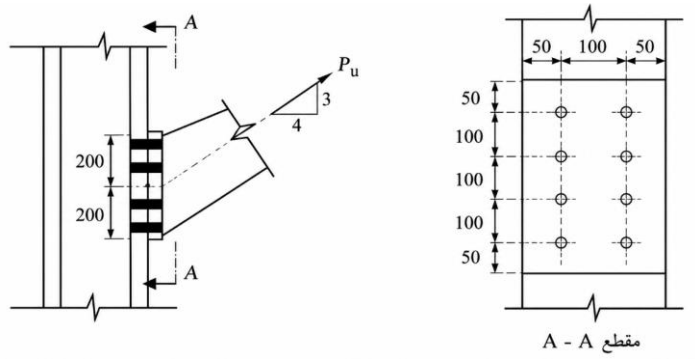
$$r_{min} = \sqrt{(I_{min}/A_g)} = t/\sqrt{12}$$

طول حداکثر

$$(1 \times L)/(t/\sqrt{12}) \leq 25$$
$$L_{max} = 25t/\sqrt{12} = 7.217t$$

گزینه صحیح: ۳

۷- در اتصال شکل زیر، قطر پیچ‌ها ۲۰ میلی‌متر از نوع ۱۰.۹، سوراخ‌ها استاندارد و اتصال از نوع لغزش‌بحرانی با وضعیت سطحی کلاس A است. فقط بر اساس کنترل لغزش و در روش LRFD، حداکثر مقدار قابل قبول Pu به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ ابعاد شکل به میلی‌متر است.



۱) ۶۰۵ kN

۲) ۵۷۵ kN

۳) ۴۶۵ kN

۴) ۴۹۵ kN

تجزیه نیروی مایل

$$T_u = (4/5)P_u = 0.8P_u$$
$$V_u = (3/5)P_u = 0.6P_u$$

مشخصات اتصال:

تعداد پیچ‌ها ۸، یک سطح لغزش، μ = ۰.۳۰ (کلاس A، Du = ۱.۱۳، hf = ۱، ϕ = ۱ و پیش‌تنیدگی M20 رده ۱۰.۹ برابر Tb = ۱۷۹ kN در نظر گرفته می‌شود.

کاهش مقاومت لغزش به علت کشش

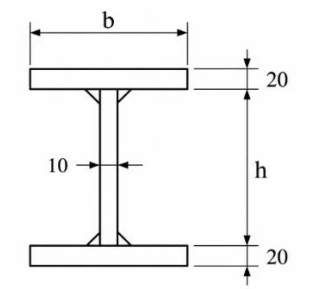
$$V_u \leq \varphi\, \mu\, h_f\, n_s\, (D_u\, T_b\, n_b - T_u)$$
$$0.6P_u \leq 0.30\,[(1.13)(179)(8) - 0.8P_u]$$
$$0.6P_u \leq 485.448 - 0.24P_u$$
$$P_{u,max} = 485.448/0.84 = 577.914\ kN$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

گزینه صحیح: ۲

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

۸- در شکل زیر مقطع تیر پیوند یک قاب مهاربندی‌شده واگرا نشان داده شده است. اگر طول تیر پیوند برابر Mp/Vp باشد، حداکثر مقدار قابل قبول b به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ ابعاد شکل به میلی‌متر است. Fy = ۳۶۰ MPa و E = ۲×۱۰^5 MPa.



۱) ۳۳۰ mm

۲) ۲۴۰ mm

۳) ۲۶۰ mm

۴) ۴۲۰ mm

تعیین نوع تیر پیوند

$$e = Mp/Vp \leq 1.6Mp/Vp$$

بنابراین تیر پیوند کوتاه و با رفتار برشی است و استثنای مربوط به محدودیت فشردگی بال به‌کار می‌رود.

حد نسبت پهنا به ضخامت

$$\lambda md = 0.38\sqrt{[E/(Ry\ Fy)]}$$

$$Ry = 1.15 \Rightarrow \lambda md = 0.38\sqrt{[200000/(1.15 \times 360)]} = 8.352$$

$$(b - tw)/(2tf) \leq 8.352$$

$$b \leq 10 + 2(20)(8.352) = 344.1\ mm$$

گزینه صحیح: ۱

۹- فرض کنید در قاب خمشی ویژه، اتصال تیر به ستون از نوع BFP باشد و مقدار Sh برابر ۰٫۵ متر است. اگر طول دهانه آزاد تیر ۶ متر باشد و از آثار بارهای ثقلی و وزن تیر صرف‌نظر شود، در روش LRFD مقاومت خمشی موردنیاز اتصال در بر ستون باید حداقل چند برابر لنگر پلاستیک مقطع تیر باشد؟ تیر با مقطع I ساخته‌شده از ورق است. Fy = ۲۴۰ MPa و Fu = ۳۶۰ MPa.

(۱) ۱٫۴۴Mp

(۲) ۱٫۶۶Mp

(۳) ۱٫۳۸Mp

(۴) ۱٫۲۰Mp

لنگر محتمل در مفصل پلاستیک

$$Cpr = \min[(Fy + Fu)/(2Fy), 1.2]$$
$$Cpr = \min[600/480, 1.2] = 1.2$$
$$Ry = 1.15 \Rightarrow Mpr = Cpr\, Ry\, Mp = 1.38Mp$$

طول بین مفاصل و برش تعادلی

$$Lh = Ln - 2Sh = 6 - 1 = 5\,m$$
$$Vh = 2Mpr/Lh = 2(1.38Mp)/5$$

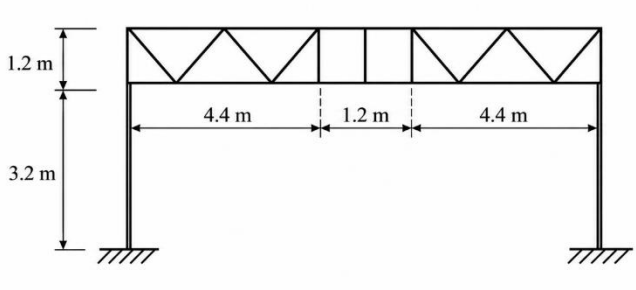
انتقال لنگر تا بر ستون

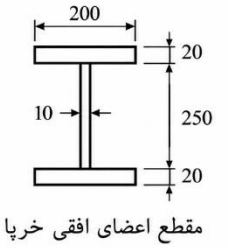
$$Mr = Mpr + Vh\, Sh = 1.38Mp\,[1 + 2(0.5)/5]$$
$$Mr = 1.656Mp \approx 1.66Mp$$

گزینه صحیح: ۲



۱۰- در قاب خمشی خرپایی ویژه نشان داده‌شده در شکل، اعضای افقی فوقانی و تحتانی خرپا از مهار جانبی کافی برخوردارند و مقطع آن‌ها مطابق شکل است. در طراحی به روش LRFD، مقاومت برشی مورد انتظار قائم بخش ویژه خرپا در وسط آن به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ ابعاد شکل برحسب میلی‌متر است. $Fy = ۲۴۰\ MPa$ و $E = ۲\times ۱۰^5\ MPa.$





مقطع اعضای افقی خرپا

(۱) ۹۸۰۰ kN
(۲) ۷۶۰۰ kN
(۳) ۶۶۰۰ kN
(۴) ۸۹۰۰ kN

$L = 4.4 + 1.2 + 4.4 = 10\ m \quad ; \quad Ls = 1.2\ m$

مشخصات هر عضو افقی (وتر)

$d = 20 + 250 + 20 = 290\ mm$

$Ix = 2[200 \times 20^3/12 + (200 \times 20) \times 135^2] + 10 \times 250^3/12$

$Ix = 159{,}087{,}500\ mm^4$

$Zx = 2[(200 \times 20) \times 135 + (10 \times 125) \times 62.5]$

$Zx = 1{,}236{,}250\ mm^3 \ ; \ Mnc = 240Zx \times 10^{-6} = 296.7\ kN \cdot m$

مقاومت برشی مورد انتظار

$Vne = 3.6RyMnc/Ls + 0.036\ E\ Ix\ L/Ls^3$

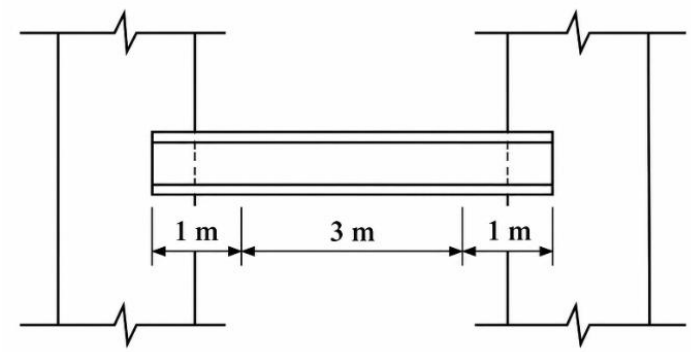
$V1 = 3.6(1.15)(296.7)/1.2 = 1023.615\ kN$

$V2 = 0.036(200000)(159087500)(10000)/(1200)^3/1000$

$V2 = 6628.646\ kN \quad \Rightarrow \quad Vne = 7652.261\ kN$

گزینه صحیح: ۲

۱۱- در شکل زیر یک دیوار برشی مختلط ویژه با تیر همبند فولادی نشان داده شده است. اگر در تحلیل براساس الزامات LRFD، حداکثر لنگر خمشی تیر همبند برابر Mu باشد، مقاومت خمشی اسمی مقطع آن حداقل چقدر باید باشد؟ از آثار پوشش بتن در لبه دیوار در دو انتهای تیر صرف‌نظر کنید و نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) ۱٫۳۶Mu
۲) ۱٫۲۲Mu
۳) ۱٫۱۱Mu
۴) Mu

مطابق شکل، طول مدفون تیر در هر دیوار Le = ۱ m و طول آزاد تیر g = ۳ m است.

$$\alpha = 1 + 2Le/(3g) = 1 + 2/(3 \times 3) = 11/9$$
$$Mr = (11/9)Mu = 1.22Mu$$
$$\varphi b\, Mn \geq Mr \;;\; \varphi b = 0.90$$
$$Mn \geq (11/9)/0.9 \times Mu = 1.358Mu$$

گزینه صحیح: ۱

۱۲- در خصوص اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده، کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

(۱) در تمامی ده اتصال، سوراخ دسترسی جوش شیاری انتهای تیر الزامی است.
(۲) تمامی ده اتصال در قاب‌های خمشی ویژه قابل استفاده هستند.
(۳) مقدار Cpr برای یک نوع فولاد مشخص در تمامی اتصالات یکسان است.
(۴) حداکثر عمق مجاز مقطع تیر در اتصال TD – Widened از سایر اتصالات بیشتر است.

پاسخ تشریحی:

بررسی گزینه ۱

الزام سوراخ دسترسی جوش، شرط مشترک تمام اتصالات نیست؛ بعضی اتصالات از جزئیات متفاوت جوشی و پیچی استفاده می‌کنند.

بررسی گزینه ۲

همه اتصال‌ها برای قاب خمشی ویژه پیش‌تأیید نشده‌اند؛ نوع سامانه لرزه‌ای مجاز در جدول مربوط به هر اتصال تعیین می‌شود.

بررسی گزینه ۳

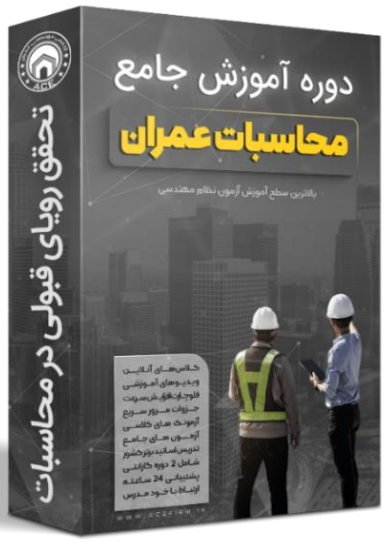
ضریب Cpr در تمام اتصالات یکسان نیست و برخی جزئیات اتصال ضریب یا ضابطه ویژه دارند.

بررسی گزینه ۴

در محدودیت‌های هندسی مورد اشاره، حداکثر عمق تیر در اتصال TD – Widened برابر ۱۲۰۰ میلی‌متر است و از اتصالات مقایسه‌شده بیشتر است.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

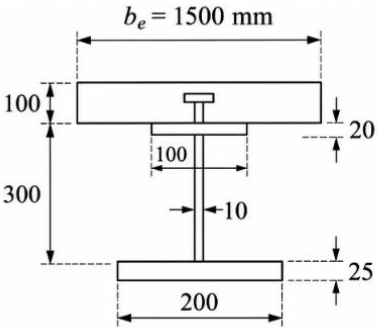
گزینه صحیح: ۴ ـ عبارت چهارم صحیح است



تحقق رویای قبولی در
آزمون محاسبات

اینجا کلیک کن

۱۳- در یک تیر دو سر ساده با مقطع مختلط شکل زیر و تحت بارگذاری گسترده یکنواخت، اگر تعداد برشگیرهای موجود نصف تعداد لازم برای عملکرد مختلط کامل باشد، محور خنثای پلاستیک مقطع مختلط براساس روش توزیع تنش پلاستیک در کجا قرار می‌گیرد؟



$w_c = 2500$ kg/m^3
$f'_c = 25$ MPa
$F_y = 240$ MPa
$E_s = 2 \times 10^5$ MPa

(۱) داخل جان مقطع فولادی
(۲) دقیقاً در محل اتصال مقطع فولادی به دال بتنی
(۳) داخل بال فوقانی مقطع فولادی
(۴) داخل بتن

$$As = 100 \times 20 + 10 \times (300 - 20 - 25) + 200 \times 25 = 9550 \text{ mm}^2$$
$$Py = 240 \times 9550/1000 = 2292 \text{ kN}$$

$$Cc,\max = 0.85 \times 25 \times 1500 \times 100/1000 = 3187.5 \text{ kN}$$
$$Vh,\text{full} = \min(3187.5, 2292) = 2292 \text{ kN}$$
$$Vh,\text{partial} = 0.5 \times 2292 = 1146 \text{ kN}$$

$$Asc = (As\ Fy - C)/(2Fy) = (9550 \times 240 - 1146000)/(480)$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$Asc = 2387.5\ mm^2$

مساحت بال بالایی $2000\ mm^2$ است؛ پس $387.5\ mm^2$ از جان نیز فشاری می‌شود.

$x = (2387.5 - 2000)/10 = 38.75\ mm$

گزینه صحیح:

۱۴- در اتصال از ترکیب جوش گوشه طولی و پیچ پرمقاومت استفاده شده و اتصال به‌صورت لغزش‌بحرانی طراحی شده است. در روش LRFD، برای اینکه بتوان از مجموع مقاومت لغزشی اسمی پیچ‌ها و مقاومت اسمی جوش‌های گوشه طولی در تعیین مقاومت طراحی اتصال استفاده کرد، مقاومت اسمی جوش‌ها حداقل باید چند درصد مقاومت موردنیاز اتصال باشد؟ فرض شود پیچ‌ها با روش چرخاندن اضافی مهره‌ها پیش‌تنیده شده‌اند.

(۱) ۳۳ درصد

(۲) ۷۰ درصد

(۳) ۵۰ درصد

(۴) ۶۷ درصد

حداقل سهم مقاومت طراحی جوش

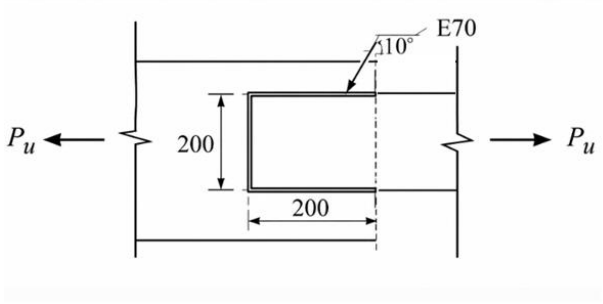
$\varphi\ Rnw \geq 0.50\ Ru$

$\varphi = 0.75 \Rightarrow Rnw \geq (0.50/0.75)Ru$

$Rnw \geq 0.6667\ Ru = 66.67\%\ Ru$

گزینه صحیح: ۴

۱۵- مطابق شکل زیر، در اتصال دو ورق به یکدیگر، حداکثر مقدار قابل قبول مقاومت اسمی گروه جوش گوشه به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ الکترود مصرفی E70 است. در شکل ابعاد برحسب میلی‌متر هستند. فرض شود مقادیر حداقل و حداکثر بعد جوش گوشه رعایت شده و فقط مقاومت فلز جوش کنترل شود.



(۱) ۱۳۳۰ kN

(۲) ۱۷۲۵ kN

(۳) ۱۲۴۷ kN

(۴) ۱۷۶۰ kN

$te = 0.707a = 0.707 \times 10 = 7.071\ mm$

$Fnw = 0.6FEXX = 0.6 \times 490 = 294\ MPa$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$Rn, long = 294 \times 7.071 \times 400/1000 = 831.55\ kN$
$Rn, trans = 294 \times 7.071 \times 200/1000 = 415.78\ kN$

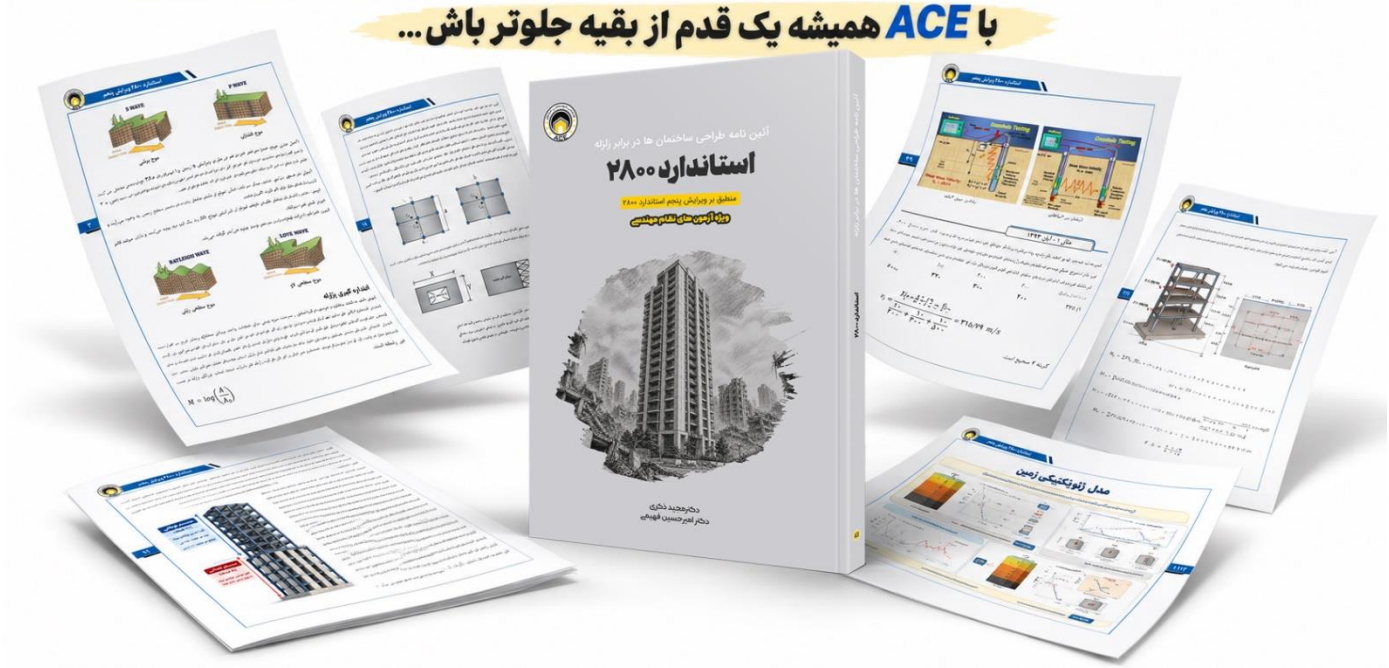
$Rn1 = Rn, long + Rn, trans = 1247.33\ kN$
$Rn2 = 0.85Rn, long + 1.5Rn, trans$
$Rn2 = 0.85(831.55) + 1.5(415.78) = 1330.49\ kN$
$Rn = \max(Rn1, Rn2) = 1330.49\ kN$

گزینه ۱ صحیح است

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

کامل‌ترین کتاب آموزش ویرایش ۵ استاندارد ۲۸۰۰ اینجاست!

با ACE همیشه یک قدم از بقیه جلوتر باش...



اولین و کامل ترین کتاب آموزش ویرایش ۵ استاندارد ۲۸۰۰

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:

۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir

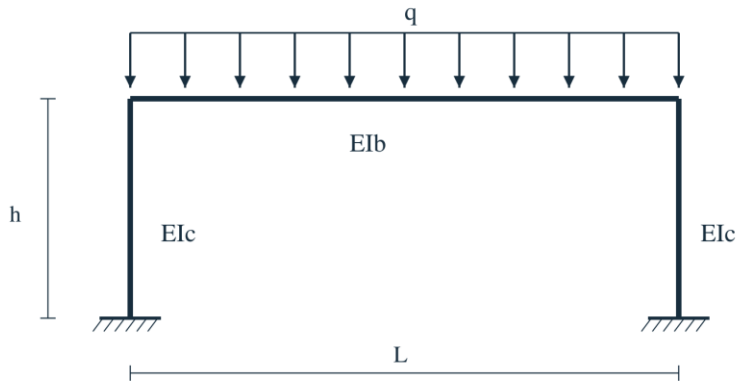
www.acefirm.ir

جهت مشاهده نمونه صفحات و آموزش ویدیویی رایگان کلیک کنید

سوالات مبحث ۹ – بتن

سوال ٤٦

در قاب بتنی شکل، بدون توجه به آثار نیروی محوری ستون‌ها، مقدار ضریب C_m در روش تشدید لنگرها به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید قاب مهارشده بوده و در تحلیل قاب از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی اعضا صرف‌نظر نمایید.



۱) ۰/۴

۲) ۰/۸

۳) ۰/۶

۴) ۰/۲

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

حل:

روی طول خود ستون بار عرضی وجود ندارد. قاب تحت بار متقارن تیر، جابه‌جایی جانبی ندارد؛ پای ستون گیردار و رأس آن دارای دوران است. از روابط شیب‌افت، قدر مطلق لنگر پای ستون نصف لنگر رأس آن است و خمش دوطرفه ایجاد می‌شود.

$$|M_1/M_2| = (2EI_c\,\theta/h)/(4EI_c\,\theta/h) = 0.5$$

$$M_1/M_2 = +0.5 \Rightarrow C_m = 0.6 - 0.4(0.5) = 0.4$$

گزینه ۱؛ $C_m = 0.4$

سوال ٤٧

در کدام‌یک از وضعیت‌های زیر در طراحی اعضای بتنی، مقدار ضریب کاهش مقاومت با بقیه وضعیت‌ها متفاوت است؟

۱) برش در ستون‌های قاب‌های خمشی متوسط

۲) برش متناظر با توسعه مقاومت خمشی اسمی در ستون‌های قاب‌های خمشی ویژه

۳) برش در اتصالات تیر به ستون قاب‌های خمشی متوسط

۴) برش در اتصالات تیر به ستون قاب‌های خمشی ویژه

حل:

گزینه ۴؛ ضریب برش اتصال تیر به ستون قاب خمشی ویژه برابر ۰.۸۵ است.

وضعیت	ضریب و شرط
برش ستون قاب متوسط	ضریب عمومی برش ۰٫۷۵؛ حکم ویژه اتصال قاب ویژه بر این عضو حاکم نیست.
برش متناظر با توسعه مقاومت خمشی اسمی ستون قاب ویژه	در مسیر طراحی برش متناظر با توسعه مقاومت خمشی، ضریب عمومی۰٫۷۵ باقی است. صرف عنوان «قاب ویژه» ضریب را خودکار۰٫۶ نمی‌کند.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

برش اتصال قاب متوسط	ضریب عمومی برش۰٫۷۵؛ ضریب ۰٫۸۵ تصریح‌شده برای اتصال قاب ویژه است.
برش اتصال قاب ویژه	ضریب ۰٫۸۵ طبق بند۹–۷–۴–۵(ت)؛ پاسخ موردنظر سؤال.

شرط مهم بند۹–۷–۴–۵(الف): اگر مقاومت برشی اسمی عضو از برش متناظر با توسعه مقاومت خمشی اسمی آن کمتر باشد، ضریب برش۰٫۶ است. این وضعیتِ «کمتر بودن» را نباید بدون احراز شرط به همه ستون‌های ویژه نسبت داد.

گزینه ۴؛ ضریب برش اتصال تیر به ستون قاب خمشی ویژه برابر ۰٫۸۵ است.

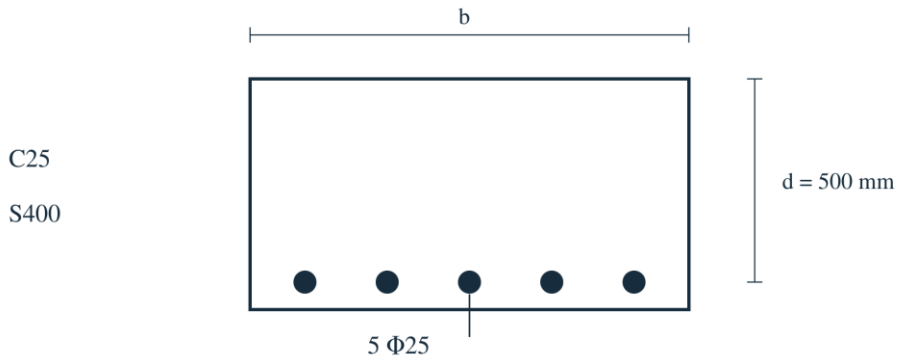


ناظر و مجری حرفه ای ساختمان شو!

اینجا کلیک کن!

سوال ٤٨

فرض کنید در یک تیر بتنی با مقطع نشان‌داده‌شده در شکل و با عمق مؤثر ۵۰۰ میلی‌متر از فولاد عرضی کافی (بیش از فولاد عرضی حداقل) استفاده شده است. اگر این تیر تحت اثر نیروی برشی ۶۷۵ کیلونیوتن قرار گیرد، حداقل عرض قابل قبول مقطع تیر (b) بدون توجه به میزان فولاد عرضی مقطع، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی و از رده C25، آرماتورها از نوع S400 و ابعاد شکل به میلی‌متر است. فرض کنید نیروی محوری تیر صفر است.



۱) ۴۰۰ میلی‌متر
۲) ۴۵۰ میلی‌متر
۳) ۵۰۰ میلی‌متر
۴) ۳۵۰ میلی‌متر

حل:

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$V_u \leq \phi\,[V_c + 0.66\sqrt{f'_c}\,b_w\,d]$$

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d\;;\;\lambda = 1\;;\;N_u = 0\;;\;\phi = 0.75$$

$$675\times10^3 \leq 0.75(0.17+0.66)\sqrt{25}\times b\times 500$$

$$b \geq 433.73494\,mm \;\Rightarrow\; b = 450\,mm$$

کنترل گزینه‌ها: سقف برش طراحی در عرض‌های ۴۵۰، ۴۰۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ میلی‌متر به‌ترتیب ۷۰۰٫۳، ۶۲۲٫۵، ۵۴۴٫۷ و ۷۷۸٫۱ کیلونیوتن است. پس ۴۰۰ کافی نیست و ۴۵۰ نخستین عرض کافی در گزینه‌هاست.

گزینه ۲؛ $b_{min} = 433.7mm$، بنابراین عرض $450mm$ انتخاب می‌شود.

سوال ۴۹

در یک شالوده گسترده متعارف به عمق مؤثر ۱۰۰۰ میلی‌متر، فرض کنید نسبت ρ_w در بالا و پایین مقطع شالوده برابر ۰٫۰۱۷ است. نسبت مقاومت برشی یک‌طرفه تأمین‌شده توسط بتن در حالتی که از حداقل فولاد عرضی استفاده شده باشد، به بیشترین مقدار قابل قبول مقاومت برشی یک‌طرفه تأمین‌شده توسط بتن در حالتی که از حداقل فولاد عرضی استفاده نشده باشد، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۱٫۳۳

۲) ۰٫۶۳

۳) ۱٫۰

۴) ۱٫۵۸

حل:

بند اختصاصی شالوده‌های سطحی اجازه می‌دهد از ضریب تأثیر عمق در مقاومت برشی یک‌طرفه و دوطرفه صرف‌نظر شود. چون سؤال «بیشترین مقدار قابل قبول» را می‌خواهد، $\lambda s = 1$ انتخاب می‌شود؛ نه ضریب کاهنده عمومی متناظر با عمق ۱۰۰۰.

$$A_v \geq A_{v,min}\colon\; V_{c,max} = max[0.17, 0.66{\rho_w}^{1/3}]\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d$$

$$0.66\sqrt[3]{0.017} = 0.1697046 < 0.17$$

$$A_v < A_{v,min}\colon\; V_{c,max} = 0.66\sqrt[3]{0.017}\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d$$

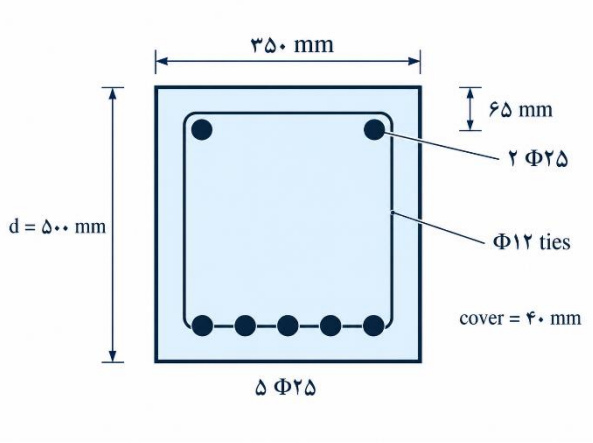
$$R = 0.17/0.1697046 = 1.00174 \approx 1.0$$

گزینه ۳؛ نسبت بیشترین مقاومت‌های مجاز حدود ۰٫۰۰۲ و نزدیک به ۱ است.

سوال ۵۰

در مقطع نشان‌داده‌شده، مقدار تنش در فولاد فشاری، در هنگام رسیدن مقطع به مقاومت خمشی اسمی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مقطع تحت لنگر خمشی مثبت قرار دارد. پوشش بتنی روی خاموت‌ها ۴۰ میلی‌متر است. بتن معمولی C30 و میلگردها S400 هستند. ابعاد شکل به میلی‌متر است.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir



۱) ۴۰۰ مگاپاسکال

۲) ۳۶۰ مگاپاسکال

۳) ۲۸۰ مگاپاسکال

۴) ۲۳۰ مگاپاسکال

حل:

$$A_s = 5\pi 25^2/4 = 2454.369\,mm^2\,;\; A'_s = 2\pi 25^2/4 = 981.748\,mm^2$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05(30-28)/7 = 0.835714\,;\; a = \beta_1 c$$

$$\varepsilon'_s = 0.003(c-65)/c\,;\; f'_s = min[200000\varepsilon'_{s,400}]$$

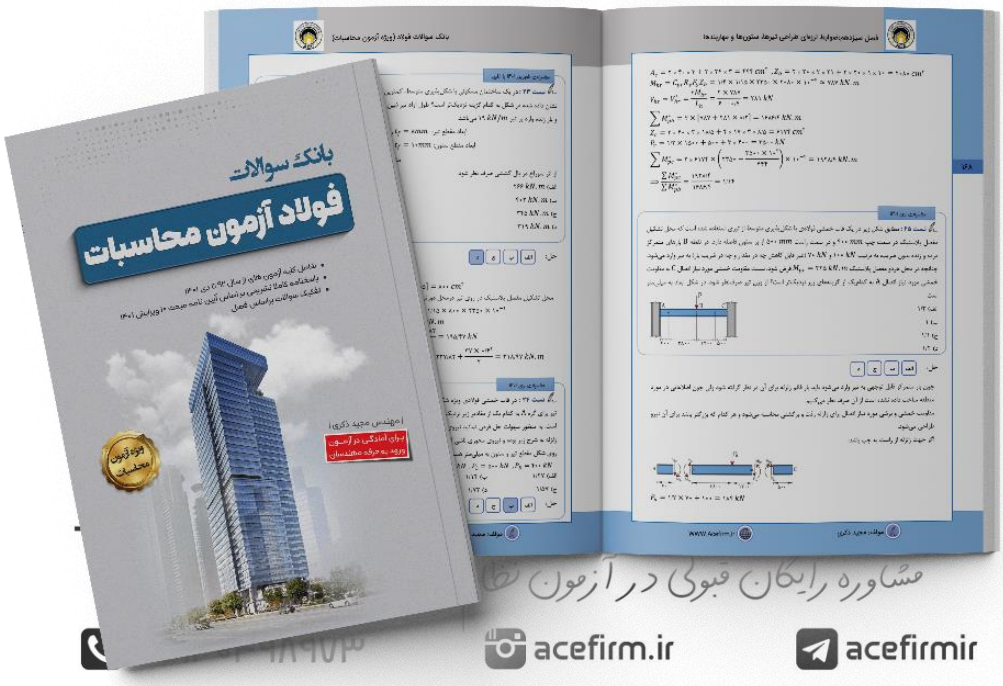
با فرض تسلیم فولاد کششی و باقی‌ماندن فولاد فشاری در محدوده ارتجاعی، تعادل نیرو برقرار می‌شود. چون مساحت کل بلوک بتن در جمله اول منظور شده، بتن جابه‌جاشده توسط میلگرد فشاری از جمله فولاد کم می‌شود:

$$0.85(30)(350)(\beta_1 c) + A'_s[f'_s - 0.85(30)] = A_s(400)$$

$$c = 104.928\,mm\,;\; a = 87.690\,mm\,;\; f'_s = 228.317\,MPa$$

$$\varepsilon_t = 0.003(500-c)/c = 0.011296 > 400/200000 = 0.002$$

گزینه ۴؛ تنش فولاد فشاری حدود $228.3MPa$ و نزدیک به $230MPa$ است.



www.acefirm.ir

سوال ۵۱

در یک تیر بتنی به عرض ۵۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر و طول دهانه آزاد۶متر، هرگاه با دالی به ضخامت ۲۰۰میلی‌متر یکپارچه اجرا شوند، عرض مؤثر بال (b_f) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ عرض چشمه‌های دو طرف تیر را۵متر در نظر بگیرید.

۱) ۲٫۵متر

۲) ۳متر

۳) ۲متر

۴) ۳٫۷متر

حل:

حد افزوده بال در هر طرف جان از کوچک‌ترینِ هشت برابر ضخامت دال، نصف فاصله آزاد تا جان تیر مجاور و یک‌هشتم دهانه آزاد تیر تعیین می‌شود. ضخامت مؤثر در این کنترل $h_f = 200mm$ است.

$$8h_f = 1.6\,m\,;\; l_n/8 = 6/8 = 0.75\,m$$

با عرض چشمه۵متر، قید فاصله تا تیر مجاور از ۰٫۷۵ متر بزرگ‌تر است و کنترل‌کننده نیست. چه۵ متر فاصله محوری باشد و چه عرض آزاد چشمه، این نتیجه تغییر نمی‌کند.

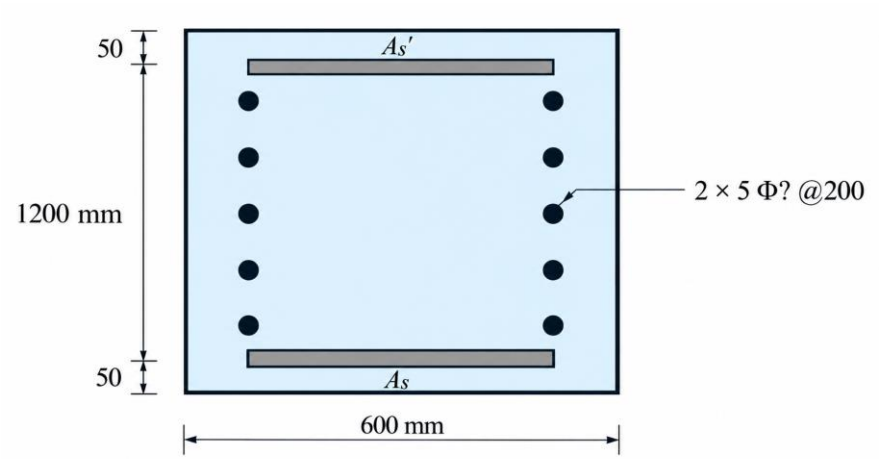
$$b_1 = b_2 = 0.75\,m$$

$$b_f = b_w + 2(0.75) = 0.5 + 1.5 = 2\,m$$

گزینه ۳؛ عرض مؤثر بال برابر $2m$ است.

سوال ۵۲

یک تیر بتنی به طول آزاد۴متر، به ابعاد شکل، با بارگذاری یکنواخت در وجه بالای آن موجود است. حداقل قطر میلگرد آرماتورهای برشی طولی نشان‌داده‌شده در مقطع به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید تیر دو سر ساده بوده که بر روی نشیمن بتنی قرار دارد. ابعاد شکل به میلی‌متر است.



مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

۱) Φ۱۲

۲) Φ۱۸

۳) Φ۱۶

۴) Φ۱۴

حل:

ارتفاع کل مقطع از جمع ۵۰+۱۲۰۰+۵۰ برابر ۱۳۰۰میلی‌متر است. بار روی وجه بالا و تکیه‌گاه زیر تیر قرار دارند و نسبت دهانه آزاد به ارتفاع کل از۴ بیشتر نیست؛ بنابراین ضوابط تیر عمیق حاکم است.

$$l_n/h = 4000/1300 = 3.077 < 4$$

$$A_{vh} \geq 0.0025 b_w s_2 = 0.0025(600)(200) = 300\ mm^2$$

$$2(\pi {d_b}^2/4) \geq 300 \Rightarrow d_b \geq \sqrt{(600/\pi)} = 13.820\ mm$$

$$2A_{\Phi 12} = 226.19 < 300\ ;\ 2A_{\Phi 14} = 307.88 \geq 300\ mm^2$$

$$d = 1300 - 50 = 1250\ mm\ ;\ s_2 = 200 \leq min(d/5{,}300) = 250\ mm$$

گزینه ۴؛ حداقل قطر محاسباتی $13.82mm$است و $\Phi 14$ لازم است.

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

.

سؤال ۵۳

لنگر خمشی ترک‌خوردگی (M_{cr}) مقطع یک تیر بتنی به عرض ۵۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی از نوع C30فرض شود.

گزینه‌ها:

۱) $88\ kN.m$

۲) $102\ kN.m$

۳) $96\ kN.m$

۴) $112\ kN.m$

پاسخ تشریحی

مرجع :مبحث نهم، ویرایش پنجم، روابط مدول گسیختگی بتن و لنگر ترک‌خوردگی.

رابطه لنگر ترک‌خوردگی:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

برای بتن معمولی:

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0.62\sqrt{30} = 3.396\,MPa$$

برای مقطع مستطیلی:

$$\frac{I_g}{y_t} = \frac{bh^2}{6}$$

پس:

$$M_{cr} = \frac{3.396(500)(600)^2}{6}$$

با تبدیل واحد:

$$M_{cr} = 101.88\,kN.m$$

پاسخ صحیح :گزینه ۲

سؤال ۵۴

حداکثر مقدار A_v/s مؤثر در محاسبه مقاومت برشی اسمی یک دیوار برشی بدون هرگونه بازشو با نسبت $h_w/l_w > 2$ و ضخامت ۵۰۰ میلی‌متر می‌تواند مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر باشد؟ بتن معمولی از رده $C30$ و آرماتور از نوع $S400$ است. نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق منظور است.

۱) $3\,mm^2/mm$

۲) $3.4\,mm^2/mm$

۳) $2.25\,mm^2/mm$

۴) $2.75\,mm^2/mm$

پاسخ تشریحی

رابطه مقاومت برشی اسمی دیوار:

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$V_n = \left(\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt}\right) A_{cv}$$

برای نسبت ارتفاع به طول بیشتر از ۲:

$$\alpha_c = 0.17$$

محدودیت حداکثر مقاومت برشی اسمی:

$$V_n \leq 0.66\sqrt{f'_c} A_{cv}$$

بنابراین:

$$0.17\sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt} \leq 0.66\sqrt{f'_c} \quad \Rightarrow \rho_t \leq \frac{(0.66 - 0.17)\sqrt{f'_c}}{f_{yt}}$$

از طرفی:

$$\rho_t = \frac{A_v}{s t_w}$$

پس:

$$\frac{A_v}{s} \leq \frac{(0.66 - 0.17)\sqrt{30}(500)}{400}$$

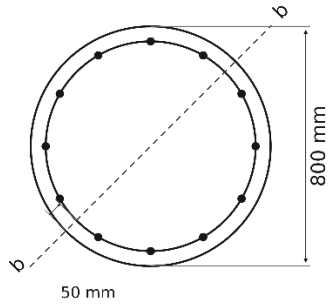
$$\frac{A_v}{s} = 3.355\, mm^2/mm$$

پاسخ صحیح :گزینه ۲



سؤال ۵۵

در شکل، مقطع یک ستون در یک سازه با سیستم قاب خمشی متوسط نشان داده شده است .در این ستون حداقل فولاد عرضی برشی تأمین شده و بار محوری آن اندک و قابل صرف‌نظر کردن است .فقط با این اطلاعات حداکثر مقداری که برای مقاومت برشی تأمین‌شده توسط بتن در راستای $b-b$ می‌توان در نظر گرفت، به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی از رده C30 و نزدیک‌ترین فاصله مرکز میلگردهای طولی از لبه بتن ۵۰ میلی‌متر است.



۱) $V_c = 475\,kN$

۲) $V_c = 940\,kN$

۳) $V_c = 490\,kN$

۴) $V_c = 1170\,kN$

پاسخ تشریحی

برای محاسبه مقاومت برشی مقطع دایره‌ای:

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$b_w = D = 800\,mm$

عمق مؤثر معادل:

$d = 0.8D = 0.8(800) = 640\,mm$

با صرف‌نظر از اثر بار محوری:

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

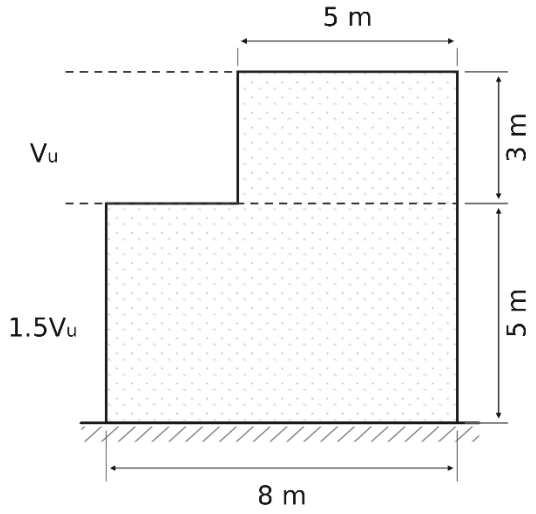
$V_c = 0.17\sqrt{30}(800)(640)$

$V_c = 476.74\,kN$

پاسخ صحیح :گزینه ۱

سؤال ۵۶

در شکل، نمای یک دیوار برشی به ضخامت ۴۰۰ میلی‌متر در یک ساختمان دوطبقه نشان داده شده است .براساس محاسبات، نسبت سطح مقطع میلگرد افقی برشی به مقطع بتنی در طبقه دوم نباید کمتر از $\rho_t = 0.003$ باشد .کمترین مقدار قابل قبول این نسبت (ρ_t) برای دیوار طبقه پایین مطابق با کدام گزینه است؟ مقاومت برشی موردنیاز در طبقه اول ۱٫۵ برابر مقاومت برشی موردنیاز در طبقه دوم است .بتن معمولی از رده $C30$ و رده میلگرد $S400$ است .دیوار را با شکل‌پذیری زیاد فرض و از اثر بار محوری صرف‌نظر کنید.



۱) $\rho_t = 0.0032$

۲) $\rho_t = 0.0028$

۳) $\rho_t = 0.0030$

۴) $\rho_t = 0.0026$

پاسخ تشریحی

رابطه مقاومت برشی دیوار:

$$V_n = \left(\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt}\right) A_{cv}$$

برای هندسه دو قسمت دیوار، مقدار $\alpha_c = 0.25$ در نظر گرفته می‌شود.

نسبت آرماتور افقی طبقه دوم:

$$\rho_{t,2} = 0.003$$

مساحت برشی طبقه دوم:

$$A_{cv,2} = 400(5000)$$

مساحت برشی طبقه اول:

$$A_{cv,1} = 400(8000)$$

شرط مقاومت:

$$V_{n,1} = 1.5V_{n,2}$$

بنابراین:

$$\left(0.25\sqrt{30} + 400\rho_{t,1}\right)(400)(8000) = 1.5\left(0.25\sqrt{30} + 0.003(400)\right)(400)(5000)$$

با ساده‌سازی:

$$\left(1.3693 + 400\rho_{t,1}\right)(8000) = 1.5(1.3693 + 1.2)(5000)$$

$$1.3693 + 400\rho_{t,1} = 2.4087$$

$$400\rho_{t,1} = 1.0394$$

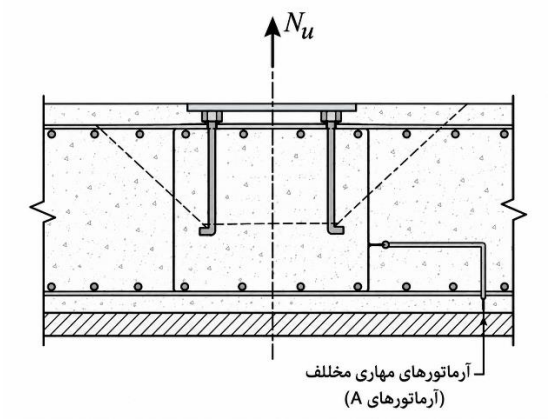
$$\rho_{t,1} = 0.0025985 \approx 0.0026$$

همچنین مقدار حاصل از حداقل نسبت آرماتور افقی 0.0025 بیشتر است.

پاسخ صحیح :گزینه ۴

سؤال ۵۷

کف‌ستون مربوط به یک سازه برای کشش موردنیاز غیرلرزه‌ای N_u، بدون آرماتورهای مهار (آرماتورهای A_s)، به‌درستی و با رعایت تمام معیارها طراحی شده است. چنانچه بدون انجام محاسبات و طراحی، تصمیم به قرار دادن میلگردهای حداقلی A_s با رعایت ضوابط فنی بگیریم، از میان گزینه‌های زیر کدام‌یک در هر حال قطعاً صحیح است؟



گزینه‌ها

۱) این کار در هر حال تأثیری بر مقاومت طراحی کف‌ستون ندارد.

۲) مقاومت طراحی مربوط به گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش افزایش می‌یابد.

۳)این کار اگر هم مفید باشد، هیچ تأثیری در مقاومت طراحی مربوط به گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش ندارد.

۴) در هر حال مقاومت طراحی کف‌ستون افزایش می‌یابد.

حل

مرجع :مبحث نهم ویرایش پنجم، جدول ۲-۱۸-۹، صفحه ۳۰۲، همراه با پانوشت ۲همان جدول.

این جدول، ضریب کاهش مقاومت ϕ را برای حالت‌های مختلف شکست مهار در بتن تعیین می‌کند.

برای نمونه، در گسیختگی مخروطی بتن در کششِ مهارهای تعبیه‌شده:

وضعیت آرماتور اضافی	ضریب کاهش مقاومت ϕ
بدون آرماتور اضافی	۰/۷
با آرماتور اضافی واجد شرایط	۰/۷۵

بنابراین:

$$\phi N_{cb} = 0.70 N_{cb}$$

پس از اجرای آرماتورهای اضافی مطابق ضوابط:

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$\phi N_{cb} = 0.75 N_{cb}$$

با ثابت بودن سایر عوامل مؤثر بر N_{cb}، افزایش مقاومت طراحی گسیختگی مخروطی برابر است با:

$$\frac{0.75 - 0.70}{0.70} \times 100 = 7.14\%$$

پانوشت جدول نیز اجازه می‌دهد به‌جای طراحی جداگانه آرماتورهای اضافی، حداقل آرماتور مطابق الگوهای مشخص‌شده در مرجع تأمین شود.

پس در دامنه شرایط سؤال، مقاومت طراحی گسیختگی مخروطی بتن افزایش می‌یابد.

گزینه ۲ صحیح است

سؤال ۵۸

در یک نرم‌افزار رایج تحلیل و طراحی سازه، برای طراحی یک ستون بتنی با مقطع دایره، منطق تعریف و میلگردهای محصورکننده آن (Confinement Bars) به‌طور پیش‌فرض از Ties (تنگ) انتخاب می‌شود.در این حالت نسبت مقاومت موردنیاز به مقاومت طراحی $(U/\phi S_n)$ برابر با ۰٫۸۷ به دست می‌آید. اگر در تعریف مقطع، برای میلگردهای محصورکننده به‌جای تنگ، دورپیچ (Spiral)انتخاب شود، در خصوص نتیجه طراحی کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح خواهد بود؟ (طراحی برای خمش و بار محوری مدنظر است.)

گزینه‌ها

۱) نسبت مقاومت موردنیاز به مقاومت طراحی قطعاً بدون تغییر می‌ماند.

۲) نسبت مقاومت موردنیاز به مقاومت طراحی قطعاً افزایش می‌یابد.

۳) نسبت مقاومت موردنیاز به مقاومت طراحی قطعاً حدود ۱۵ درصد کاهش می‌یابد.

۴) نسبت مقاومت موردنیاز به مقاومت طراحی قطعاً یا کاهش می‌یابد یا بدون تغییر می‌ماند.

حل

ضریب کاهش مقاومت ϕ به وضعیت کرنشی مقطع و نوع محصورشدگی بستگی دارد.

در مقطع فشارکنترل:

$$\phi_{\text{ties}} = 0.65$$

$$\phi_{\text{spiral}} = 0.75$$

نسبت اولیه:

$$\frac{U}{\phi_{\text{ties}} S_n} = 0.87$$

چنانچه مقاومت اسمی S_n و نیروی موردنیاز U ثابت بمانند:

$$\left(\frac{U}{\phi S_n}\right)_{\text{spiral}} = 0.87 \times \frac{0.65}{0.75} = 0.754$$

بنابراین در حالت فشارکنترل نسبت تقاضا به ظرفیت کاهش می‌یابد.

اما در حالت کشش‌کنترل:

$$\phi_{\text{ties}} = \phi_{\text{spiral}} = 0.90$$

در این حالت نسبت اولیه ۰٫۸۷ بدون تغییر می‌ماند.

در ناحیه انتقال نیز، مطابق روابط مبحث نهم، ضریب مقاومت دورپیچ از ضریب مقاومت تنگ کمتر نیست.

پس:

$$\left(\frac{U}{\phi S_n}\right)_{\text{spiral}} \leq \left(\frac{U}{\phi S_n}\right)_{\text{ties}}$$

گزینه ۴ صحیح است.

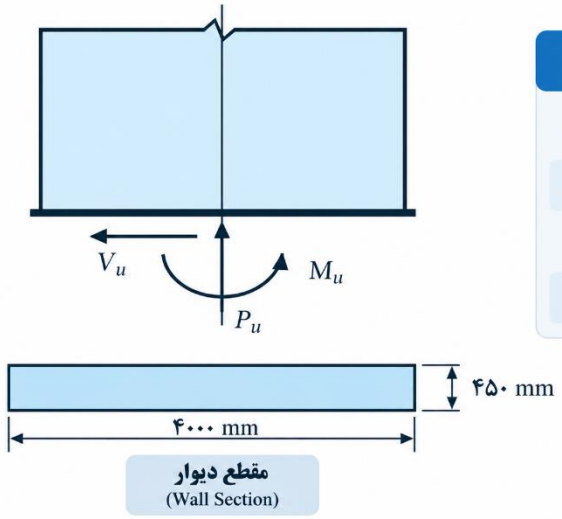
اینجا کلیک



مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

سوال ۵۹

در شکل، لنگر خمشی M_u، نیروی محوری فشاری P_uو نیروی برشی V_u وارد بر مقطع یک دیوار در محل اتصال به شالوده نشان داده شده است (در یک ترکیب بار، تحت بارهای ضریب‌دار شامل اثر زلزله). چنانچه در محدوده موردنظر، مقدار نیروی محوری فشاری (شامل وزن دیوار) و نیروی برشی ثابت فرض شود، کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد اجزای مرزی ویژه در این دیوار، براساس کنترل تنش فشاری، صحیح خواهد بود؟ رده بتن دیوار $C30$ است.



مقادیر طرح	
M_u = ۴۰۰۰	kN·m
P_u = ۶۵۰۰	kN
V_u = ۱۷۰۰	kN
بتن: C30	

۱) اجزای مرزی ویژه لازم است و حداقل تا ارتفاع ۱٫۷۵ متری از شالوده باید ادامه داشته باشند.

۲) اجزای مرزی ویژه لازم است و حداقل تا ارتفاع ۶٫۱ متری از شالوده باید ادامه داشته باشند.

۳) نیازی به اجزای مرزی ویژه نیست و اگر نسبت آرماتورهای طولی عضو مرزی از ۲٫۸ تقسیم بر f_y بیشتر باشد، آرماتور عرضی باید قرار داده شود.

۴) نیازی به اجزای مرزی ویژه نیست، اما فاصله عمودی آرماتورهای عرضی در ناحیه مرزی دیوار نباید از کوچک‌ترین مقدار $6d_\beta$ و ۱۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

حل

مطابق مبحث نهم، ویرایش پنجم ۱۳۹۹، بند ۹–۲۰–۷–۴–۳، صفحات ۳۸۳ و ۳۸۴ معیار الزام، تنش فشاری بیش از ۰٫۲ مقاومت مشخصه بتن و معیار قطع، تنش کمتر از ۰٫۱۵ مقاومت مشخصه بتن است. تنش با توزیع خطی و مشخصات مقطع کل محاسبه می‌شود.

کنترل نیاز به اجرای مرزی

$$A_g = 450 \times 4000 = 1.8 \times 10^6\, mm^2$$

$$I_g = \frac{450 \times 4000^3}{12} = 2.4 \times 10^{12}\, mm^4$$

$$S_g = I_g / 2000 = 1.2 \times 10^9\, mm^3$$

$$\sigma_{max}(0) = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u}{S_g}$$

$$\sigma_{max}(0) = \frac{6500 \times 10^3}{(1.8 \times 10^6)} + \frac{4000 \times 10^6}{(1.2 \times 10^9)}$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$\sigma_{max}(0) = 3.6111 + 3.3333 = 6.9444\,MPa > 0.2 \times 30 = 6\,MPa$$

تعیین تراز قطع

با تعریف z برحسب متر از پای دیوار و با فرض ثابت بودن نیروی محوری، نیروی برشی و مقطع در محدوده کنترل، لنگر در مسیر کاهش از پای دیوار به صورت زیر است:

$$M_u(z) = 4000 - 1700z \quad kN \cdot m$$

$$\sigma_{max}(z) = 3.611111 + \frac{(4000 - 1700z)}{1200} \quad MPa$$

$$\sigma_{max}(z) < 0.15f'_c = 4.5\,MPa \quad \Rightarrow \quad z > 1.72549\,m$$

$$\sigma_{max}(1.75\,m) = 4.46528\,MPa < 4.5\,MPa$$

در مرز محاسباتی، حدود ۱٫۷۲۵ متر، تنش برابر حد قطع است؛ برای احراز عبارت «کمتر از»، تراز باید اندکی بالاتر باشد. ارتفاع ۱٫۷۵ متر، انتخاب گردشده رو به بالای سازگار با گزینه ۱ است.

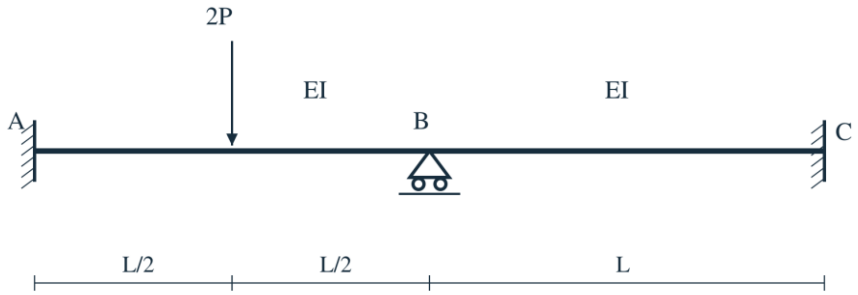
کنترل مستقل: لنگر متناظر با تنش قطع برابر ۱۰۶۶٫۶۷ کیلونیوتن‌متر است؛ تقسیم افت لنگر ۲۹۳۳٫۳۳بر برش ۱۷۰۰، همان تراز ۱٫۷۲۵ متر را می‌دهد.

گزینه ۱ صحیح است

سوالات تحلیل سازه

سوال ۱۶

در تیر دو دهانه شکل، اگر از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی اعضا صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی تیرها یکسان و برابر EI باشد، نسبت لنگر خمشی تکیه‌گاه A به تکیه‌گاه C مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) ۵

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۳

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

حل سوال ۱۶

دهانه AB و BC هر دو L هستند و بار $2P$ در وسط AB وارد می‌شود. تنها دوران مجهول در تکیه‌گاه B است. با قرارداد مثبت پادساعتگرد برای دوران و گشتاورهای انتهایی عضو، معادله تعادل گره B نوشته می‌شود: بچه ها روش حل شیب افته (روش سختی)

$$\frac{8EI\,\theta_B}{L} = \Rightarrow \theta_B = PL^2/(32EI)$$

$$M_A = \frac{PL}{4} + \frac{2EI\,\theta_B}{L} = 5PL/16$$

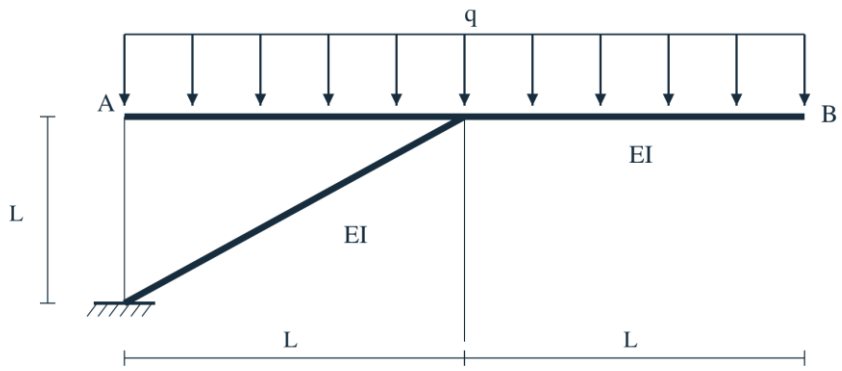
$$M_C = \frac{2EI\,\theta_B}{L} = PL/16$$

$$\frac{|M_A|}{|M_C|} = 5$$

گزینه ۱؛ نسبت قدر مطلق لنگرها برابر ۵ است.

سوال ۱۷

در سازه شکل، اگر از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی تمامی اعضا و نیز از آثار مرتبه دوم صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی کلیه اعضا یکسان و برابر EI باشد، جابه‌جایی افقی نقطه B مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) صفر

۲) $(2\sqrt{2}/3)qL^4/EI$

۳) $(\sqrt{2}/3)qL^4/EI$

۴) $(3\sqrt{2}/2)qL^4/EI$

حل:

گزینه ۲؛ جابه‌جایی افقی B برابر $(2\sqrt{2}/3)qL^4/EI$ و به سمت راست است.

روش اول روابط حفظی: دو نیمه افقی طول مساوی L دارند؛ برآیند بار آن‌ها $2qL$ و لنگر خالص وارد بر رأس عضو مورب صفر است. طول عضو مورب $\sqrt{2}L$ و مؤلفه عرضی نیروی رأس آن $\sqrt{2}qL$ است. جابه‌جایی عرضی رأس عضو مورب مانند طره محاسبه می‌شود:

$$\delta_{perp} = (\sqrt{2}\,qL)(\sqrt{2}\,L)^3/(3EI) = 4qL^4/(3EI)$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$\delta_{Bx} = \delta_{perp}/\sqrt{2} = (2\sqrt{2}/3)\, qL^4/EI$$

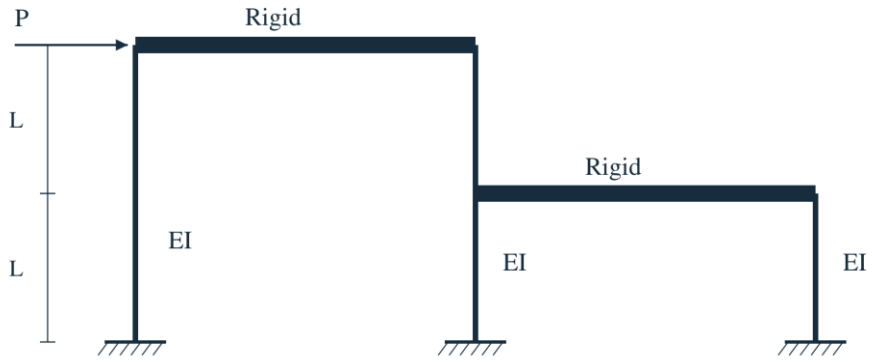
روش دوم کار مجازی: به فاصله s از پای عضو مورب (در راستای طول) ، بزرگی لنگر واقعی $2qL(L - s/\sqrt{2})$ و لنگر ناشی از بار واحد افقی (مجازی) در B برابر در فاصله s از پای عضو مورب (در راستای طول) $\left(L - \frac{s}{\sqrt{2}}\right)$ است. انتگرال حاصل‌ضرب آن‌ها از صفر تا $\sqrt{2}L$ همان نتیجه بالا را می‌دهد.

چرا در کار مجازی تیر AB در نظر گرفته نشد؟ اگه گفتی

گزینه ۲؛ جابه‌جایی افقی B برابر $(2\sqrt{2}/3)qL^4/EI$ و به سمت راست است.

سوال ۱۸

در سازه شکل، اگر از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی ستون‌ها و نیز از آثار مرتبه دوم صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی کلیه ستون‌ها یکسان و برابر EI باشد، جابه‌جایی افقی محل اثر نیروی P مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) $7PL^3/(48EI)$

۲) $PL^3/(24EI)$

۳) $2PL^3/(19EI)$

۴) $2PL^3/(27EI)$

حل:

تیرهای افقی صلب‌اند و با حذف تغییر طول محوری ستون‌ها، دوران ترازهای صلب صفر است. جابه‌جایی تراز L را u_1 و جابه‌جایی تراز $2L$ را u_2 می‌نامیم. ستون چپ یک عضو پیوسته به ارتفاع $2L$ است؛ در میانه آن تکیه‌گاه جانبی وجود ندارد.

$$(EI/L^3)(36u_1 - 12u_2) = 0$$
$$(EI/L^3)(-12u_1 + 13.5u_2) = P$$
$$u_1 = u_2/3 \Rightarrow u_2 = 2PL^3/(19EI)$$

www.acefirm.ir

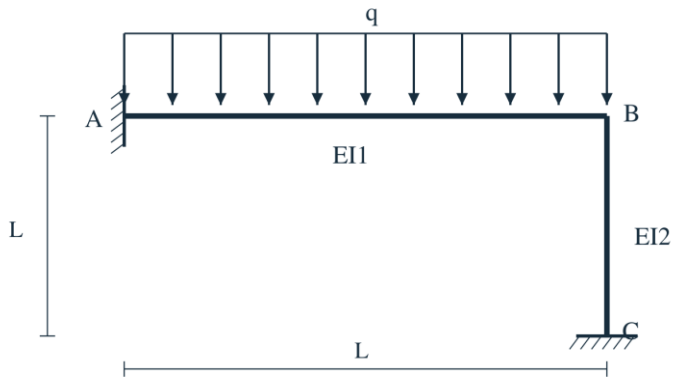
کنترل سختی مؤثر: سهم ستون چپ به ارتفاع $2L$ برابر $12EI/(2L)^3 = 1.5EI/L^3$ است. سهم ستون میانی و ستون کوتاه، پس از حذف درجه آزادی تراز میانی، برابر $8EI/L^3$ است؛ جمع آن‌ها $9.5EI/L^3$ و وارون آن $2L^3/(19EI)$ می‌شود.

گزینه ۳؛ جابه‌جایی محل بار برابر $2PL^3/(19EI)$ است.



سوال ۱۹

در سازه شکل، اگر از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی اعضا و نیز از آثار مرتبه دوم صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی عضو AB برابر EI_1 و صلبیت خمشی عضو BC برابر EI_2 باشد، به ازای چه نسبتی از I_2 به I_1 مقدار لنگر خمشی در تکیه‌گاه A چهار برابر مقدار لنگر خمشی در تکیه‌گاه C خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) ۱٫۵

۲) ۴٫۵

۳) ۲٫۵

۴) ۳٫۵

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

حل:

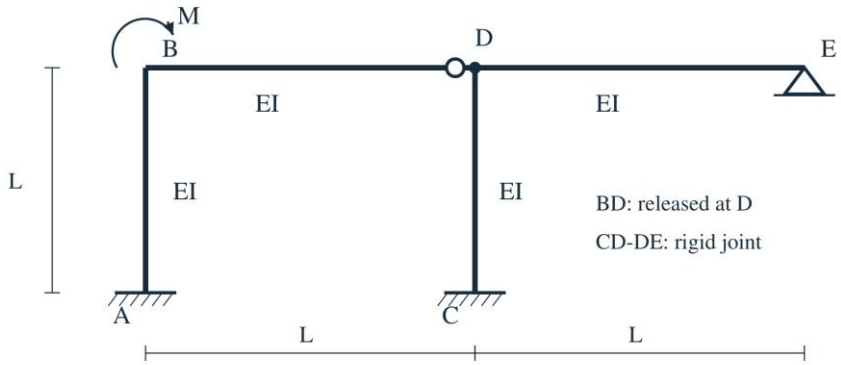
A و C گیردارند. با حذف تغییرشکل محوری، انتقال گره B صفر است و تنها دوران آن مجهول می‌ماند. با قرارداد گشتاور انتهایی پادساعتگرد، تعادل دوران B می‌دهد: از روش شیب افت استفاده شده

$$4E(I_1 + I_2)\,\theta_B/L = qL^2/12$$
$$\theta_B = qL^3/[48E(I_1 + I_2)]$$
$$|M_A| = qL^2/12 + 2EI_1\,\theta_B/L$$
$$|M_C| = 2EI_2\,\theta_B/L$$
$$|M_A|/|M_C| = 2 + 3\frac{I_2}{I_1} = 4 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 1.5$$

گزینه ۱؛ $\frac{I_2}{I_1} = 1.5$.

سوال ۲۰

در سازه شکل، اگر از تغییر طول محوری و تغییرشکل برشی تمامی اعضا و نیز از آثار مرتبه دوم صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی تمامی اعضا یکسان و برابر EI باشد، عکس‌العمل افقی تکیه‌گاه E مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ دقیق را انتخاب نمایید.



۱) $2M/(7L)$

۲) $4M/(7L)$

۳) $6M/(7L)$

۴) $3M/(7L)$

حل:

عدم تغییر طول اعضا و قیدهای E، انتقال افقی B و D را صفر می‌کند. بنابراین سختی دورانی عضو AB در B برابر $4EI/L$ (**روش حفظی**) و عضو BD با انتهای دور مفصلی برابر $3EI/L$ است:

$$\theta_B = M\,/\,(4EI/L + 3EI/L) = ML/(7EI)$$
$$|H_A| = 6EI\,|\theta_B|/L^2 = 6M/(7L)$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

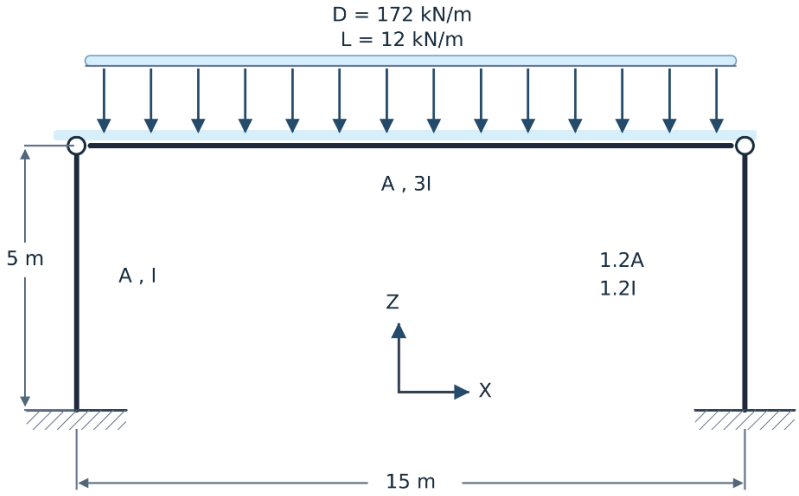
سامانه صلب‌متصل $CD - DE$ در درجات آزادی دورانی بار خارجی ندارد؛ از تعادل دو گره، دوران D و E صفر می‌شود. پس برش افقی CD و واکنش افقی C صفر است و تعادل کل سازه می‌دهد:

$$H_A + H_C + H_E = 0 \quad \Rightarrow \quad |H_E| = 6M/(7L)$$

گزینه ۳؛ قدر مطلق مولفه افقی E برابر $6M/(7L)$ است.

. سؤال ۲۸

اتصال تیر به ستون سازه نشان‌داده‌شده مفصلی و مقاومت طراحی آن در هر راستا مستقل از راستای دیگر است .بر اثر تغییر یکنواخت دما به اندازه مقرر، لنگر خمشی $360\,kN.m$در پای ستون سمت راست ایجاد می‌شود.اتصالات تیر به ستون این سازه خاص در هر راستا برای حداقل چه نیروهایی باید طراحی شوند؟ روش طراحی $LRFD$ است و آثار تحلیل مرتبه دوم ناچیز بوده و از آن صرف‌نظر می‌شود .سطح مقطع Aو ممان اینرسی I اعضای سازه در شکل مشخص شده است .فقط بارهای مرده و زنده و تغییرات دما را در نظر گرفته و نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ را انتخاب کنید.



گزینه‌ها

گزینه	نیرو در راستای X	نیرو در راستای Z
۱	هر دو سمت ۷۵ کیلونیوتن	هر دو سمت ۱۹۱۰ کیلونیوتن
۲	سمت راست ۷۵ و سمت چپ ۹۰ کیلونیوتن	هر دو سمت ۱۷۱۰ کیلونیوتن
۳	سمت راست ۹۰ و سمت چپ ۷۵ کیلونیوتن	هر دو سمت ۱۶۱۰ کیلونیوتن
۴	هر دو سمت ۹۰ کیلونیوتن	هر دو سمت ۱۸۱۰ کیلونیوتن

حل

گام اول :تعیین نیروی افقی اتصال

در هر ستون، رأس مفصلی و پای ستون گیردار است .از تعادل لنگرهای ستون راست:

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$H_T \times h = M_T$$

$$H_T = \frac{360}{5} = 72\,kN$$

با توجه به تعادل افقی تیر و نبود بار افقی خارجی دیگر، قدر مطلق نیروی افقی در دو اتصال یکسان است.

برای بار حرارتی، ترکیب بار خودکرنشی حاوی ضریب $1.2T$ کنترل می‌شود .

$$H_u = 1.2(72) = 86.4\,kN$$

نزدیک‌ترین مقدار در گزینه‌ها:

$$H_u \simeq 90\,kN$$

گام دوم :تعیین نیروی قائم اتصال

از آنجا که تیر در دو انتها مفصلی و بار گسترده یکنواخت است:

$$R_D = \frac{172 \times 15}{2} = 1290\,kN$$

$$R_L = \frac{12 \times 15}{2} = 90\,kN$$

ترکیب بار اول:

$$U_1 = 1.4D$$

$$R_{u1} = 1.4(1290) = 1806\,kN$$

ترکیب بار دوم:

$$U_2 = 1.2D + 1.6L$$

$$R_{u2} = 1.2(1290) + 1.6(90)$$

$$R_{u2} = 1692\,kN$$

ترکیب‌های دارای دما نیز کنترل می‌شوند .چون دما در این مدل نیروی قائم تکیه‌گاهی تولید نمی‌کند، مقدار قائم ترکیب‌های مربوط کمتر از $1806\,kN$ است.

در نتیجه:

$$R_{u,\max} = 1806\,kN$$

$$R_{u,\max} \simeq 1810\,kN$$

نتیجه سؤال ۲۸ :گزینه ۴

دام‌های احتمالی طراح

۱- استفاده از ضریب بار حرارتی برابر یک :در این صورت $72\ kN$ به دست می‌آید و ممکن است داوطلب به اشتباه مقدار ۷۵ کیلونیوتن را انتخاب کند.

۲- انتخاب ترکیب $1.2D + 1.6L$برای نیروی قائم بدون مقایسه :این ترکیب $1692\ kN$تولید می‌کند، در حالی که ترکیب $1.4D$ بحرانی‌تر است.

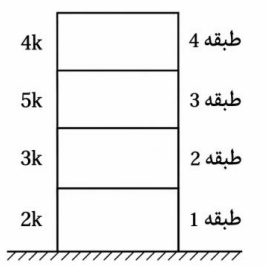
۳- وابسته دانستن نیروی افقی دو اتصال به نسبت ممان اینرسی ستون‌ها :با وجود مفصل در دو انتهای تیر و تعادل افقی آن، قدر مطلق نیروهای افقی انتقال‌یافته برابر است .تفاوت سختی‌ها بر تغییرمکان‌ها اثر دارد، نه بر این برابری تعادلی.

۴- اشتباه گرفتن لنگر پای ستون با لنگر اتصال تیر به ستون :لنگر پایه برابر ۳۶۰ کیلونیوتن‌متر است، اما اتصال رأس مفصلی است و نیروی افقی منتقل می‌کند، نه این لنگر خمشی.

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

سوالات استاندارد ۲۸۰۰

۲۱- در شکل زیر سختی جانبی طبقات یک ساختمان چهارطبقه نشان داده شده است. در خصوص این ساختمان، کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟



۱) طبقه اول اصطلاحاً طبقه خیلی نرم است.

۲) هم طبقه اول و هم طبقه دوم اصطلاحاً طبقه نرم است.

۳) طبقه دوم اصطلاحاً طبقه خیلی نرم است.

۴) هم طبقه اول و هم طبقه دوم اصطلاحاً طبقه خیلی نرم هستند.

$$K_i < 0.70K_{i+1}$$

$$K_i < \frac{0.80}{3}(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

طبقه خیلی نرم: اگر حداقل یکی از دو شرط زیر برقرار باشد:

$$K_i < 0.60K_{i+1}$$

$$K_i < \frac{0.70}{3}(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

$$K_1 < 0.60K_2 \quad \Rightarrow \quad 2k < 0.60(3k) = 1.80k$$

این نامساوی برقرار نیست.

کنترل خیلی نرم بودن نسبت به میانگین سه طبقه فوقانی:

$$K_1 < \frac{0.70}{3}(K_2 + K_3 + K_4)$$

$$2k < \frac{0.70}{3}(3k + 5k + 4k) = 2.80k$$

این نامساوی برقرار است؛ بنابراین **طبقه اول، خیلی نرم است.**

۲۲- حداکثر تعداد طبقات یک ساختمان از نوع قاب مهاربندی‌شده همگرای ویژه واقع در شهر رشت و زمین نوع III، برای آنکه در تعیین نیروی زلزله به روش استاتیکی معادل مقدار ضریب اصلاح طیف بیش از ۱/۰۳ نباشد، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ ارتفاع تمام طبقات یکسان و برابر ۳/۵ متر است و در محاسبات از زمان تناوب تجربی بدون افزایش یا کاهش استفاده نمایید.

۱) ۶ طبقه ۲) ۱۲ طبقه ۳) ۱۰ طبقه ۴) ۸ طبقه

$$N = 1 + \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s)$$

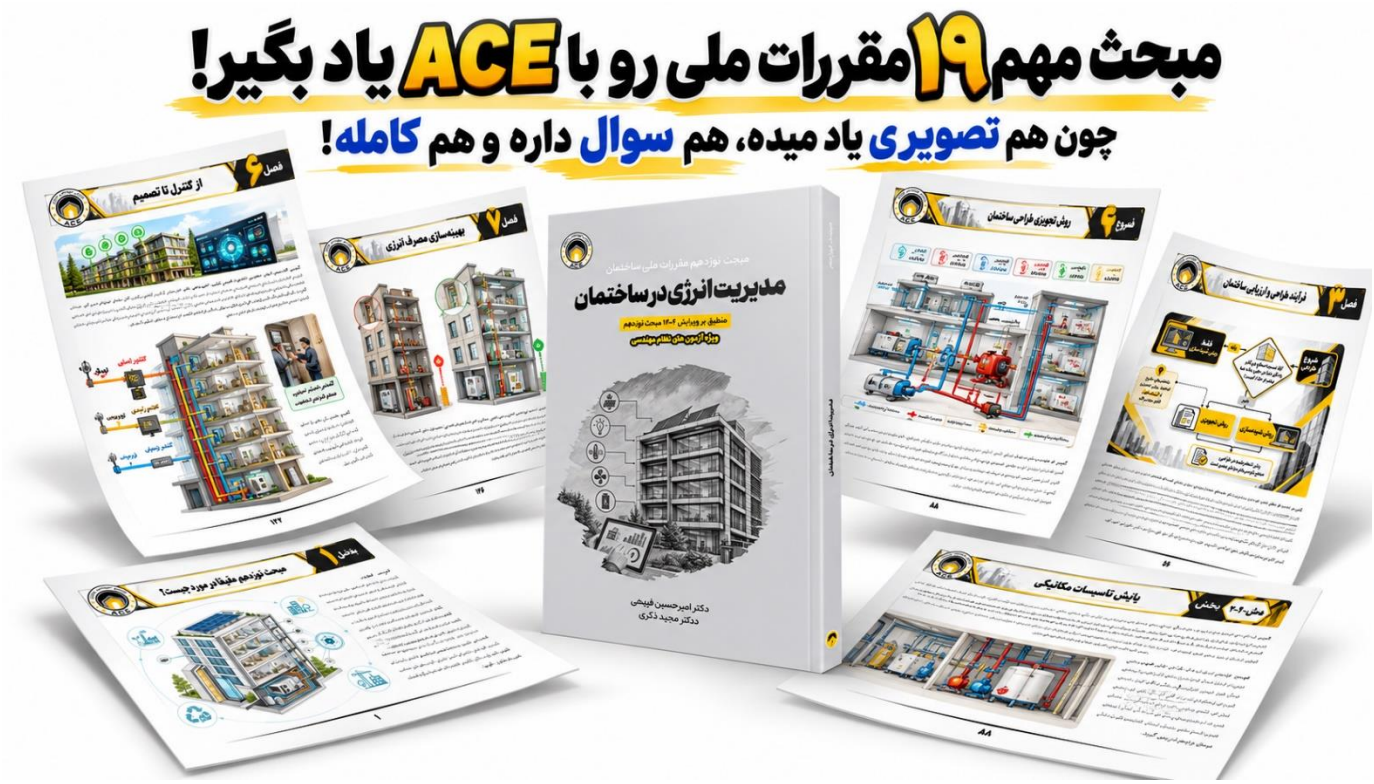
$$N \le 1.03 \qquad T_s = 0.7\,\text{s}$$

$$T_{\max} = 0.7 + \frac{0.03(4 - 0.7)}{0.7} = 0.84\,\text{s}$$

برای قاب مهاربندی همگرای ویژه، زمان تناوب تجربی از رابطه سایر سیستم‌ها محاسبه می‌شود:

$$T = 0.05H^{0.75} \quad \Rightarrow \quad H_{\max} = \left(\frac{0.8414286}{0.05}\right)^{4/3} = 43.12\,\text{m}$$

$$n_{\max} = 12 \qquad \left(\frac{43.12}{3.5} = 12.32\right)$$



۲۳- فرض کنید زمان تناوب اصلی یک ساختمان n طبقه مسکونی کاملاً منظم از نوع قاب مهاربندی‌شده همگرای ویژه بیش از ۰/۲ ثانیه ولی کوچک‌تر یا مساوی ۰/۴ ثانیه است. در کدام‌یک از حالت‌های زیر، در روش استاتیکی معادل ضریب زلزله این ساختمان دارای کمترین مقدار خواهد بود؟

۱) زمین نوع IV واقع در سوسنگرد خوزستان

۲) زمین نوع III واقع در زاهدان سیستان و بلوچستان

۳) زمین نوع I واقع در خرم‌آباد لرستان

۴) زمین نوع II واقع در رودبار گیلان

$$C = \frac{A\,B\,I}{R_u} \quad \Rightarrow \quad C \propto AB$$

موردنظر روی ناحیه ثابت طیف قرار دارند؛ بنابراین برای این IV تا I در بازه زمان تناوب ۰٫۲ تا ۰٫۴ ثانیه، مقادیر طیف برای زمین‌های چهار حالت مقادیر مقایسه‌ای به صورت زیرند:

سوسنگرد, IV: $A = 0.25,\ B = 3.25 \Rightarrow AB = 0.8125$

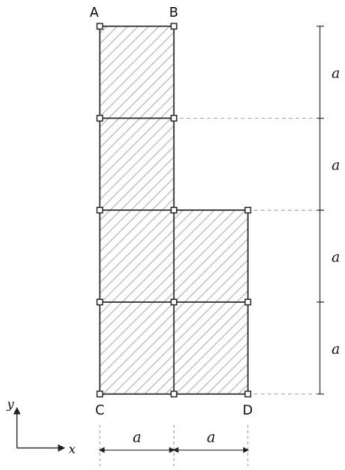
زاهدان, III: $A = 0.30,\ B = 2.75 \Rightarrow AB = 0.825$

خرم آباد, I: $A = 0.30,\ B = 2.50 \Rightarrow AB = 0.75$

رودبار, II: $A = 0.35,\ B = 2.50 \Rightarrow AB = 0.875$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

۲۴- شکل زیر پلان یک ساختمان یک‌طبقه را نشان می‌دهد. اگر تحت اثر نیروی زلزله در امتداد مثبت X و با فرض $A_j = ۱$ تغییرمکان افقی نقاط A و B برابر ۳Δ و تغییرمکان افقی نقاط C و D برابر Δ باشد، برای مقاصد طراحی، برون‌مرکزی اتفاقی این ساختمان برای نیروی زلزله در امتداد مثبت X به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ دیافراگم صلب فرض شود و برون‌مرکزی نیروی جانبی طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی نیست.



۱) $۰/۲a$

۲) $۰/۱۵a$

۳) $۰/۰۸a$

۴) $۰/۳a$

$$\Delta_{max} = 3\Delta, \quad \Delta_{avg} = \frac{3\Delta + \Delta}{2} = 2\Delta$$

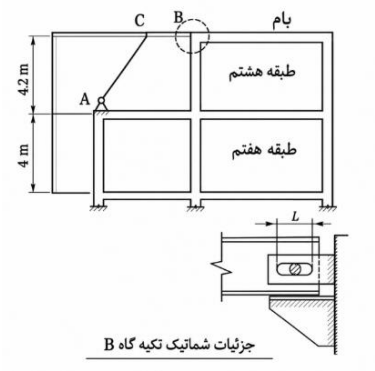
$$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} = \frac{3}{2} = 1.5 > 1.2$$

سازه مشمول نامنظمی پیچشی است. ضریب بزرگنمایی برون‌مرکزی اتفاقی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{avg}}\right)^2 = \left(\frac{3}{1.2 \times 2}\right)^2 = 1.5625$$

$$e_{aj} = 0.05(4a)(1.5625) = 0.3125a \approx 0.30a$$

۲۵- در شکل زیر طبقات آخر یک ساختمان ۸ طبقه بتن‌آرمه مسکونی نشان داده شده است. سایبان فلزی AB جزء غیرسازه‌ای محسوب می‌شود. تکیه‌گاه A مفصلی و تکیه‌گاه B برای پذیرش تغییرشکل‌های جانبی سازه در زلزله و عدم برخورد با آن، کاملاً لغزشی (غلتکی) است. اگر تغییرمکان جانبی واقعی (غیرخطی) سازه در تراز بام ۴۸۰ میلی‌متر و تغییرمکان جانبی نسبی واقعی (غیرخطی) طبقه هفتم و هشتم به ترتیب سه‌چهارم و یک‌دوم مقدار مجاز باشد، حداقل طول قابل قبول شکاف آزاد (L) اتصال در B به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ پیچ M۲۲ بوده و در وسط شکاف قرار دارد. از محدودیت‌های مربوط به ابعاد سوراخ‌های لوبیایی و تغییرشکل‌های ناشی از بارهای ثقلی صرف‌نظر کنید. قطر سوراخ روی پروفیل با قطر پیچ برابر فرض شود. روش استاتیکی معادل منظور است.



۱) L = ۱۳۰ mm

۲) L = ۱۱۰ mm

۳) L = ۵۵ mm

۴) L = ۸۰ mm

دریفت واقعی طبقه هشتم است، B در بام (تراز طبقه هشتم) است؛ لذا مقدار لازم حرکت نسبی در B در تراز طبقه هفتم و اتصال لغزشی A نه جابه‌جایی کل ۴۸۰ میلی‌متری بام. ارتفاع طبقه هشتم در شکل ۴،۲ متر است.

برای ساختمان بیش از پنج طبقه، محدودیت تغییرمکان نسبی واقعی هر طبقه برابر ۲ درصد ارتفاع طبقه است

$$\Delta_{a8} = 0.020 h_8 = 0.020 \times 4200 = 84\,\text{mm}$$

دریفت واقعی هشتم یک‌دوم حد مجاز است

$$\Delta_8 = \frac{1}{2} \times 84 = 42\,\text{mm}$$

در وسط شکاف قرار دارد، برای امکان حرکت به اندازه ۴۲ میلی‌متر در هر جهت، حداقل طول کل شکاف برابر است با M۲۲ چون پیچ:

$$L_{\min} = d_b + 2\Delta_8 = 22 + 2(42) = 106\,\text{mm}$$

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

۲۶- نسبت ضریب شکل طیف یک ساختمان مسکونی ۸ طبقه از نوع قاب خمشی بتنی ویژه + دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه واقع در شهر تبریز و زمین نوع II به همان ساختمان واقع در شهر اصفهان و زمین نوع III به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ارتفاع تمام طبقات یکسان و برابر ۳/۵ متر بوده و از زمان تناوب تجربی بدون هیچ‌گونه افزایش استفاده نمایید.

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۴۵ ۴) ۰/۶۵

$$H = 8 \times 3.5 = 28\,\text{m}$$
$$T = 0.05H^{0.75} = 0.60861\,\text{s}$$

$$B_{1,\text{II}} = 1 + 1.5\left(\frac{0.5}{0.60861}\right)^{2/3} = 2.01$$

است و زمان تناوب مسئله در ناحیه تخت طیف قرار می‌گیرد Ts=۰.۷ ،اصفهان در پهنه خطر متوسط III برای زمین نوع:

$$B_{\text{III}} = 1 + 1.75 = 2.75$$

$$\frac{B_{\text{Tabriz}}}{B_{\text{Isfahan}}} = \frac{2.01}{2.75} \approx 0.75$$

۲۷- در یک ساختمان مسکونی پنج‌طبقه با سیستم قاب مهاربندی‌شده همگرای ویژه در شهر شیراز ضریب زلزله از روش استاتیکی معادل برابر ۰/۱۲ به دست آمده است. در صورتی که وزن مؤثر لرزه‌ای کلیه طبقات یکسان و برابر W باشد، مقدار نیروی جانبی دیافراگم تراز طبقه اول (پایین‌ترین سقف) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ $(\rho = 1/0)$

۱) ۰/۰۸W ۲) ۰/۱۲W ۳) ۰/۱۵W ۴) ۰/۱۸W

$$V_u = C\sum W_i = 0.12 \times 5W = 0.60W$$

نیروی دیافراگم طبقه اول قبل از اعمال حدود آیین‌نامه‌ای برابر است با

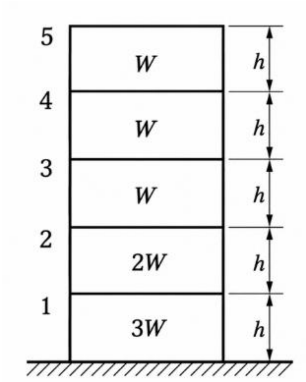
$$F_{pu,1} = \left(\frac{\sum F_{u,j}}{\sum W_j}\right) W_1 = \frac{0.60W}{5W} W = 0.12W$$

است. حداقل و حداکثر نیرو باید رعایت شوند I=۱ و برای ساختمان مسکونی معمولی A=۰.۳۰ ،برای شیراز:

$$F_{pu,\min} = 0.5AIW = 0.15W$$

$$F_{pu,1} = \max(0.12W, 0.15W) = 0.15W$$

۲۹- در یک ساختمان پنج‌طبقه، نیروی جانبی وارد بر دیافراگم در تراز طبقه سوم F_{pu3} بدون در نظر گرفتن حداقل یا حداکثر مقدار آن، برابر شده است با نیروی جانبی زلزله از روش استاتیکی معادل در تراز طبقه چهارم F_{u4} ارتفاع طبقات و وزن مؤثر لرزه‌ای هر طبقه در شکل نشان داده شده است. در خصوص این موضوع کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) زمان تناوب اصلی نوسان سازه قطعاً کوچک‌تر از ۰/۱۵ ثانیه است.

۲) زمان تناوب اصلی نوسان سازه قطعاً بزرگ‌تر از ۰/۵ ثانیه است.

۳) زمان تناوب اصلی نوسان سازه قطعاً کوچک‌تر یا مساوی ۰/۵ ثانیه است.

۴) در خصوص حدود زمان تناوب اصلی نوسان سازه نمی‌توان اظهارنظر کرد.

$$F_{pu,3} = \frac{F_3 + F_4 + F_5}{3W} W = \frac{F_3 + F_4 + F_5}{3}$$

$$F_{pu,3} = F_4 \quad \Rightarrow \quad F_3 + F_5 = 2F_4$$

طبق توزیع نیروی جانبی در ارتفاع، برای طبقات سوم تا پنجم با وزن یکسان داریم:

$$3^k + 5^k = 2(4^k) \Rightarrow k = 1$$

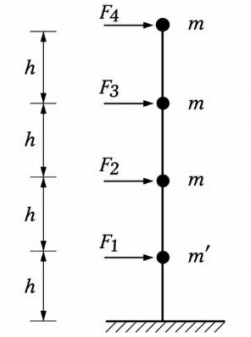
مقدار $k = 1$ زمانی برقرار است که مقدار زمان تناوب از نیم ثانیه کمتر باشد.



مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir



۳۰- یک سازه چهارطبقه با زمان تناوب اصلی ۰/۸۴ ثانیه دارای توزیع جرم مؤثر لرزه‌ای مطابق شکل است. در صورتی که سازه مشمول نامنظمی جرمی نشود، حداقل مقدار نسبت نیروی جانبی زلزله در تراز طبقه دوم به تراز طبقه اول به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) $F_2/F_1 = ۱/۵$

۲) $F_2/F_1 = ۴/۵$

۳) $F_2/F_1 = ۲/۲۵$

۴) $F_2/F_1 = ۱/۳۳$

$$k = 0.5T + 0.75 = 0.5(0.84) + 0.75 = 1.17$$

.با فرض عدم نامنظمی جرمی، بیشترین جرم مجاز طبقه اول در مقایسه با دوم ۱٫۵ برابر جرم دوم در نظر گرفته می‌شود

$$m_{1,\max} = 1.5m, \qquad m_2 = m$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{m(2h)^k}{m_1 h^k}$$

$$\left(\frac{F_2}{F_1}\right)_{\min} = \frac{2^{1.17}}{1.5} \approx 1.50$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

۳۱- ساختمان ده‌طبقه بتنی دارای ۳ طبقه زیرزمین با دیوارهای بتنی دور تا دور مفروض است. سختی جانبی قسمت ۳ طبقه تحتانی بیش از ۱۰ برابر سختی جانبی قسمت ۷ طبقه فوقانی و زمان تناوب سازه فوقانی ۱/۳ ثانیه است. برای آنکه برای تعیین نیروی جانبی زلزله بتوان از ضوابط ترکیب سیستم در حالت خاص (دومرحله‌ای) استفاده کرد، زمان تناوب اصلی کل سازه (۱۰ طبقه) چه مقدار باید باشد؟

۱) استفاده از روش دومرحله‌ای به شرطی مجاز است که زمان تناوب اصلی کل سازه بیش از زمان تناوب اصلی سازه فوقانی نباشد.

۲) استفاده از روش دومرحله‌ای همواره مجاز است.

۳) باید بیشتر از ۱/۴۳ ثانیه باشد.

۴) باید کمتر از ۱/۴۳ ثانیه باشد.

$$T_{\text{upper}} = 1.30\,\text{s}$$
$$1.1T_{\text{upper}} = 1.1 \times 1.30 = 1.43\,\text{s}$$
$$T_{\text{total}} < 1.43\,\text{s}$$

سوالات مبحث ۸ – مصالح بنایی

در خصوص ساختمان‌های بنایی با کلاف، کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح نیست؟

۱) در صورت استفاده از پی‌های بتن‌آرمه، در مناطق سردسیر تراز روی پی نباید کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین قرار گیرد.

۲) در صورت اجرای شالوده‌های پلکانی، قسمت‌های مختلف شالوده در جهت افقی می‌تواند یک متر هم‌پوشانی داشته باشد.

۳) در ساختمان‌های یک‌طبقه تحت هیچ شرایطی ارتفاع طبقه نمی‌تواند از ۶ متر بیشتر باشد.

۴) در طبقه زیرزمین استفاده از نعل‌درگاه فولادی مجاز است.

حل:

مرجع: مبحث هشتم ۱۳۹۸، بند ۸–۳–۴–۸، جزء ۱، صفحه چاپی ۵۲، صفحه ۶۸ فایل.

گزینه	کنترل با متن منبع
۱	**صحیح؛ بند ۸–۵–۵–۲–۳، جزء۷، صفحه۱۱۱:** در مناطق سردسیر و یخبندان، روی پی حداقل ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین است.
۲	**صحیح؛ بند۸–۵–۵–۲–۱، جزء۲، صفحه۱۰۸:** هم‌پوشانی افقی حداقل ۶۰۰ میلی‌متر و ارتفاع پله حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر؛ یک متر هم‌پوشانی این حداقل را تأمین می‌کند.
۳	**صحیح در دامنه فصل ساختمان بنایی با کلاف؛ بند۸–۵–۴–۲، جزء۵، صفحه۱۰۷:** با کلاف افقی اضافی در تراز حداکثر۴متر، افزایش ارتفاع طبقه تا۶متر مجاز است.
۴	**نادرست؛ ممنوعیت نعل‌درگاه فولادی زیرزمین صریحاً در بند عمومی۸–۳–۴–۸(۱) آمده است.** مجاز بودن جنس فولادی در سایر طبقات این استثنا را حذف نمی‌کند.

گزینه ۴ نادرست است. استفاده از نعل‌درگاه فولادی در طبقه زیرزمین مجاز نیست.

جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

سؤال ۴۲

در یک ساختمان بنایی مسلح یک‌طبقه، یک عضو باربر قائم دارای ضخامت اسمی ۲۵۰ میلی‌متر و طول اسمی ۸۰۰ میلی‌متر و ارتفاع آزاد ۶ متر است .بیشترین نیروی محوری فشاری ضریبدار عضو حدود $0.1A_n f'_m$ است .در صورتی که فاصله آزاد بین تکیه‌گاه‌های جانبی برابر ۶ متر و شرایط انتهایی به‌صورت تکیه‌گاه ساده فرض شود و سایر ضوابط ساختمان‌های بنایی مسلح رعایت شده باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

گزینه‌ها:

۱) عضو باید براساس ضوابط تیر طراحی شود.

۲) عضو باید براساس ضوابط دیوار طراحی شود.

۳) عضو باید براساس ضوابط ستون طراحی شود.

۴) عضو باید براساس ضوابط جرز طراحی شود.

حل

مبحث هشتم، ضوابط طراحی ستون، جرز و دیوار بنایی مسلح . ابتدا نسبت ابعاد مقطع تعیین می‌شود:

$$\frac{l}{t}=\frac{800}{250}=3.2$$

چون نسبت بعد بزرگ به کوچک از ۳ بیشتر است، عضو شرایط هندسی ستون را ندارد. از طرفی، طول عضو در محدوده جرز قرار دارد؛ اما حداکثر ارتفاع آزاد جرز نباید از پنج برابر طول آن تجاوز کند:

$$h_{\max}=5l=5(800)=4000\,mm$$

درحالی‌که:

$$h=6000>4000\,mm$$

بنابراین شرایط طراحی به‌عنوان جرز نیز تأمین نیست. کنترل نسبت لاغری دیوار:

$$\frac{h}{t}=\frac{6000}{250}=24$$

برای دیوار مسلح با تکیه‌گاه جانبی مناسب، حداکثر نسبت لاغری ۳۰ است:

$$24<30$$

در نتیجه عضو باید براساس ضوابط دیوار طراحی شود.

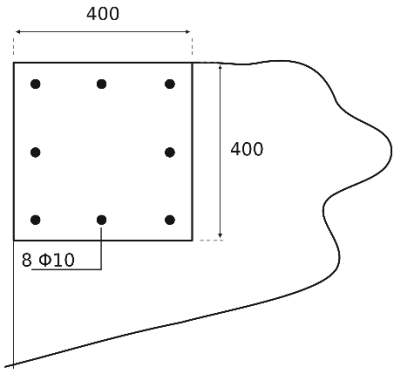
پاسخ صحیح :گزینه ۲



مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

سؤال ۴۳

مقاومت لهیدگی طراحی یک ستون با مصالح بنایی مسلح از نوع آجر رسی و ملات $M15$ مطابق شکل زیر، بر روی یک گوشه دال بتنی به ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مقاومت فشار آجر رسی $8\,MPa$ و آرماتور $S340$ است .در شکل ابعاد به میلی‌متر است . الزامات ساختمان‌های با مصالح بنایی منظور است.



۱) $200\,kN$

۲) $380\,kN$

۳) $230\,kN$

۴) $400\,kN$

پاسخ تشریحی

مرجع :مبحث هشتم، جدول ۴-۲-۸، بند ۳-۳-۲-۶-۴-۸ و جدول ضرایب کاهش مقاومت .

از جدول مقاومت فشاری مشخصه بنایی، برای آجر رسی با مقاومت ۸ مگاپاسکال و ملات $M15$:

$$f'_m = 3\,MPa$$

مقاومت اسمی لهیدگی بنایی:

$$B_n = f'_m A_b$$

به دلیل قرارگیری ستون در گوشه دال، سطح مؤثر لهیدگی بدون افزایش مساحت باربر در نظر گرفته می‌شود:

$$A_b = 400(400) = 160000\,mm^2$$

ضریب کاهش مقاومت لهیدگی:

$$\phi = 0.60$$

بنابراین:

$$\phi B_n = 0.60(3)(160000)$$

$$\phi B_n = 288\,kN$$

پاسخ صحیح :گزینه ۳

سؤال ۴۴

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

برای ساخت یک دیوار با مصالح بنایی از ملات ماسه و سیمان استفاده شده است .ملات ماسه و سیمان دارای مقاومت فشاری ۲۸ روزه برابر ۱۰ مگاپاسکال است .کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

گزینه‌ها:

۱) مدول گسیختگی واحدهای توخالی دوغاب‌نشده، در حالت امتداد تنش کششی عمود بر بندهای افقی به حالت موازی بندهای افقی حدوداً ۱،۰ است.

۲) مدول گسیختگی واحدهای توپر، در حالت امتداد تنش کششی عمود بر بندهای افقی به حالت موازی بندهای افقی حدوداً ۱،۰ است.

۳) در صورتی که امتداد تنش کششی خمشی عمود بر بندهای افقی باشد، نسبت مدول گسیختگی واحد بنایی توپر به واحد بنایی توخالی کاملاً دوغاب‌شده برابر ۱،۰ است.

۴) در صورتی که امتداد تنش کششی خمشی موازی بندهای افقی باشد، نسبت مدول گسیختگی واحد بنایی توپر به واحد بنایی توخالی کاملاً دوغاب‌شده برابر ۱،۰ است.

پاسخ تشریحی

مرجع :مبحث هشتم، جدول ۶-۲-۸، مدول گسیختگی واحدهای بنایی .

مدول گسیختگی به نوع مصالح بنایی، وضعیت دوغاب‌ریزی، نوع ملات و جهت امتداد تنش کششی خمشی نسبت به بندهای افقی بستگی دارد.

طبق جدول، در حالتی که امتداد تنش کششی خمشی موازی بندهای افقی باشد، مدول گسیختگی واحد بنایی توپر و واحد بنایی توخالی کاملاً دوغاب‌شده برابر است.

بنابراین:

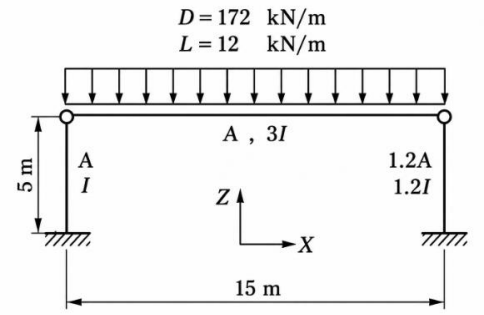
$$\frac{f_{r,\text{توپر}}}{f_{r,\text{توخالی کاملاً دوغاب‌شده}}} = 1.0$$

پاسخ صحیح :گزینه ۴

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

سوالات مبحث ۶ – بارگذاری

۲۸- اتصال تیر به ستون سازه نشان داده‌شده مفصلی و مقاومت طراحی آن در هر راستا مستقل از راستای دیگر است. بر اثر تغییر یکنواخت دما به اندازه مقرر، ۳۶۰ kN.m لنگر خمشی در پای ستون سمت راست ایجاد می‌شود. اتصالات تیر به ستون این سازه خاص در دو راستا برای حداقل چه نیروهایی باید طراحی شوند؟ روش طراحی LRFD است و آثار تحلیل مرتبه دوم ناچیز بوده و صرف‌نظر شود. سطح مقطع A و ممان اینرسی I اعضای سازه در شکل مشخص است. فقط بارهای مرده و زنده و تغییرات دما را در نظر گرفته و نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ انتخاب کنید.



۱) در راستای X هر دو سمت ۷۵ kN و در راستای Z هر دو سمت ۱۹۱۰ kN

۲) در راستای X سمت راست ۷۵ و سمت چپ ۹۰ kN و در راستای Z هر دو سمت ۱۷۱۰ kN

۳) در راستای X سمت راست ۹۰ و سمت چپ ۷۵ kN و در راستای Z هر دو سمت ۱۶۱۰ kN

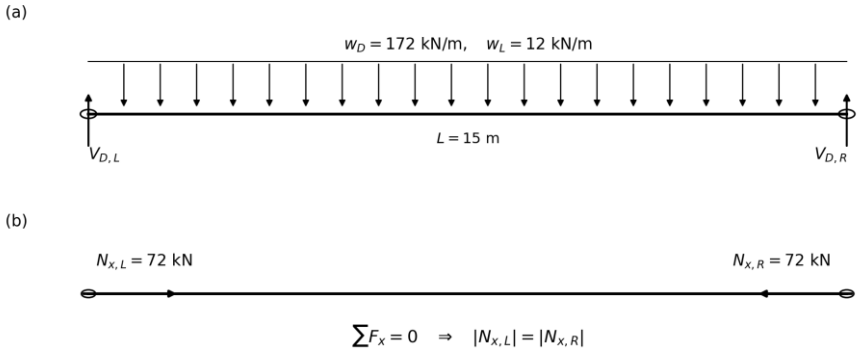
۴) در راستای X هر دو سمت ۹۰ kN و در راستای Z هر دو سمت ۱۸۱۰ kN

با جداکردن ستون سمت راست، از تعادل لنگر حول پای ستون (فاصله قائم مرکز اتصال تا پای ستون برابر ۵ متر) داریم:

$$N_{x,T} \times (5) = 360$$

$$N_{x,T} = \frac{360}{5} = 72 \text{ kN}$$

بار افقی مستقیمی روی طول تیر وجود ندارد. در نتیجه از تعادل افقی تیر دوسرمفصل، اندازه نیروی محوری منتقل‌شده به هر دو اتصال یکسان و جهت آن مخالف است؛ نسبت سختی خمشی ستون‌ها این نتیجه استاتیکی را تغییر نمی‌دهد.



مطابق ترکیب‌بار مربوط به اثرهای خودکرنشی:

$$U = 1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

ازآنجاکه در راستای افقی، اثر بارهای مرده و زنده طبق مدل سؤال صفر است:

$$N_{u,x} = 1.2\,N_{x,T} = 1.2(72) = 86.4\ \text{kN}$$

نتیجه راستای افقی: ۸۶٫۴ کیلونیوتن برای هر اتصال؛ نزدیک‌ترین مقدار گزینه‌ها ۹۰ کیلونیوتن است.

۲ تحلیل بارهای ثقلی و نیروی قائم هر اتصال

به دلیل اتصال مفصلی در دو انتهای تیر و بارگذاری گسترده متقارن، واکنش قائم هر تکیه‌گاه از نصف بار کل تیر به دست می‌آید:

$$V_D = \frac{w_D L}{2} = \frac{172(15)}{2} = 1290\ \text{kN}$$
$$V_L = \frac{w_L L}{2} = \frac{12(15)}{2} = 90\ \text{kN}$$

ترکیب اول ـ بار مرده:

$$V_{u,1} = 1.4V_D = 1.4(1290) = 1806\ \text{kN}$$

ترکیب دوم ـ بار مرده و زنده:

$$V_{u,2} = 1.2V_D + 1.6V_L = 1.2(1290) + 1.6(90) = 1692\ \text{kN}$$

ترکیب شامل دما:

$$V_{u,T} = 1.2(1290) + 0.5(90) = 1593\ \text{kN}$$

پس بیشترین نیروی قائم برابر است با:

$$V_{u,z} = \max(1806,1692,1593) = 1806\ \text{kN}$$

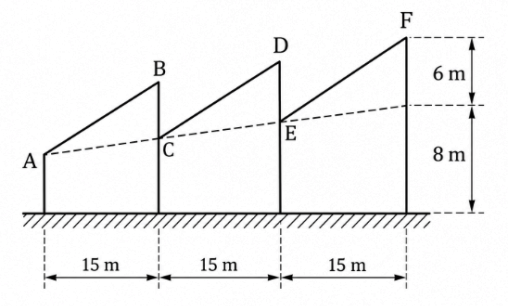
$$\boxed{N_{u,x} = 86.4 \simeq 90\ \text{kN}}$$
$$\boxed{V_{u,z} = 1806 \simeq 1810\ \text{kN}}$$

گزینه ۴ صحیح است



۳۳- ساختمان شکل زیر به عنوان سردخانه با دمای داخلی ۱۰- درجه سانتی‌گراد استفاده می‌گردد و سقف آن از نوع ساندویچ پانل می‌باشد. برای تعیین بار برف، ضریب شیب (C_s) برای بام در قسمت CD به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

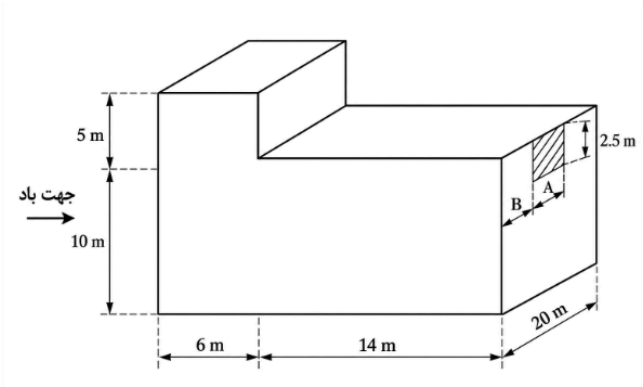
۱) ۰/۸
۲) ۰/۹
۳) ۱/۰
۴) ۰/۸۵



طبق بند ۶-۷-۶-۳ در صفحه ۵۱ مبحث ۶، مقدار ضریب شیب برای بام‌های شیب‌دار دندانه‌ای برابر ۱ است.

۳۴- ساختمان نشان داده‌شده در شکل زیر درمانگاهی است که در ناحیه باز ساحلی بوشهر قرار داشته و زمین در حوالی آن دارای پستی و بلندی نیست. برای پوشش دیوارها از تیغه‌های قائم معماری به عمق ۱.۲ متر به عنوان عنصر معماری روی نمای ساختمان استفاده شده است. کل نیروی مکش خارجی برای پانل نما به ابعاد ۲.۵×۴.۰ متر در موقعیت نشان داده‌شده در شکل به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به متر است.

۱) ۱۰/۱ kN
۲) ۱۳/۱ kN
۳) ۲۲/۲ kN
۴) ۱۸/۹ kN



$$P = I_w\, q\, C_e\, C_t\, (C_p C_g)\, C_d$$

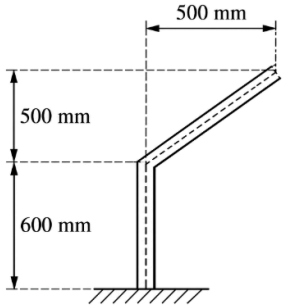
قرائت نمودار:

$$C_e = 1, \quad C_t = 1, \quad C_p C_g = -1.6, \quad C_d = 0.85$$
$$I_w = 1.2, \quad q = 0.7\,\text{kN/m}^2$$
$$P = 1.2 \times 0.7 \times 1 \times 1 \times (-1.6) \times 0.85 = -1.14\,\text{kN/m}^2$$

$$A = 2.5 \times 4.0 = 10.0\,\text{m}^2$$
$$F = P \times A = -1.14 \times 10 = -11.4\,\text{kN}$$
$$|F| \approx 11.4\,\text{kN}$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

۳۵- در داخل یک ساختمان فروشگاه بزرگ در پیرامون بازشوهای طبقات از یک سیستم جان‌پناه شامل یک نرده کنسولی فولادی (مطابق شکل) به فواصل ۲.۵ متر و نرده‌های میانی بین قاب‌ها استفاده شده است. در صورتی که از اثرات وزن صرف‌نظر شود، در طراحی به روش $LRFD$ بیشترین لنگر خمشی موردنیاز در تکیه‌گاه به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) $M_u = ۹\ kN.m$

۲) $M_u = ۱۲/۱\ kN.m$

۳) $M_u = ۱۱\ kN.m$

۴) $M_u = ۳/۶\ kN.m$

$q_L = 2.5\,\text{kN/m}$

برای نرده میانی با طول بارگیر $2.5\ \text{m}$ نیروی افقی منتقل‌شده به پایه برابر است با:

$$F_L = q_L\, s = 2.5 \times 2.5 = 6.25\,\text{kN}$$

بازوی لنگر بار افقی: فاصله قائم نقطه اثر بار از تکیه‌گاه گیردار از جمع دو ارتفاع نشان‌داده‌شده در شکل به دست می‌آید:

$$h = 600 + 500 = 1100\,\text{mm} = 1.10\,\text{m}$$
$$M_L = F_L\, h = 6.25 \times 1.10 = 6.875\,\text{kN.m}$$

لنگر طراحی به روش مقاومت نهایی

$$M_u = 1.6\, M_L = 1.6 \times 6.875 = 11.00\,\text{kN}\cdot\text{m}$$

کنترل بار متمرکز مستقل:

$$F_{L,\text{point}} = 1.0\,\text{kN}$$
$$M_{u,\text{point}} = 1.6 \times 1.0 \times 1.10 = 1.76\,\text{kN}\cdot\text{m}$$

بنابراین حالت بار گسترده کنترل‌کننده است.

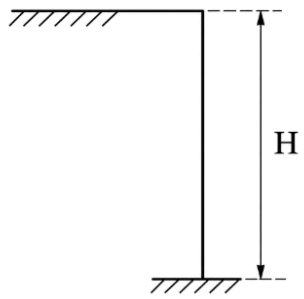
$$\ell = \sqrt{0.50^2 + 1.10^2} = 1.208\,\text{m}$$
$$M_{u,\text{source}} \approx 1.6 \times 6.25 \times 1.21 = 12.1\,\text{kN}\cdot\text{m}$$



با فلوچارت های ACE دیگه سر آزمون محاسبات وقت کم نیازی!

سوالات مبحث ۷ – پی و پی سازی

۳۶- در دیواره طره‌ای شکل زیر (بدون مهار از پشت) ناشی از فشار جانبی خاک با ضریب فشار جانبی خاک برابر واحد و با توزیع مثلثی و با در نظر گرفتن آثار لغزش افقی یا چرخش، مقدار جابجایی افقی انتهای آزاد دیوار برابر ۳۰ میلی‌متر محاسبه شده است. در صورتی که $K_a = 0.3$ و $K_0 = 0.6$ باشد، حداکثر ارتفاع دیوار حائل برای آنکه برای طراحی این دیوار بتوان از ضریب فشار جانبی محرک استفاده کرد، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ نوع خاک پشت دیوار از نوع ماسه با تراکم متوسط است.



۱) ۹ متر
۲) ۱۵ متر
۳) ۴/۵ متر
۴) ۷/۵ متر

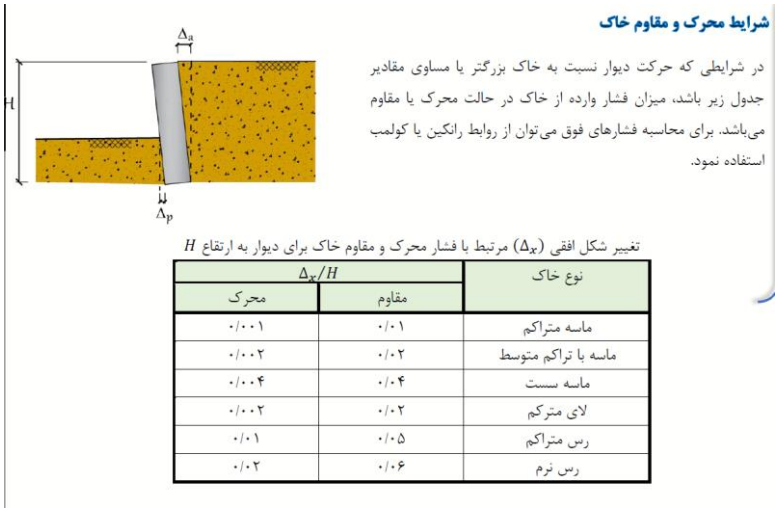
$\Delta_x = 30\ \text{mm}, \quad K_0 = 0.6, \quad K_a = 0.3$

$\left(\frac{\Delta_x}{H}\right)_{\text{active}} = 0.002$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$\frac{30}{H} \geq 0.002$$

$$H \leq \frac{30}{0.002} = 15000 \text{ mm} = 15 \text{ m}$$



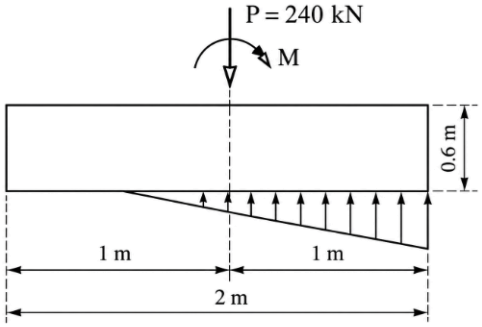
شرایط محرک و مقاوم خاک

در شرایطی که حرکت دیوار نسبت به خاک بزرگتر یا مساوی مقادیر جدول زیر باشد، میزان فشار وارده از خاک در حالت محرک یا مقاوم می‌باشد. برای محاسبه فشارهای فوق می‌توان از روابط رانکین یا کولمب استفاده نمود.

تغییر شکل افقی (Δ_x) مرتبط با فشار محرک و مقاوم خاک برای دیوار به ارتفاع H

نوع خاک	Δ_x/H	
	مقاوم	محرک
ماسه متراکم	۰/۰۱	۰/۰۰۱
ماسه با تراکم متوسط	۰/۰۲	۰/۰۰۲
ماسه سست	۰/۰۴	۰/۰۰۴
لای متراکم	۰/۰۲	۰/۰۰۲
رس متراکم	۰/۰۵	۰/۰۱
رس نرم	۰/۰۶	۰/۰۲

۳۷- ابعاد پی منفرد یک سازه موقت ۰/۶×۲×۲ متر و تنش مجاز خاک زیر پی ۰/۲۵ MPa است. با احتساب وزن شالوده نیروی فشاری $P = 240$ kN به مرکز شالوده وارد می‌شود. در کنترل تنش زیر پی، حداکثر لنگر مجازی که همزمان با این نیروی فشاری می‌توان به شالوده وارد کرد، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مطابق شکل توزیع تنش را خطی فرض و از روش تنش مجاز استفاده کنید.



۱) $M = ۱۲۰\ kN.m$

۲) $M = ۱۴۰\ kN.m$

۳) $M = ۸۰\ kN.m$

۴) $M = ۱۰۰\ kN.m$

$B = L = 2$ m, $\quad P = 240$ kN

$q_{allow} = 0.25$ MPa $= 250$ kPa

خروج از مرکزیت برآیند بارها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$e = \frac{M}{P}$$

حداکثر تنش فشاری: با فرض ورود بخشی از پی به ناحیه بدون تماس، طول ناحیه فشاری و تنش حداکثر برای توزیع مثلثی چنین است:

$$b_c = 3\left(\frac{B}{2} - e\right), \qquad q_{max} = \frac{2P}{Lb_c}$$

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

$$\frac{2\times 240}{2\times 3(1-e)} \le 250$$

$$e \le 0.68\ \text{m} \quad \Rightarrow \quad M \le 163.2\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

کنترل دوم ــ حد مجاز بخش فاقد تماس: مطابق ضابطه مربوط به پی منفرد، طول قسمت خارج از تماس حداکثر یک‌چهارم عرض پی در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین حداقل طول تماس برابر است با:

$$b_c \ge \frac{3B}{4} = 1.5\ \text{m}$$

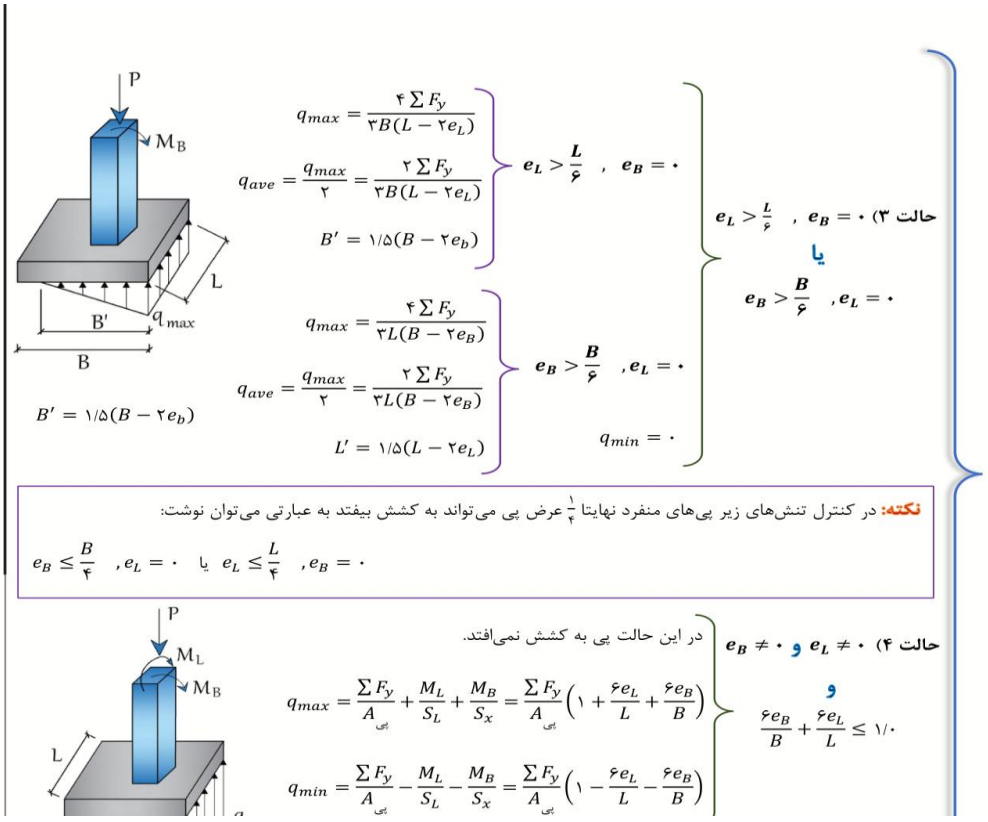
$$3(1-e) \ge 1.5 \quad \Rightarrow \quad e \le 0.5\ \text{m}$$

$$M_{\text{max,contact}} = Pe = 240\times 0.5 = 120\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

کنترل تنش برای مقدار حاکم نیز برقرار است:

$$q_{\max} = \frac{2\times 240}{2\times 1.5} = 160\ \text{kPa} < 250\ \text{kPa}$$

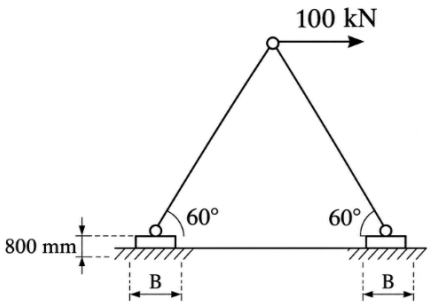
پس ضابطه طول تماس حاکم است و حداکثر لنگر مجاز همان مقدار گزینه اول خواهد بود.



جهت دریافت مشاوره رایگان قبولی در محاسبات عدد ۱، نظارت و اجرا عدد ۲ و کارشناس رسمی عدد ۳ را به شماره ۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ ارسال کنید.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir

۳۸- یک سازه خرپایی مطابق شکل زیر بر روی پی‌های منفرد و مربع‌شکل تحت نیروی استاتیکی $۱۰۰kN$ قرار دارد. حداقل ابعاد پی بتن درجا در این سازه برای کنترل لغزش به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ پی بر روی خاک زهکشی‌شده با اصطکاک داخلی ۳۰ درجه قرار دارد و وزن حجمی بتن $۲۵\ kN/m^3$ فرض شود. طراحی به روش تنش مجاز مدنظر است.



۱) $B = ۳/۵\ m$
۲) $B = ۱/۵\ m$
۳) $B = ۳/۳\ m$
۴) $B = ۳\ m$

$F = 100\ \text{kN}, \qquad \theta = 60°$

$$2N\cos\theta = F \quad \Rightarrow \quad N = \frac{100}{2\cos 60°} = 100\ \text{kN}$$

$$H_A = N\cos 60° = 50\ \text{kN}$$

$$V_A = N\sin 60° = 86.60\ \text{kN}$$

در پی سمت چپ، مؤلفه قائم نیروی عضو مایل در جهت بالابرنده است؛ ازاین‌رو همین پی برای لغزش بحرانی می‌شود .با فرض پی بتنی درجا و خاک زهکشی‌شده:

$\delta = \varphi = 30°, \qquad \gamma_c = 25\ \text{kN/m}^3$

وزن هر پی مربعی با ضخامت داده‌شده برابر است با:

$$W_f = \gamma_c B^2 t = 25 \times B^2 \times 0.8 = 20B^2\ \text{kN}$$

نیروی قائم مؤثر و مقاومت اصطکاکی پی بحرانی:

$$N'_A = 20B^2 - 86.60, \qquad S_A = N'_A \tan 30°$$

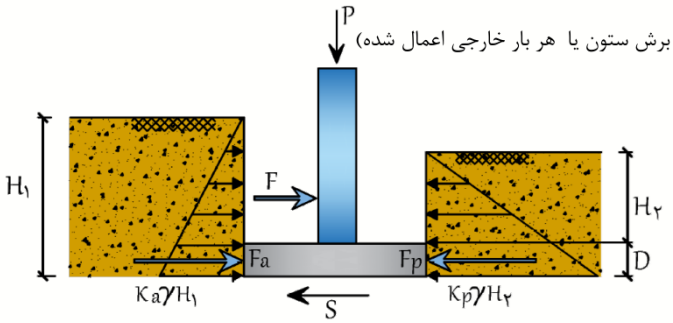
برای کنترل لغزش در روش تنش مجاز و بارگذاری استاتیکی:

$$FS_{\text{slide}} = \frac{S_A}{H_A} \geq 1.5$$

$$(20B^2 - 86.60)\tan 30° \geq 1.5 \times 50$$

$$B \geq \sqrt{\frac{75/\tan 30° + 86.60}{20}} = 3.29\ \text{m}$$

لغزش و گسیختگی برشی خاک در پی‌های سطحی



F = نیروی جانبی اعمال شده به پی (ناشی از برش ستون یا هر بار خارجی اعمال شده)

F_p = نیروی جانبی مقاوم خاک

S = نیروی اصطکاک مقاوم در برابر لغزش

F_a= نیروی جانبی محرک خاک

$F + F_a$ = نیروهای محرک

$S + F_p$ = نیروهای مقاوم

$$F_a = \frac{K_a \gamma H_1^{۲}}{۲} - \frac{K_a \gamma (H_1 - D)^{۲}}{۲} \qquad F_p = \frac{(۰/۵K_p)\gamma H_۲^{۲}}{۲} - \frac{(۰/۵K_p)\gamma (H_۲ - D)^{۲}}{۲}$$

محاسبه نیروی اصطکاک مقاوم (S) و مقاومت گسیختگی خاک

الف) خاک در شرایط زهکشی‌شده

۱) لغزش بین فونداسیون و خاک ← $S = P' tan\delta$

۲) گسیختگی برشی خاک زیر فونداسیون ← $S = P' tan\emptyset$

ب) خاک در شرایط زهکشی‌نشده ← $S = A'.C_u$

δ= زاویه اصطکاک بین پی و خاک

$\emptyset$= زاویه اصطکاک داخلی خاک

P'= مولفه قائم بارهای طراحی موثر وارد به پی

A'= مساحت موثر سطح زیرین پی

C_u= چسبندگی زهکشی نشده خاک

پی ساخته‌شده با بتن درجا $\delta = \emptyset$

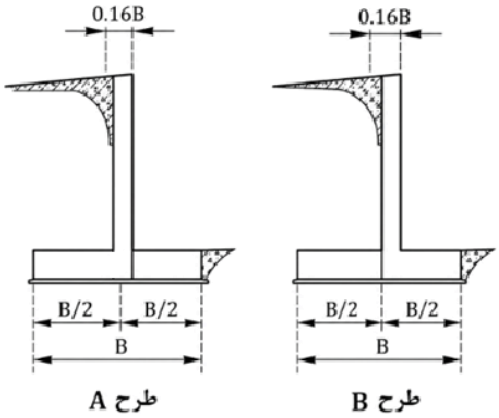
پی ساخته‌شده با بتن پیش‌ساخته $\delta = \frac{۲}{۳}\emptyset$

نکته: در محاسبه نیروی رانشی مقاوم (F_p)، در هیچ حالت مقدارضریب مقاوم خاک (K_p) نباید بیشتر از ۵۰٪ مقدار محاسباتی آن



مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir

۳۹- برای طراحی یک دیوار حائل که تحت فشار جانبی محرک خاک قرار دارد دو طرح A و B مطابق شکل در حال بررسی است. تنها اختلاف بین دو طرح در موقعیت دیوار نسبت به شالوده است. وزن واحد حجم بتن و خاک به ترتیب برابر $25\ \mathrm{kN/m^3}$ و $20\ \mathrm{kN/m^3}$ بوده و خاک زیر شالوده در شرایط زهکشی شده است. محاسبات فقط برای بارگذاری استاتیکی و از روش تنش مجاز انجام می‌شود. کدامیک از گزینه‌های زیر در این خصوص صحیح است؟



۱) لنگر مقاوم در برابر واژگونی در طرح B کوچکتر از طرح A و نیروی مقاوم در برابر لغزش در طرح B کوچکتر از طرح A است.

۲) لنگر مقاوم در برابر واژگونی در طرح B کوچکتر از طرح A و نیروی مقاوم در برابر لغزش در طرح B بزرگتر از طرح A است.

۳) لنگر مقاوم در برابر واژگونی در طرح B بزرگتر از طرح A و نیروی مقاوم در برابر لغزش در طرح B بزرگتر از طرح A است.

۴) لنگر مقاوم در برابر واژگونی در طرح B بزرگتر از طرح A و نیروی مقاوم در برابر لغزش در طرح B کوچکتر از طرح A است.

$$\gamma_s = 20\ \mathrm{kN/m^3}, \qquad \gamma_c = 25\ \mathrm{kN/m^3}$$

طبق ابعاد شکل، در طرح الف عرض خاک روی پاشنه و در طرح ب عرض آن به‌ترتیب چنین است:

$$b_{s,A} = 0.34B, \qquad b_{s,B} = 0.50B$$

برای محاسبه لنگر پایدارکننده نسبت به پنجه دیوار، بازوی وزن خاک و وزن ساقه در دو طرح از شکل خوانده می‌شود .با یکسان فرض کردن ارتفاع خاک پشت دیوار و ضخامت ساقه:

$$M_{R,A}^{\mathrm{rel}} = [20(0.34)(0.83) + 25(0.16)(0.58)]B^2h$$
$$M_{R,A}^{\mathrm{rel}} = 7.964B^2h$$
$$M_{R,B}^{\mathrm{rel}} = [20(0.50)(0.75) + 25(0.16)(0.42)]B^2h$$
$$M_{R,B}^{\mathrm{rel}} = 9.180B^2h$$

نمایه نسبی نشان می‌دهد سهم مشترک وزن کف پی از هر دو رابطه حذف شده است؛ بنابراین مقایسه لنگرهای مقاوم بدون دانستن ضخامت کف پی امکان‌پذیر است.

$$M_{R,B}^{\mathrm{rel}} > M_{R,A}^{\mathrm{rel}}$$

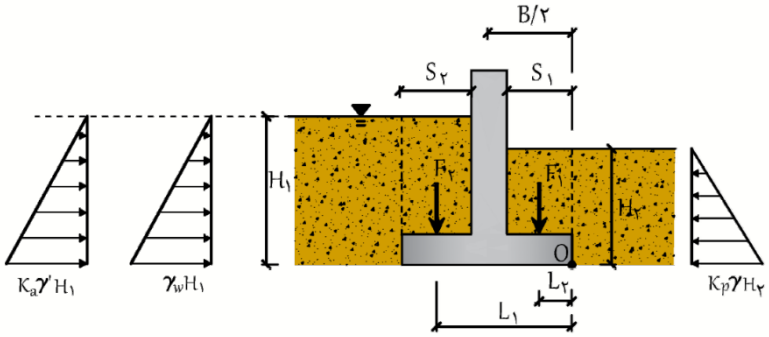
همچنین وزن خاک مستقر بر روی پاشنه در طرح ب بیشتر است .چون سطح و جنس تماس پی با خاک تغییر نکرده، مقاومت اصطکاکی در برابر لغزش نیز در طرح ب بیشتر خواهد بود:

$$S_B = N_B\tan\delta > N_A\tan\delta = S_A$$

گزینه ۳ صحیح است.

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir

کنترل لغزش و واژگونی دیوار حائل وزنی



نیروی لغزشی

$$F_H = \frac{K_a\gamma' H_1^{۲}}{۲} + \frac{\gamma_w H_1^{۲}}{۲}$$

نیروهای مقاوم در برابر لغزش

$$F_T = \frac{K_p\gamma H_2^{۲}}{۲} + \left(F_1 + F_2 + \gamma_{\text{بتن}} \times V_{\text{بتن}}\right) \times tan\delta$$

$$F_1 = \gamma_{\text{خاک}} \times \left(H_2 - D_{\text{پی}}\right) \times S_1$$

$$F_1 = \gamma'_{\text{خاک}} \times \left(H_1 - D_{\text{پی}}\right) \times S_2$$

لنگر واژگونی

$$F_H = \left(\frac{K_a\gamma' H_1^{۲}}{۲} + \frac{\gamma_w H_1^{۲}}{۲}\right) \times \frac{H_1}{۳}$$

لنگرهای مقاوم در برابر واژگونی

$$F_T = \left(\frac{K_p\gamma H_2^{۲}}{۲}\right) \times \frac{H_2}{۳} + \left(F_1 L_2 + F_2 L_1 + \gamma_{\text{بتن}} \times V_{\text{بتن}}\right) \times tan\delta \times \frac{B}{۲}$$

$$F_1 = \gamma_{\text{خاک}} \times \left(H_2 - D_{\text{پی}}\right) \times S_1$$

$$F_1 = \gamma'_{\text{خاک}} \times \left(H_1 - D_{\text{پی}}\right) \times S_2$$

۴۱- در پی‌های انعطاف‌پذیر تحت چه شرایطی برای کنترل تنش در زیر پی نیازی به کنترل نقطه به نقطه تنش نبوده و کنترل تنش را می‌توان بر اساس تنش مؤثر متوسط کمتر از ظرفیت باربری مجاز انجام داد؟

۱) در این نوع پی‌ها کنترل نقطه به نقطه تنش هیچ وقت الزامی نیست.

۲) ظرفیت باربری مجاز از معیار نشست به دست آمده باشد.

۳) ظرفیت باربری مجاز از معیار گسیختگی به دست آمده باشد.

۴) در این نوع پی‌ها کنترل نقطه به نقطه تنش همواره الزامی است.

طبق بند مربوط به پی‌های انعطاف‌پذیر در روش تنش مجاز، اگر ظرفیت باربری مجاز بر اساس معیار نشست تعیین شده باشد، کنترل نقطه‌به‌نقطه لازم نیست و باید تنش مؤثر متوسط با ظرفیت باربری مجاز مقایسه شود:

$$q_{avg,eff} \leq q_{allow,settlement}$$

در جدول مقایسه تنش زیر پی نیز برای پی انعطاف‌پذیر از تنش متوسط استفاده شده است .همین هم‌پوشانی میان جدول و شرط تصریح‌شده در بند، سبب ابهام تفسیری مورد اشاره در پاسخنامه ارسالی شده است .بااین‌حال، **گزینه دوم متن شرط مندرج در بند را دقیقاً بازتاب می‌دهد** و از نظر پاسخ آزمونی ترجیح دارد.

$$e = \frac{\sum M}{\sum F_y} \leq \frac{D}{۸}$$

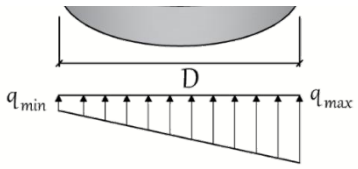
$$S_{\text{دایره}} = \frac{\pi R^۴}{۴} = \frac{\pi D^۴}{۳۲}$$

اگر فقط حول یک محور لنگر داشته باشیم

$$q_{max} = \frac{\sum F_y}{A_{\text{پی}}}\left(۱ + \frac{۸e}{D}\right)$$

$$q_{min} = \frac{\sum F_y}{A_{\text{پی}}}\left(۱ - \frac{۸e}{D}\right)$$

$$q_{ave} = \frac{\sum F_y}{A_{\text{پی}}}$$



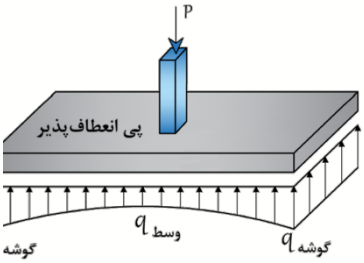
کنترل تنش زیر پی‌های سطحی

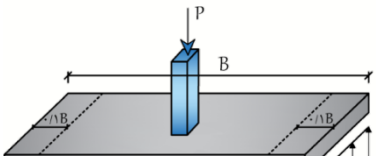
	دانه‌ای	صرفا چسبنده
صلب	$q_{ave} < q_{all}$	$q_{max} < q_{all}$
انعطاف‌پذیر	$q_{ave} < q_{all}$	$q_{ave} < q_{all}$

q_{all}= ظرفیت باربری مجاز

q_{ave}= تنش متوسط زیر پی

q_{max}= تنش حداکثر زیر پی





ضریب اطمینان و ضریب کاهش مقاومت ظرفیت باربری پی‌های سطحی

شرایط بارگذاری	استاتیکی	لرزه‌ای
مقدار ضریب اطمینان	۳	۲

موفقیت شما، اعتبار ماست

گروه آموزشی ACE

مشاوره رایگان قبولی در آزمون نظام مهندسی و کارشناس رسمی:
۰۹۹۴۰۴۹۸۹۷۳ acefirm.ir acefirmir
www.acefirm.ir