ویرایش دوم

پاسخنامه تشریحی

آزمون ورود به حرفه مهندسان

۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۲

محاسبات عمران

www.acefirm.ir

براساس دفترچه A آزمون

تهیه شده توسط:

اساتید گروه آموزشی ACE

دکتر امیرحسین فهیمی

مهندس محسن هجرانی دلیر

مهندس پیمان میرزاخانی

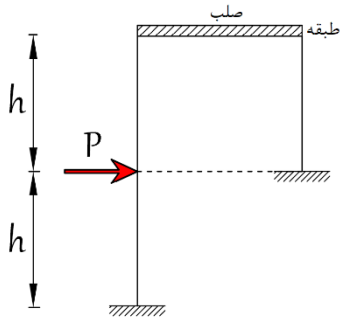
مهندس مجید ذکری

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

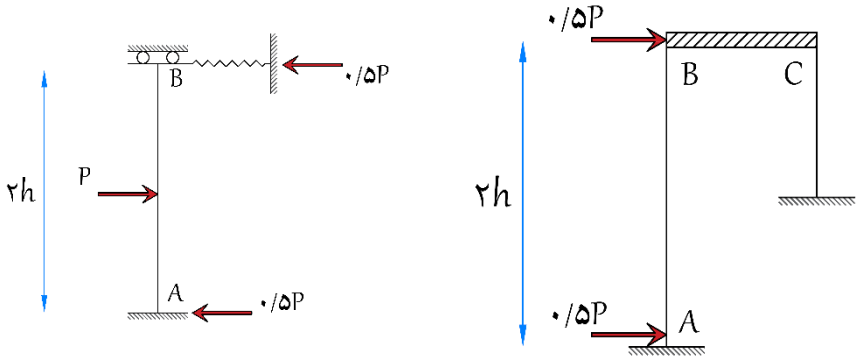
با بیشترین آمار قبولی در سطح کشور ⇦ مشاهده کارنامه قبولین بی شمار ACE | کلیک کنید

۱ – در قاب شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی ستون‌ها صرف نظر شود و تیر کاملاً صلب باشد، جا به جایی افقی در تراز طبقه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ صلبیت خمشی ستون‌ها یکسان و برابر EI است.



۱) $\frac{7}{288}\frac{Ph^3}{EI}$
۲) $\frac{1}{27}\frac{Ph^3}{EI}$
۳) $\frac{3}{196}\frac{Ph^3}{EI}$
۴) $\frac{5}{198}\frac{Ph^3}{EI}$

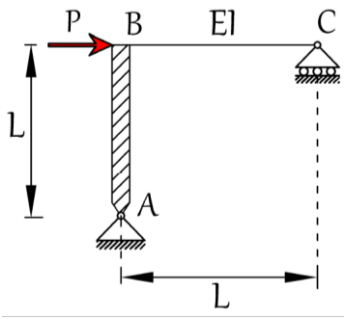
گزینه ۲ صحیح است.



$$P_c = \frac{\frac{12EI}{h^3}}{\frac{12EI}{8h^3}+\frac{12EI}{h^3}} \times 0/5P = \frac{4P}{9} \rightarrow \Delta_c = \frac{\frac{4P}{9}}{\frac{12EI}{h^3}} = \frac{1}{27}\frac{Ph^3}{EI}$$

---

۲ – در قاب شکل زیر اگر از تغییر شکل‌های محوری و برشی عضو افقی صرف نظر نظر شود، حداکثر جا به جایی افقی در نقطه C به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



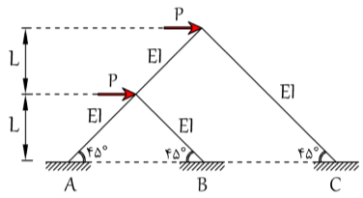
۱) $\frac{PL^3}{12EI}$
۲) $\frac{PL^3}{4EI}$
۳) $\frac{PL^3}{6EI}$
۴) $\frac{PL^3}{3EI}$

گزینه ۴ صحیح است.

با روش کار مجازی جابجایی افقی گره C را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta_C = \left(\frac{PL \times L}{2}\right) \times \frac{2}{3}L = \frac{PL^3}{3EI}$$

۳ – در سازهٔ شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضا و نیز از آثار مرتبهٔ دوم صرف نظر شود، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) مقدار لنگر خمشی فقط در تکیه‌گاه A صفر بوده و در تکیه‌گاه‌های B و C غیر صفر است.
۲) مقدار لنگر خمشی فقط در تکیه‌گاه‌های A و B صفر بوده و در تکیه‌گاه C غیر صفر است.
۳) مقدار لنگر خمشی در هر سه تکیه‌گاه A، B و C صفر است.
۴) مقدار لنگر خمشی در هیچ یک از تکیه‌گاه‌های A، B و C صفر نیست.

گزینه ۳ صحیح است.

در سازه تیرها از نظر محوری و برشی صلب بوده و تغییر مکان آن برابر صفر می‌باشد.
با توجه به عدم وجود برش در ستون‌ها، لنگر ستون‌های B و C برابر صفر خواهد بود.
برای تکیه‌گاه A می‌توان خط تأثیر لنگر را رسم کرده و بر اساس آن مقدار لنگر ایجاد شده را محاسبه کرد.
اما با توجه به نامعین بودن سازه خط تأثیر به صورت تابع درجه ۲ رسم می‌شود.
بدلیل عدم وجود بارگذاری مستقیم بر روی اعضا سازه (بار در گره ها اعمل شده است) مقدار لنگر M_A برابر صفر خواهد بود.
همچنین اگر تمامی گره ها و تکیه‌گاه ها را مفصلی کنیم، متوجه می شویم که بار در گره های سازه خرپایی ما وارد شده و با توجه به صلبیت محوری سازه، جابجایی گره ها و بطبع آن دوران تکیه‌گاه ها برابر صفر خواهد بود.

---

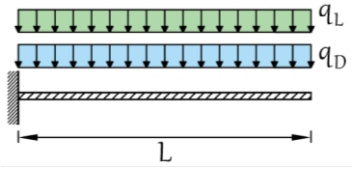
۴ – در یک ساختمان مسکونی ۱۰ طبقه واقع در شهر مشهد از نوع قاب خمشی بتنی ویژه، زمان تناوب تجربی برابر ۰.۸ ثانیه و زمان تناوب تحلیلی برابر ۱.۲۵ ثانیه محاسبه شده است. نسبت کمترین برش پایه برای کنترل تغییر مکان جانبی نسبی این ساختمان به کمترین برش پایه برای طراحی اعضای آن مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟ فرض کنید در هیچ حالتی برش پایه حداقل حاکم نبوده و $T_S = 0.5s$ است. همچنین فرض نمائید جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمی‌نمایند.

۱) ۰.۸۴ ۲) ۰.۶۷ ۳) ۰.۸۰ ۴) ۱.۰۰

گزینه ۱ صحیح است.

$A = ۰.۳$
$T_S = ۰.۵\sec \rightarrow$
$I = ۱.۰$
$T = ۰.۸\sec$
$T = ۱.۲۵\sec$
$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{۰.۳ \times ۱.۳۷۵ \times ۱.۰}{۷.۵} = ۰.۰۵۵$
$\min\{۱.۲۵ \times ۰.۸, ۱.۲۵\} = ۱\sec \rightarrow B = ۱.۳۷۵$
$\max\{۱.۲۵ \times ۰.۸, ۱.۲۵\} = ۱.۲۵\sec \rightarrow B = ۱.۱۵$
$C = \frac{۰.۳ \times ۱.۱۵ \times ۱.۰}{۷.۵} = ۰.۰۴۶ \rightarrow \frac{C_۱}{C_۲} = ۰.۸۴$

۵ – فرض کنید در یک بالکن طره‌ای با مقطع فولادی مربوط به یک ساختمان مسکونی واقع در شهر تهران، مقدار بار گستردهٔ یکنواخت ناشی از بارهای مرده برابر q_D و مقدار بار گستردهٔ یکنواخت ناشی از بارهای زنده برابر q_L است. حداقل نسبت q_L/q_D برای آنکه در طراحی این عضو به روش LRFD، مقدار نیروی قائم زلزله تعیین کننده نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بار زنده چه در مقدار و چه در ترکیب بارها، غیر قابل کاهش فرض شود. ($q_L/q_D > 0.125$ است. همچنین مقطع تیر دارای دو محور تقارن بوده و جهت نیروی قائم زلزله به سمت پایین فرض شود)



۱) ۱.۰

۲) ۰.۵۴

۳) ۱.۳۵

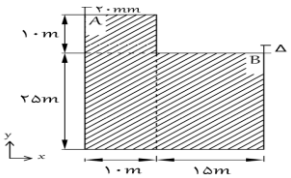
۴) ۰.۳۵

گزینه ۲ صحیح است.

$$W_P = 0.6AIW_p \rightarrow W_p = 0.21(q_L + q_D)$$
$$1.2D + L + E_V \leq 1.2D + 1.6L$$
$$\rightarrow 1.41D + 1.21L \leq 1.2D + 1.6L$$
$$\rightarrow 0.21D \leq 0.39L$$
$$\Rightarrow \frac{q_L}{q_D} \geq \frac{0.21}{0.39} = 0.54$$

---

۶ – یک ساختمان مسکونی ۵ طبقه با پلان مطابق شکل زیر مفروض است. فرض کنید ساختمان در ارتفاع دارای نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم نیست. در بحرانی‌ترین طبقهٔ ناشی از نیروی زلزله در امتداد y، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور نمودن $A_j = 1$، در نقطهٔ A تغییر مکان جانبی نسبی برابر ۲۰mm و در نقطهٔ B تغییر مکان جانبی نسبی برابر Δ محاسبه شده است. محدودهٔ مجاز Δ برای آنکه ساختمان مذکور را بتوان به روش استاتیکی معادل تحلیل نمود، مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر است؟



۱) $۱۳.۳۳mm \leq \Delta \leq ۳۰mm$

۲) $۱۳.۳۳mm \leq \Delta \leq ۴۶.۶۷mm$

۳) $۸.۵۷mm \leq \Delta \leq ۳۰mm$

۴) $۸.۵۷mm \leq \Delta \leq ۴۶.۶۷mm$

گزینه ۱ صحیح است.

برای اینکه سازه نامنظم محسوب نشود باید $\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{arc}}$ باشد.

اگر فرض شود ۲۰mm جا به جایی ماکزیمم سازه است:

$$\frac{20}{\frac{20+x}{2}} \leq 1.2 \rightarrow \Delta \geq 13.3\text{mm}$$

اگر فرض شود ۲۰mm جا به جایی حداقل سازه است:

$$\frac{x}{\frac{x+20}{2}} \leq 1.2 \rightarrow \Delta \leq 30\text{mm}$$

$$\Rightarrow 13.3mm \leq \Delta \leq 30\text{mm}$$

---

۷ – یک ساختمان فولادی با سیستم دوگانه (قاب خمشی فولادی ویژه + دیوار برشی بتن آرمه ویژه) در شهر تهران با کاربری مسکونی واقع بر روی خاک نوع IT مفروض است. حداکثر زمان تناوب اصلی نوسان مورد استفاده برای محاسبهٔ برش پایهٔ این ساختمان برای آنکه در تعیین نیروی زلزله به روش استاتیکی معادل مقدار برش پایه حداقل حاکم بر طراحی اعضای آن نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۱.۵۶ ثانیه

۲) ۱.۹۲ ثانیه

۳) ۱.۷۳ ثانیه

۴) ۱.۳۸ ثانیه

گزینه ۳ صحیح است.

$R_u = ۷.۵$

$A = ۰.۳۵$

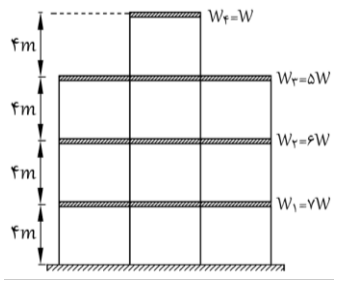
$I = ۱.۰$

$$T \rightarrow V_{min} = ۰.۱۲AIW \leq \frac{ABI}{R_u}W$$

$$۰.۱۲ \leq \frac{B}{۷.۵} \Rightarrow B \geq ۰.۹ \rightarrow T \leq ۱.۷۳\,\text{sec}$$

---

۸ – در شکل زیر یک ساختمان مسکونی دارای سه طبقه و یک خرپشته، از نوع قاب خمشی فولادی نشان داده شده است. اگر جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند، زمان تناوب تجربی و وزن مؤثر لرزه‌ای این ساختمان به ترتیب به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید وزن مؤثر لرزه‌ای طبقات مطابق شکل زیر است.



۱) ۰.۴۱ ثانیه و ۱۹W

۲) ۰.۴۱ ثانیه و ۱۸W

۳) ۰.۵۲ ثانیه و ۱۹W

۴) ۰.۴۹ ثانیه و ۱۸W

گزینه ۱ صحیح است.

زمان تناوب در نظر گرفته نمی‌شود.

$$W \le ۰.۵W \rightarrow$$

$$H = ۱۲m \Rightarrow T = (۰.۰۸ \times ۱۲^{۰.۷۵}) \times ۰.۸ = ۰.۴۱\sec$$

وزن مؤثر لرزه‌ای شامل کل بارهای سازه‌ای می‌باشد:

$$W + 5W + 6W + 7W = 19W$$

---

۹ – یک ساختمان فولادی کاملاً منظم در هر دو راستا، از نوع قاب خمشی ویژه با ارتفاع و وزن مؤثر لرزه‌ای یکسان در تمامی طبقات مفروض است. اگر در تحلیل این ساختمان به روش استاتیکی معادل از زمان تناوب تجربی (بدون هر گونه افزایش) استفاده شود و در آن جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت جانبی قاب ایجاد ننمایند، حداکثر ارتفاع ساختمان برای آنکه توزیع نیروی زلزله در ارتفاع خطی باشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۱۳.۵ متر

۲) ۹.۵ متر

۳) ۱۵.۵ متر

۴) ۱۱.۵ متر

گزینه ۴ صحیح است.

قاب فرع فولادی:

$$T_{\max} = ۰.۵\sec$$

$$۰.۵ = ۰.۰۸H^{۰.۷۵} \Rightarrow H_{\max} = ۱۱.۵m$$

۱۰ – در یک ساختمان ۱۰ طبقه، طبقهٔ ۵ در مرز نامنظمی پیچشی زیاد و شدید قرار داشته اما سایر طبقات به لحاظ پیچش منظم محسوب می‌شود. برون مرکزی اتفاقی این ساختمان باید چگونه در نظر گرفته شود؟ فرض نمائید دیافراگم‌های کف‌ها صلب هستند و در تمامی طبقات نسبت حداکثر تغییر مکان طبقه به میانگین تغییر مکان طبقه در انتهای ساختمان با نسبت حداکثر تغییر مکان نسبی طبقه به میانگین تغییر مکان نسبی طبقه در انتهای ساختمان یکسان است.

۱) حداقل ۵ درصد بُعد ساختمان در تمامی طبقات در امتداد عمود بر نیروی جانبی

۲) حداقل ۵.۸ درصد بُعد ساختمان در طبقهٔ ۵ در امتداد عمود بر نیروی جانبی و حداقل ۵ درصد بُعد ساختمان در سایر طبقات در امتداد عمود بر نیروی جانبی

۳) حداقل ۶.۸ درصد بُعد ساختمان در طبقهٔ ۵ در امتداد عمود بر نیروی جانبی و حداقل ۵.۸ درصد بُعد ساختمان در سایر طبقات در امتداد عمود بر نیروی جانبی

۴) حداقل ۶.۸ درصد بُعد ساختمان در طبقهٔ ۵ در امتداد عمود بر نیروی جانبی و حداقل ۵ درصد بُعد ساختمان در سایر طبقات در امتداد عمود بر نیروی جانبی

گزینه ۴ صحیح است.

مرز نامنظمی زیاد و شدید ۱.۴ می‌باشد یعنی:

$$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{arc}} = 1/4$$

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{arc}}\right)^2 = \left(\frac{1.4}{1.2}\right)^2 = 1/36$$

برون مرکزی اتفاقی باید به ضریب A_j ضرب شود.

$$0.05 \times A_j = 0.05 \times 1.36 = 0.068$$

چون سایر طبقات منظم از لحاظ پیچشی هستند برون محوری اتفاقی مان ۰.۰۵ بعد سازه خواهد بود.

---

۱۱ – ساختمانی در منطقهٔ سیل خیز با ارتفاع هیدرواستاتیکی برابر ۶۰۰mm مستقر می‌باشد. در صورت وقوع سیل با سرعت ۲.۵ متر بر ثانیه و با فرض حداقل مقدار پیشنهادی ضریب شکل، نسبت لنگر محرک ناشی از بار هیدرواستاتیک به لنگر حاصل از بار کل (شامل بار هیدرواستاتیک و هیدرودنیامیک) نسبت به پای ساختمان به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ در محاسبات فرض شود توزیع بار هیدرودینامیک دارای شیب مشابه توزیع بار هیدرواستاتیک است.

۱) ۰.۳۶ ۲) ۰.۲۲ ۳) ۰.۵۳ ۴) ۰.۴۴

گزینه ۲ صحیح است.

$H = ۶۰۰mm$

$$d_h = \frac{\alpha V^۲}{۲g} = \frac{۱.۲۵ \times ۲.۵^۲}{۲ \times ۹.۸} = ۰.۳۹ = ۳۹۰mm$$

$$M = \frac{۵(H+d_h) \times (H+d_h)}{۲} \times \frac{(H+d_h)}{۳} = ۰.۱۶۵$$

$$M = \frac{۵H^۳}{۶} = ۰.۰۳۶۵$$

$$\Rightarrow \frac{M}{M} = \frac{۰.۰۳۶}{۰.۱۶} = ۰.۲۲۵$$

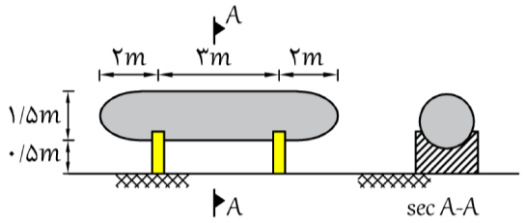
۱۲ – در شکل زیر یک مخزن گاز فولادی جوش شده با پایهٔ زین شکل فولادی، مربوط به یک بیمارستان در تبریز که در حیاط محوطه نصب خواهد شد، نشان داده شده است. اگر زمینی که این سازه بر آن متکی است از نوع III، ضریب اهمیت آن ۱.۴، زمان تناوب اصلی نوسان سازه ۰.۲ ثانیه و وزن مؤثر لرزه‌ای آن ۳۰kN باشد، نیروی جانبی زلزله وارد بر آن (نیروی برشی پایه V_u) به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ از طیف استاندارد استفاده کنید.

۱) ۲۷kN

۲) ۲۰.۲۵kN

۳) ۱۳.۵kN

۴) ۸.۷kN



گزینه ۳ صحیح است.

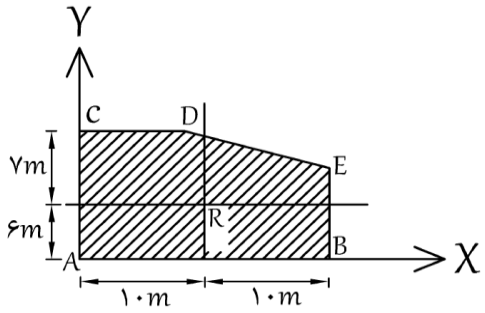
$$\begin{cases} A = ۰.۳۵ \\ R_u = ۳ \longrightarrow B = ۲.۷۵ \\ T = ۰.۲۵\sec \end{cases}$$

چون سازه در داخل بیمارستان است پس I=۱.۴ خواهد بود.

$$V_u = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1.4}{3} \times 30 = 13.48kN$$

$$V_{min} = \frac{1.6AIW}{R_u} = \frac{1.6 \times 0.35 \times 1.4}{3} \times 30 = 2/84kn$$

۱۳ – نیروی برشی پایهٔ زلزله (V_u) یک ساختمان یک طبقهٔ متعارف با اهمیت خیلی زیاد که پلان بام و موقعیت مرکز سختی آن، R، در شکل نشان داده شده است، در راستای y برابر ۴۰۰kN است. بدون احتساب پیچش تصادفی، نیروی زلزله راستای y، حول محور Z (مبدا مختصات) لنگر پیچشی ۳۶۰۰Kn.m ایجاد می‌کند و تحت این شرایط نقطهٔ B به اندازهٔ ۱۵mm+ و نقطهٔ C به اندازهٔ ۲۰mm+ در راستای y تغییر مکان می‌دهند، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح خواهد بود؟ محاسبات بدون در نظر گرفتن اثر زلزله راستای متعامد مدنظر بوده و فرض می‌شود نتیجهٔ محاسبات مربوط به زلزله راستای y را می‌توان به کل سازه تعمیم داد. همچنین روش تحلیل استاتیکی معادل مدنظر بوده و دیافراگم سقف صلب و ارتفاع تمام ستون‌ها یکسان است.



۱) سازه دارای نامنظمی پیچشی شدید است.

۲) سازه دارای نامنظمی پیچشی زیاد است.

۳) سازه از نظر پیچشی منظم است.

۴) با اطلاعات موجود نمی‌توان نامنظمی پیچشی سازه را ارزیابی کرد.

گزینه صحیح است.

بدون پاسخ

---

۱۴ – در یک سازهٔ ۱۰ طبقهٔ فولادی مسکونی به ارتفاع کل ۳۷ متر از تراز پایه با قاب خمشی ویژه هر گاه از طیف ویژهٔ ساختگاه (جدول زیر) استفاده شود ضریب زلزلهٔ (نسبت نیروی زلزله به وزن مؤثر لرزه‌ای) آن به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ زمین نوع III در نظر بگیرید و $\rho = 1$ و سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد قرار دارد. از افزایش زمان تناوب اصلی نوسان با استفاده از تحلیل دینامیکی صرف نظر نمائید. نسبت میرایی برابر ۵ درصد فرض شود و میانقاب‌ها مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمی‌نمایند.

AB	T (بر حسب ثانیه)
۰.۳۲	۰
۰.۸	۰.۱۵
۰.۸	۰.۳
۰.۸	۰.۵۵
۰.۷۲	۰.۷
۰.۶	۰.۹
۰.۵۵	۱
۰.۴۹	۱.۲
۰.۴۴	۱.۴
۰.۴	۱.۶
۰.۳۶	۱.۸
۰.۳۳	۲
۰.۲۵	۳

۱) ۰.۰۶۶

۲) ۰.۰۸۳

۳) ۰.۰۴۹

۴) ۰.۰۷۲

گزینه ۱ صحیح است.

$$\begin{cases} C = ? \\ A = ۰.۳۵ \end{cases}$$

$$T = ۰.۰۸ \times ۳۷^{۰.۷۵} = ۱.۲\,\text{sec}$$

$$\rightarrow B = ۱.۷۷\ ,\ AB = ۰.۶۲\ ,\ ۰.۸AB = ۰.۴۹۶$$

$$T = ۱.۲\,\text{sec} \rightarrow AB = ۰.۴۹$$

$$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{۰.۴۹۶ \times ۱}{۷.۵} = ۰.۰۶۶$$

$$\max\{۰.۸AB, AB\} = ۰.۴۹۶$$

---

۱۵ – مقدار دقیق ضریب اثر تندباد برای محاسبهٔ فشار یا مکش داخلی یک انبار با بام تخت به ابعاد پلان ۵۰ × ۵۰ متر و ارتفاع ۲۱ متر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مساحت کل منافذ و بازشوهای بدنهٔ خارجی ساختمان برابر ۳ درصد سطح جانبی دیوارهای ساختمان است.

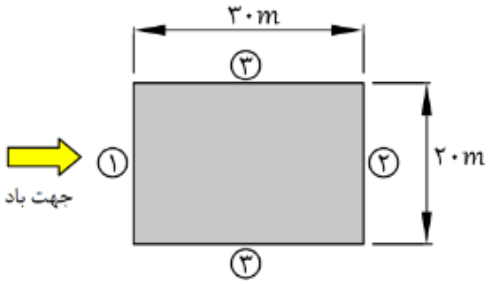
۱) ۲.۵ ۲) ۱.۹۷ ۳) ۰.۸۰ ۴) ۱.۸۶

گزینه ۲ صحیح است.

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_0}{6950A}}} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{50 \times 50 \times 21}{6950 \times 0.03 \times 4 \times 21 \times 50}}} = 1.97$$

---

۱۶ – یک ساختمان مسکونی به ارتفاع ۵۶ متر از روی سطح زمین با پلان شکل زیر و بام تخت در ناحیه پُر تراکم شهر تهران واقع شده است. مقدار فشار یا مکش خارجی باد برای طراحی سازه در تراز بام در کلیهٔ وجوه ساختمان (P_3, P_2, P_1) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ $C_t = 1$ فرض شود.



۱) $P_1 = 0.90\text{kN/m}^2, P_2 = -0.46\text{kN/m}^2, P_3 = -0.66\text{kN/m}^2$

۲) $P_1 = 0.71\text{kN/m}^2, P_2 = -0.44\text{kN/m}^2, P_3 = -0.62\text{kN/m}^2$

۳) $P_1 = 0.90\text{kN/m}^2, P_2 = -0.46\text{kN/m}^2, P_3 = -0.79\text{kN/m}^2$

۴) $P_1 = 0.71\text{kN/m}^2, P_2 = -0.36\text{kN/m}^2, P_3 = -0.62\text{kN/m}^2$

گزینه ۴ صحیح است.

$۵۶ > ۲۰mm \rightarrow$

$$\frac{H}{D}=\frac{۵۶}{۳۰}=۱.۸۶ \Rightarrow \begin{cases} C_{\rho_۱}=۰.۸ \\ C_{\rho_۲}=-۰.۵ \\ C_{\rho_۳}=-۰.۷ \end{cases}$$

$$C_{t,۱,۲,۳}=۱$$

$$Z_۱=۵۶ \Rightarrow C_{e_۱}=۰.۷(\frac{۵۶}{۱۲})^{۰.۳} \geq ۰.۷ \Rightarrow C_{e_۱}=۱.۱۱$$

$$Z_۲=\frac{۵۶}{۲}=۲۸ \Rightarrow C_{e_۲}=۰.۷(\frac{۲۸}{۱۲})^{۰.۳} \geq ۰.۷ \Rightarrow C_{e_۲}=۰.۹$$

$$Z_۳=۵۶ \Rightarrow C_{e_۳}=۱.۱۱$$

$$C_{g,۱,۲,۳}=۲ \quad C_{d,۱,۲,۳}=۰.۹$$

$$I_{w,۱,۲,۳}=۱ \quad q_{۱,۲,۳}=۰.۴۷$$

$$\rho_۱=۱\times۰.۴۷\times۱.۱۱\times۱\times۲\times۰.۸\times۰.۹=۰.۷۵$$

$$\rho_۲=۱\times۰.۴۷\times۰.۹\times۱\times۲\times(-۰.۵)\times۰.۹=-۰.۳۸$$

$$\rho_۳=۱\times۰.۴۷\times۱.۱۱\times۱\times۲\times(-۰.۷)\times۰.۹=-۰.۶۵$$

---

۱۷ – یک بیمارستان ۵ طبقه از تراز پایه به ارتفاع طبقات ۴.۵ متر در زمین نوع دو شهر تهران قرار دارد. نیروی زلزلهٔ استاتیکی معادل افقی وارد بر سقف کاذب اتاق عمل این بیمارستان واقع در طبقهٔ آخر به وزن W به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ارتفاع سقف کاذب از زیر سقف ۵۰۰mm و ضخامت سقف ۵۰۰mm فرض شود. همچنین تراز مرکز جرم سقف کاذب و ملحقات آن همان تراز سقف کاذب فرض شود.

۱) $V_u = 0.36W$

۲) $V_u = 1.96W$

۳) $V_u = 0.49W$

۴) $V_u = 0.57W$

گزینه ۴ صحیح است.

$$H=۵\times۴.۵=۲۲.۵m$$

$$A=۰.۳۵$$

$$\Delta_P=۱$$

$$R_{Pu}=۲.۵$$

$$Z=۲۲.۵-۰.۵-۰.۲۵=۲۱.۷۵$$

$$V_{Pu}=\frac{۰.۴\times۱\times۰.۳۵(۲.۵)\times W_P\times۱.۴}{۲.۵}(۱+۲\times\frac{۲۱.۷۵}{۲۲.۵})=۰.۵۷W$$

$$\begin{cases} V_{Pu\max}=۱.۶\times۰.۳۵\times۲.۵\times۱.۴\times W=۱.۹۶W \\ V_{Pu\min}=۰.۳۷W \end{cases}$$

---

۱۸ – کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح نیست؟

۱) حفاری یا اوگر با میله توپُر فقط در خاک‌های چسبنده و کم عمق که دیواره گمانه پایدار است، قابل قبول می‌باشد.
۲) استفاده از تحلیل‌ها و پارامترهای ارائه شده در گزارش مقدماتی ژئوتکنیکی برای طراحی مجاز نمی‌باشد.
۳) در ساختمان‌های با پی‌های منفرد اگر فاصلهٔ لب به لب دو پی مجاور کمتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، مجموع عرض دو پی باشد، مجموع عرض دو پی ملاک تعیین عمق گمانه‌ها در نظر گرفته می‌شود.
۴) در هر پروژه حفر حداقل یک چاه دستی جهت مشاهده بافت خاک ضروری است.

گزینه ۳ صحیح است.

در ساختمان‌ها با پی منفرد اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور کمتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، عرض ساختمان ملاک تعیین عمق گمانه خواهد بود.

---

۱۹ – در دیوارهای زیرزمینی که انتهای آنها به سقف متصل هستند، کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح نیست؟

۱) در شرایط بارگذاری زلزله اضافهٔ فشار مقاوم با اثر مساعد در پایداری دیوار نادیده گرفته شود.
۲) در صورتی که خاک پشت دیوار متراکم یا سخت باشد برای تعیین فشار جانبی خاک در هنگام زلزله استفاده از رابطه مونونابه اکابه قابل توصیه است.
۳) در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط زلزله، فشار خاک در حالت استاتیکی به عنوان بار مرده و اضافهٔ فشار خاک در هنگام زلزله به عنوان بخشی از نیروی زلزله در نظر گرفته می‌شود.
۴) در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط استاتیکی، باید از فشار خاک در حالت سکون استفاده شود.

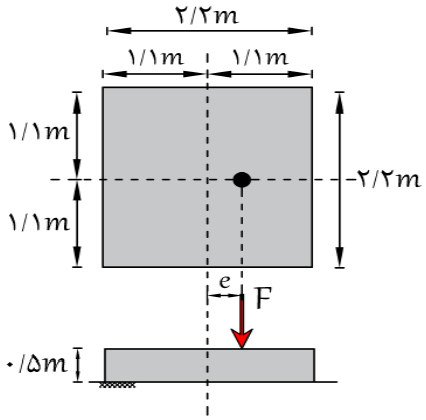
گزینه ۲ صحیح است.

در صورتی که خاک پشت دیوار متراکم یا سخت باشد برای تعیین فشار جانبی خاک در هنگام زلزله از رابطه وود قابل توصیه است.

---

۲۰ – در شکل زیر یک شالودهٔ منفرد به ابعاد ۰.۵ × ۲.۲ × ۲.۲ متر که تحت یک بار متمرکز $F = 665.5kN$ (در ترکیب بار به روش تنش مجاز) قرار دارد، نشان داده شده است. حداکثر خروج از مرکزیت مجاز (e) به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است (روش تنش مجاز)؟ وزن واحد حجم بتن مسلح شالوده $25kN/m^3$، ظرفیت باربری مجاز خاک ۰.۵MPa، توزیع تنش فشاری در زیر شالودهٔ خطی، شالودهٔ صلب و خاک از نوع دانه‌ای فرض شود.

۱) ۰.۶۰m
۲) ۰.۳۷m
۳) ۰.۹۶m
۴) ۰.۵۵m



گزینه ۱ صحیح است.

مقدار خروج مرکزیت باید به گونه‌ای باشد که بیش از $\frac{1}{4}$ پی به کشش نیوفتد.

$$\frac{3}{4}B \le 1.5(B-2e) \rightarrow e \le \frac{1}{4}B = \frac{1}{4}\times 2.2 = 0.55m$$

$$\rightarrow I + e = 0.55m \rightarrow q_{max} = \frac{(665.5+60.5)\times 4}{3\times 2.2(2.2-2\times 0.55)} = 400kN/m^2$$

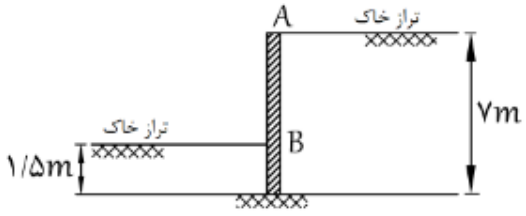
$$W_C = (2.2\times 2.2\times 0.5)\times 25 = 60.5kN$$

$$\rightarrow q_{all} = 0.5MPa = 500\frac{kN}{m^2} \rightarrow q_{arc} = \frac{q_{max}}{2} = 200kN$$

$$\rightarrow 500 > 200 \rightarrow \frac{665.5e}{(665.5+60.5)} < 0.55 \rightarrow e < 0.6m$$

۲۱ – لایهٔ خاک از نوع ماسهٔ متراکم با مشخصات $Y = ۲۰kN/m^۳$ و $K_a = \frac{۱}{۳}$ و $K_p = ۳$ و $K_۰ = ۰/۵۵$ و $C = ۰$ در طرفین دیوار حایل طره‌ای مطابق شکل زیر قرار دارد. در صورتی که حرکت جانبی دیوار نسبت به پای دیوار در نقاط A و B به ترتیب برابر ۹۰ میلی‌متر و ۲۰ میلی‌متر باشد. در تحلیل برای حالت استاتیکی (بدون اعمال ضرایب بار) و بدون لحاظ نمودن ضریب اطمینان، در این حالت مقدار لنگر ماکزیمم در واحد طول در پای دیوار به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ همچنین نیروی رانشی مقاوم غیر قابل کاهش فرض شود.

۱) ۶۲۹.۵۰kN.m
۲) ۵۹۵.۵۰kN.m
۳) ۳۴۷.۵۰kN.m
۴) ۳۸۱.۵۰kN.m



گزینه ۳ صحیح است.

$$\frac{\Delta_R}{H}=\frac{۹۰}{۷۰۰۰}>۰.۰۰۱$$

$$\frac{\Delta_L}{H}=\frac{۲۰}{۱۵۰۰}>۰.۰۱$$

$$M_R=\frac{۱}{۶}k_p\gamma H^۳$$

$$M_a=\frac{۱}{۶}k_a\gamma H^۳$$

$$\rightarrow M_P=\frac{۱}{۶}\times ۳\times ۲۰\times ۱.۵^۳=۳۳.۷۵kN.m$$

$$\rightarrow M_A=\frac{۱}{۶}\times\frac{۱}{۳}\times ۲۰\times ۷^۳=۳۸۱.۱۱$$

$$\rightarrow M=۳۴۷.۳۶\ \square\ ۳۴۷.۵kN.m$$

---

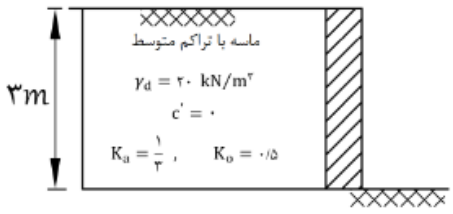
۲۲ – در سازهٔ نگهبان شکل زیر فرض کنید، تغییر شکل افقی دیوار ۹mm می‌باشد. چنانچه نسبت لنگر واژگونی دیوار در حالتی که خاک اشباع است به حالت خشک برابر ۲.۱ باشد، مقدار γ_{sat} بر حسب کیلونیوتن بر متر مکعب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ فرض نمائید در حالت اشباع سطح آب زیرزمینی در تراز بالای دیوار قرار دارد. همچنین در هر دو حالت ضرایب فشار جانبی خاک یکسان در نظر گرفته شود.

۱) ۱۲

۲) ۴۲

۳) ۵۲

۴) ۲۲



گزینه ۴ صحیح است.

$$\frac{\Delta}{H}=\frac{۹}{۳۰۰۰}=۰.۰۰۳>۰.۰۰۲$$

$$\rightarrow\frac{\frac{۱}{۶}\gamma_n H^۳+\frac{۱}{۶}\gamma' k_a H^۳}{\frac{۱}{۶}k_a\gamma H^۳}=۲.۱\rightarrow\frac{\frac{۱}{۶}\times ۱۰\times ۳^۳+\frac{۱}{۶}\times\frac{۱}{۳}\times\gamma'\times ۳^۳}{\frac{۱}{۶}\times\frac{۱}{۳}\times ۲۰\times ۳^۳}=۲.۱$$

$$\rightarrow\gamma'=۱۲\,kN/m^۳\rightarrow\gamma_{sat}-\gamma_w=۱۲\rightarrow\gamma_{sat}=۲۲$$

---

۲۳ – فرض کنید در یک ساختمان با مصالح بنایی پهنای کف هر پله از یک پلکان ۳۲۰ میلی‌متر است. حداکثر ارتفاع مجاز هر پله چقدر می‌تواند باشد؟

۱) ۱۷۵mm

۲) ۱۷۰mm

۳) ۱۶۰mm

۴) ۱۸۰mm

گزینه ۳ صحیح است.

$$h+2e\le 64cm\rightarrow 32=2e\le 64cm\rightarrow e\le 16cm$$

---

۲۴ – در یک ساختمان بنایی با کلاف و از نوع آجری، در هر طبقه و در امتداد حداکثر فاصلهٔ مجاز ممکن بین مرکز سطح یک طبقه و مرکز سطح دیوارهای نسبی آن طبقه چند درصد بُعد ساختمان در آن امتداد است؟ فرض کنید از دیوارهای نسبی به اندازهٔ کافی استفاده شده است.

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

گزینه ۱ صحیح است.

خروج از مرکزیت نباید بیش از ۲۰ درصد گردد.

---

۲۵ – عضو خمشی بنایی مسلح مستقر بر دو تکیه‌گاه ساده مفروض است. با فرض کرنش تسلیم میلگرد کششی ۰.۰۰۲، کرنش فشاری حداکثر بنایی ۰.۰۰۳۵ و عدم وجود میلگرد فشاری، مقدار حداکثر میلگرد کششی خمشی به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ در محاسبات عرض مقطع ۴۰۰mm، عمق مؤثر ۴۰۰mm و $f'_m = ۲۰MPa$ و $f_y = ۴۰۰MPa$ در نظر گرفته شود.

۱) $31.20 \times 10^2 mm^2$ ۲) $20.70 \times 10^2 mm^2$

۳) $27.60 \times 10^2 mm^2$ ۴) $13.80 \times 10^2 mm^2$

گزینه ۳ صحیح است.

$$\rightarrow \frac{\varepsilon_{mu}}{\varepsilon_{mu} + ۱.۵\varepsilon_y} = \frac{C}{d}$$

$$f_s = E_S \times E = ۰.۰۰۲ \times ۲ \times ۱۰^۵ = ۴۰۰MPa$$

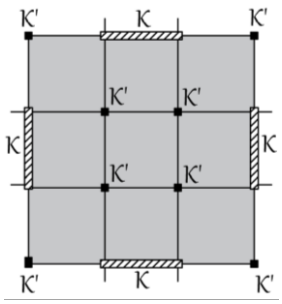
$$\rightarrow \frac{۰.۰۰۳۵}{۰.۰۰۳۵ + ۰.۰۰۳} = \frac{C}{۴۰۰} \rightarrow C = ۲۱۵.۹mm \rightarrow a = ۰.۸C = ۱۷۲.۳$$

$$\rightarrow C = T \rightarrow ۰.۸ f'_m ab = A_S f_y \rightarrow A_s = \frac{۰.۸ \times ۲۰ \times ۱۷۲.۳ \times ۴۰۰}{۴۰۰}$$

$$\rightarrow A_s = ۲۷.۵۶ \times ۱۰^۲ mm^۲ \square ۲۷.۶۰ mm^۲$$

---

۲۶ – در یک ساختمان بنایی مسلح با پلان شکل زیر، سختی جانبی دیوارها حول محور قوی برابر K و سختی ستون‌ها نسبت به هر دو محور اصلی برابر $\mathbf{K'}$ است. برای تامین سختی کل ساختمان، حداکثر سختی قابل قبول ستون‌ها چه مقدار می‌تواند باشد؟ سختی دیوار حول محور ضعیف و سقف ناچیز است.



۱) $\mathbf{K' = \frac{k}{20}}$

۲) $\mathbf{K' = \frac{k}{16}}$

۳) $\mathbf{K' = \frac{k}{8}}$

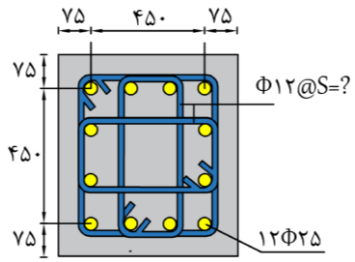
۴) $\mathbf{K' = \frac{k}{10}}$

گزینه ۴ صحیح است.

$$K_T \begin{cases} \min \rightarrow ۰.۸۰K_T \\ \max \rightarrow ۰.۲۰K_T \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۲K = ۰.۸K_T \\ ۸K' = ۰.۲K_T \end{cases} \rightarrow \frac{۲K}{۸K'} = ۴ \rightarrow K' = \frac{K}{۱۶}$$

۲۷ – در یک قاب خمشی بتنی ویژه مقطع یکی از ستون‌ها مطابق شکل زیر انتخاب شده است. اگر میزان آرماتورهای برشی محاسبه شده از تحلیل و طراحی سازه تعیین کننده نباشد، در ناحیهٔ بحرانی، حداکثر فاصله قابل قبول خاموت‌های ستون (S) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن از ردهٔ C۳۰، و آرماتورها از نوع S۳۴۰ بوده و $P_u < 0.3A_g f_c$ است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۱۲۵mm
۲) ۱۰۰mm
۳) ۱۱۵mm
۴) ۷۵mm

گزینه ۴ صحیح است.

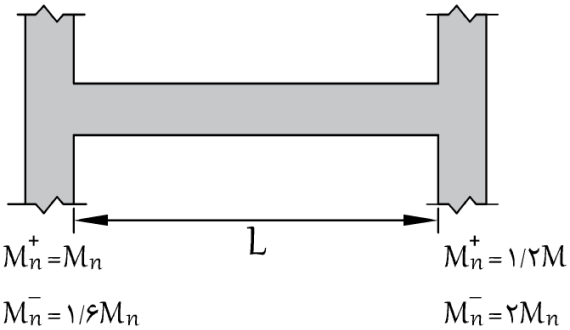
$$P_u \leq 0.3A_g f'_c$$
$$f'_c = 30MPa \leq 70MPa$$

$$\frac{A_{sh} \rightarrow \frac{4x \times 12^2}{4}}{sbc \rightarrow 499} \geq \max \begin{cases} 0.3\left(\frac{A_g \rightarrow 600^2}{A_{ch} \rightarrow 499^2} - 1\right)\frac{f'_c \rightarrow 30}{f_{gt} \rightarrow 340} = 0.0117 \\ 0.09\frac{f'_c \rightarrow 30}{f_{gt} \rightarrow 340} = 0.00794 \end{cases}$$

$$bc = 450 + 25 + 24 = 499mm$$
$$\Rightarrow s \leq 77.48$$

با توجه به گزینه‌ها نیاز به کنترل فاصله در ناحیه بحرانی نیست.

۲۸ – در یک قاب خمشی بتنی متوسط فرض کنید در یکی از تیرهای مقاومت در برابر زلزله، ناشی از نیروی زلزله مقدار نیروی برشی تیر برابر V_E محاسبه شده است. اگر در طول تیر اثر بارهای ثقلی ناچیز فرض شود و ظرفیت خمشی اسمی موجود مقطع در دو انتهای تیر مطابق شکل زیر باشد و نیز ابتدا و انتهای تیر برای نیروی برشی یکسان طراحی شود، برای طراحی این تیر در برابر برش، مقدار این نیروی برشی باید حداقل چقدر در نظر گرفته شود؟



۱) $\max\left[V_E, \min(2V_E, \frac{3M_n}{L})\right]$
۲) $\max\left[V_E, \min(2V_E, \frac{2.2M_n}{L})\right]$
۳) $\max\left[V_E, \min(2V_E, \frac{2.8M_n}{L})\right]$
۴) $\max\left[V_E, \min(2V_E, \frac{3.6M_n}{L})\right]$

گزینه ۱ صحیح است.

$$V_e = \max\begin{cases} V_e \\ \min\left\{2V_E, \dfrac{M_n + 2M_n}{L}\right\} \end{cases}$$

---

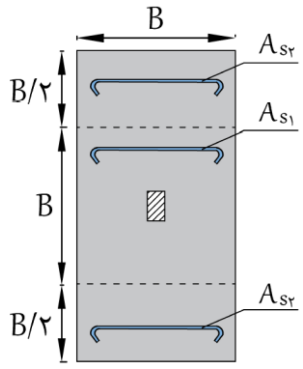
۲۹ – در یک شالودهٔ سطحی منفرد به ابعاد $2B \times B \times h$ به لحاظ محاسباتی کل میلگردهای مورد نیاز در جهت کوتاه برابر A_s به دست آمده است. حداقل مقدار A_{s2} که باید به طور یکنواخت در عرض $\frac{B}{2}$ توزیع شود، مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر است؟ فرض کنید آرماتورهای حداقل تامین خواهد شد.

۱) $\frac{1}{3}A_s$

۲) $\frac{1}{4}A_s$

۳) $\frac{1}{6}A_s$

۴) $\frac{2}{3}A_s$



گزینه ۳ صحیح است.

$$\gamma_s = \frac{۲}{۱+B} = \frac{۲}{۱+۲} = \frac{۲}{۳}$$

$$B = \frac{۲B}{B} = ۲$$

$$(۱ - \frac{۲}{۳}) = \frac{۱}{۳}A_s$$

$$\begin{cases} \frac{۱}{۶}A_s \\ \frac{۱}{۶}A_s \end{cases}$$

---

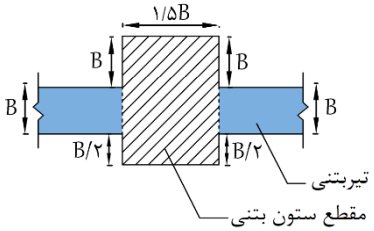
۳۰ – در شکل زیر پلان اتصال یک تیر بتنی به یک ستون بتنی نشان داده شده است. حداکثر مقدار عرض مؤثر ناحیهٔ اتصال مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

۱) B

۲) ۱.۵B

۳) ۲.۵B

۴) ۲B



گزینه ۴ صحیح است.

$$\min\begin{cases} (b + 2x) = (B + 2\dfrac{B}{2}) = 2B \\ (b + h) = (B + 1.5B) = 2.5B \end{cases} \rightarrow 2B$$

---

۳۱ – در دیافراگم‌های بتنی درجا ریخته شده که جزیی از سیستم مقاوم در برابر زلزله با شکل‌پذیری زیاد هستند، حداکثر ρ_t مؤثر در محاسبهٔ مقاومت برشی اسمی (V_n) دیافراگم به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن از نوع معمولی فرض شود.

۱) $0.66\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$

۲) $0.17\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$

۳) $0.49\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$

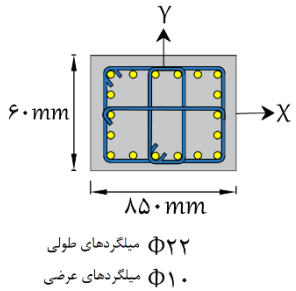
۴) $0.83\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$

گزینه ۳ صحیح است.

$$\phi V_n \geq V_{max} \Rightarrow A_{cv}\left(۵\times ۰/۱۷\sqrt{f'_c}+s+f_y\right)\geq ۰/۶۶۸_{cv}\sqrt{f'_c}$$

$$\Rightarrow s \geq ۰/۴۹\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

۳۲ – در شکل زیر، مقطع یک ستون با شکل‌پذیری متوسط نشان داده شده است، محاسبات نشان می‌دهد که مقاومت برشی مقطع در راستای حداقل باید باشد. صرفاً با این اطلاعات، کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با فواصل میلگردهای عرضی قابل قبول بوده و دارای میلگرد کمتری است؟ در حد فاصل دو انتهای ستون هیچ باری غیر از وزن ستون به آن وارد نمی‌شود و این ستون عکس‌العمل اعضای سخت ناپیوسته را تحمل نمی‌کند. عمق مؤثر مقطع $d = ۷۸۰mm$ و $f_c = 25MPa$ و $f_{yt} = 400MPa$ فرض شود. در محاسبهٔ مقاومت تامین شده توسط بتن از رابطهٔ ساده‌تر، با صرف نظر از بار محوری، استفاده کنید. بتن معمولی فرض شود.



۱) در نواحی بحرانی، $S = ۱۷۵mm$ و در خارج از این نواحی $S = ۳۰۰mm$

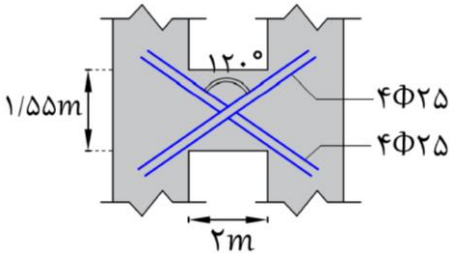
۲) در کل ارتفاع $S = ۱۷۵mm$

۳) در نواحی بحرانی، $S = ۱۷۵mm$ و در خارج از این نواحی $S = ۱۹۵mm$

۴) در کل ارتفاع $S = ۱۸۲mm$

بدون پاسخ

۳۳ – در تیر هم بند نشان داده شده که با دو گروه میلگرد متقاطع و متقارن نسبت به مرکز تیر و محصور شده با آرماتورهای عرضی کافی، تقویت شده است. عرض تیر ۳۵۰mm، $f'_c = 25MPa$ و $f_y = 400MPa$ است. مقاومت برشی طراحی (ΦV_n) این تیر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ هر گروه میلگرد قطری از ۴ میلگرد تشکیل شده که در دو لایه قرار دارند.



۱) ۷۸۵kN

۲) ۵۹۰kN

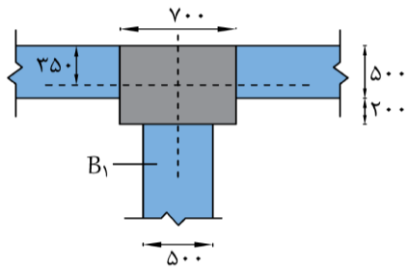
۳) ۶۶۵kN

۴) ۷۶۰kN

گزینه ۳ صحیح است.

$$\phi V_n = ۰/۸۵ \times ۲ A_{vd}\ f_y \sin\alpha \le ۰/۸۳\sqrt{f'_c} A_{cw} \times ۰/۸۵ = ۱۹۱۳$$

۳۴ – در شکل زیر پلان ناحیهٔ اتصال سه تیر به یک ستون پیوسته در یک سازهٔ بتنی درجا ریز نشان داده شده است. اگر این سازه از نوع قاب با شکل‌پذیری زیاد باشد، مقاومت اسمی برشی اتصال تیر به ستون، در امتداد تیر B۱، ۱.۰۵ برابر مقدار مقاومت برشی اسمی لازم است. اگر این سازه از نوع قاب با شکل‌پذیری متوسط باشد، با یکسان فرض کردن تمام جزئیات اجرایی، مقاومت اسمی مورد نظر چند برابر مقدار مقاومت برشی اسمی لازم خواهد بود؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ را انتخاب نمائید. عمق تیرها ۵۰۰mm است و فرض می‌شود جزئیات اجرایی برای هر دو نوع قاب قابل قبول است. برای سهولت، در هر دو حالت از وجود برش در ستون، خارج از ناحیهٔ اتصال، صرف نظر می‌شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۱.۲۵

۲) ۱.۱۵

۳) ۱.۲۰

۴) ۱.۱۰

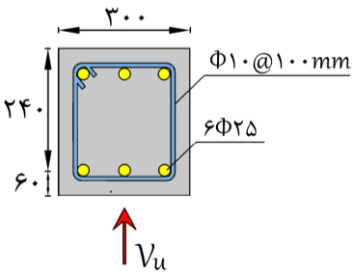
گزینه ۲ صحیح است.

$$V_n = ۱.۰۵ \frac{V_u}{۰.۸۵} = V_n$$

$$\frac{V_u}{\Phi} = \frac{V_u}{۱.۲۵ \times ۰.۷۵}$$

$$\Rightarrow \frac{V_n}{\frac{V_u}{\Phi}} = \frac{۱.۰۵ \times ۱.۲۵ \times ۰.۷۵}{۰.۸۵} = ۱.۱۵$$

۳۵ – مقطع یک ستون در قاب خمشی متوسط مطابق شکل زیر است. بیشترین مقاومت برشی قابل قبول در جهت نیروی برشی V_u که توسط بتن تامین می‌شود (V_c) به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ $M_u = 20kN.m$، $P_u = 80kN$، $f'_c = 25MPa$، $f_{yt} = f_y = 300MPa$ و بتن معمولی فرض شود و در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۷۶kN

۲) ۷۲kN

۳) ۸۶kN

۴) ۹۲kN

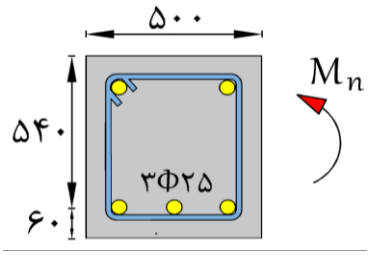
گزینه ۴ صحیح است.

$$S_w = \frac{3x \times 25^2}{4 \times 300 \times 240} = 0.0204$$

$$V_c = \max \begin{cases} (0.17 \times \sqrt{f'_c} + \frac{N_c}{6A_g}) b_w d = 71.866 \\ (0.66\lambda \underbrace{S_w}_{0.0204} \underbrace{\sqrt{f'_c}}_{25} + \frac{\overbrace{N_u}^{8000}}{6A_g}) b_w d = 75.588kN \end{cases}$$

۳۶ – مقاومت خمشی اسمی (M_n) مقطع تیر شکل زیر حدوداً چه مقدار است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر، $f'_c = 28MPa$ و $f_y = 400MPa$ است. همچنین از آثار آرماتورهای فشاری مقطع صرف نظر شود.

۱) ۲۸۰kN.m
۲) ۳۰۰kN.m
۳) ۳۲۰kN.m
۴) ۳۵۰kN.m



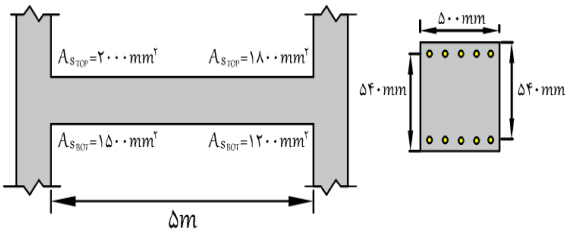
گزینه ۲ صحیح است.

$$M_n = A_s f_y (d - \frac{A_s f_y}{2 \times f'_c b}) = 303.5kN.m$$

$$= \frac{3 \times x \times 25^2}{4} = 1472.62mm^2$$

۳۷ – تیر بتنی به ابعاد داده شده در قاب خمشی متوسط طبق شکل زیر موجود است. هر گاه نیروی برشی ناشی از بحرانی‌ترین ترکیب بار برابر ۳۵۰kN بوده و مجموع نیروی برشی بارهای ثقلی و زلزلهٔ قائم همان ترکیب بار با ضرایب مربوطه برابر ۲۰۰kN باشد، حداقل مقدار مقاومت برشی طراحی لازم تیر (ΦV_n) به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ در محاسبهٔ مقاومت خمشی اسمی مقطع از اثر آرماتورهای فشاری صرف نظر شود. $f'_c = 25MPa$ و $f_y = 400MPa$

۱) ۳۸۰kN
۲) ۵۰۰kN
۳) ۳۵۰kN
۴) ۳۳۵kN



گزینه ۳ صحیح است.

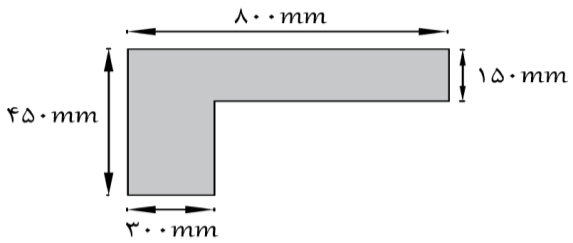
$$M_{n_1} = 1500 \times 400 \times \left(540 - \frac{1500 \times 400}{2 \times 0.85 \times 25 \times 500}\right) = 307.058$$

$$M_{n_2} = 1800 \times 400 \times \left(540 - \frac{1800 \times 400}{2 \times 0.85 \times 25 \times 500}\right) = 364.404$$

$$V_1 = \frac{307.058 + 364.404}{5} + \frac{200 \times 5}{2} = 634.29$$

$$V_e = \min\{634.29, 350\} = 350$$

۳۸ – مقطع تیر بتنی پیوسته با دال، شکل زیر تحت اثر لنگر پیچشی قرار دارد، در صورتی که نیروی محوری به مقطع وارد نشود، حداکثر لنگر پیچشی وارده به این مقطع (T_a) که بتوان از اثرات پیچش صرف نظر نمود، به کدام یک از موارد زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی و از ردهٔ C۲۵ است. ابعاد روی شکل به میلی‌متر هستند.



۱) ۸.۰kN.m

۲) ۶.۴۰kN.m

۳) ۳.۸kN.m

۴) ۴.۸۰kN.m

گزینه ۳ صحیح است.

$$T_{th} = 0.083 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left(\frac{A^2_{cp}}{P_{cp}}\right) = 5.04kN.m$$

$$2(300 + 450)$$

$$\Phi T_{th} = 0.75 \times 5.04 = 3.78kN.m$$

---

۳۹ – مقاومت خمشی اسمی یک دال یک طرفه بتنی با ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر و با حداقل آرماتور خمشی در وجه کششی، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن از نوع C۲۵ آرماتور S۴۰۰ و عمق مؤثر ۲۵۰ میلی‌متر فرض شود. از اثر آرماتور فشاری صرف نظر شود.

۱) $M_n = 84.6kN.m/m$

۲) $M_n = 44.2kN.m/m$

۳) $M_n = 52.9kN.m/m$

۴) $M_n = 68.2kN.m/m$

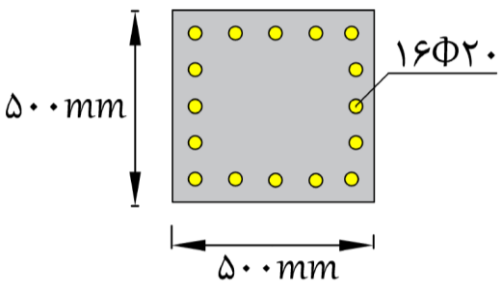
گزینه ۳ صحیح است.

$$A_y = ۱۰۰۰ \times ۳۰۰ \Rightarrow A_{s\min} = ۰/۰۰۱۸ \times A_y = ۵۴۰mm^۲$$

$$M_n = A_s f_y \times \left(d - \frac{A_s f_y}{۲ \times f'_c b}\right) = ۵۲/۹$$

---

۴۰ – یک ستون بتنی از قاب خمشی با شکل‌پذیری زیاد مطابق شکل زیر مفروض است. در صورتی که نیروی محوری فشاری ضریبدار حداکثر ستون $P_u = 3500kN$ باشد، مقدار آرماتور عرضی ویژهٔ لازم $(\frac{A_{sb}}{S_{bc}})$ در ناحیهٔ بحرانی به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن از ردهٔ C۲۵، آرماتور طولی و عرضی از نوع S۴۰۰ و پوشش بتن روی خاموت ۵۰ میلی‌متر است. در شکل آرماتورهای عرضی نشان داده نشده است.



۱) $\frac{A_{sb}}{Sb_c} = 0.0056$

۲) $\frac{A_{sb}}{Sb_c} = 0.0105$

۳) $\frac{A_{sb}}{Sb_c} = 0.014$

۴) $\frac{A_{sb}}{Sb_c} = 0.0125$

گزینه ۴ صحیح است.

$$P_u = 3500 > 0.3f'_cA_y = 1875kN$$

$$\frac{A_{sh}}{S_{bc}} \geq \max\begin{cases} 0.3\left(\frac{A_y}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f'_c}{f_{yt}} \\ 0.09\frac{f'_c}{f_{yt}} \\ 0.2f_cK_fK_n\frac{P_u}{f_y + A_{ch}} \end{cases}$$

$$K_f = \frac{f_c}{175} + 0.6 \geq 1 \Rightarrow K_f = 1$$

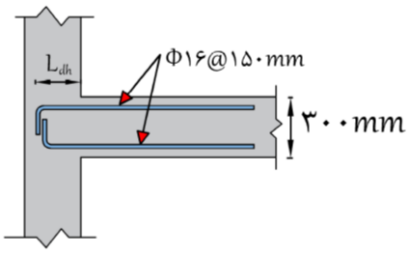
در این حالت تمام آرماتورهای طولی باید دارای آرماتور عرضی مهاری باشند بنابراین:

$$K_n = \frac{n}{n-2} = \frac{16}{16-2} = 1.43$$

$$\frac{A_{sh}}{S_{bc}} \geq \max\begin{cases} 0.0105 \\ 0.0056 \\ 0.0125 \end{cases}$$

---

۴۱ – یک دال بتنی به ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر به دیوار بتنی مطابق شکل زیر متصل شده است. حداقل طول گیرایی میلگردهای کششی دال با قلاب استاندارد (L_{dh}) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی C۲۵ و آرماتور بدون اندود S۴۰۰ است و $\psi_0 = 1.25$ فرض شود.



۱) $L_{dh} = 230mm$

۲) $L_{dh} = 370mm$

۳) $L_{dh} = 295mm$

۴) $L_{dh} = 185mm$

گزینه ۱ صحیح است.

$$L_{dh} = \frac{\psi_c\psi_r\psi_o\psi_c}{\lambda} \times \frac{0.043f_y}{\sqrt{f'_c}}d_b = 228 \geq \max\{8d_b, 150mm\}$$

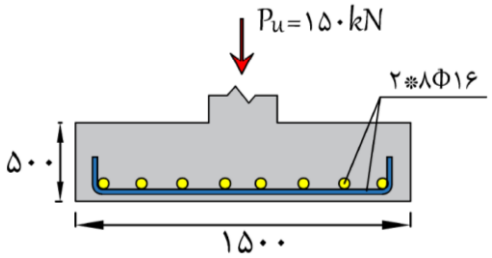
$$A_{th} \leq 0.4A_{hs}$$

$$d \geq 6 \times 16 = 96$$

$$\Rightarrow \psi_r = 1$$

---

۴۲ – مقطع یک پی منفرد مربع مطابق شکل زیر است. با توجه به آرماتورگذاری ارائه شده حداکثر مقاومت برش یک طرفه اسمی بتن پی به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی C۲۵ و آرماتورها S۳۴۰ بود و عمق مؤثر ۴۰۰ میلی‌متر فرض شود. ابعاد روی شکل به میلی‌متر است.



۱) $V_n = 274kN$

۲) $V_n = 240kN$

۳) $V_n = 510kN$

۴) $V_n = 382kN$

گزینه ۱ صحیح است.

$$\frac{A_r}{S} \le \frac{A_{rmin}}{S_{max}\begin{cases}0.062\sqrt{25}\times\frac{1500}{340}=1.36\\0.35\times\frac{1500}{340}=1.54\end{cases}}$$

$$V_c = \left(0.66\lambda_s\lambda(\ell_w)^{\frac{1}{3}}\sqrt{f'_c}+\frac{N_u}{6A_y}\right)b_w d \le 0.42\sqrt{f'_c}b_w d \rightarrow 275.056kN$$

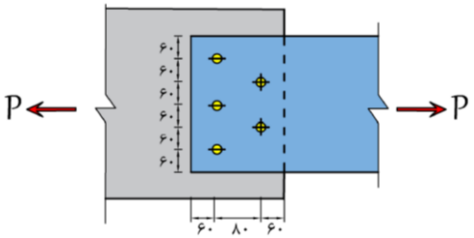
$$\ell_w = \frac{8\times\pi\times16^2}{4\times150\times400}$$

$$A_y = 1500\times500$$

$$\lambda_s = \sqrt{\frac{2}{1+0.004\times\frac{d}{400}}} = 0.877$$

طبق بند ۹ – ۱۵ – ۲ – ۵ – ۳ می‌توان از ضریب λ_s در طراحی برشی شالوده صرف نظر کرد.

۴۳ – برای اتصال یک تسمهٔ کششی با مقطع به یک ورق اتصال از جزئیات شکل زیر استفاده شده است. اگر سوراخ‌ها استاندارد بوده و برای عبور پیچ‌های از نوع M۲۰ پیش‌بینی شده باشد. مقدار سطح مقطع خالص مؤثر تسمه به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) $34.7\times10^2 mm^2$

۲) $31.2\times10^2 mm^2$

۳) $28.8\times10^2 mm^2$

۴) $26.9\times10^2 mm^2$

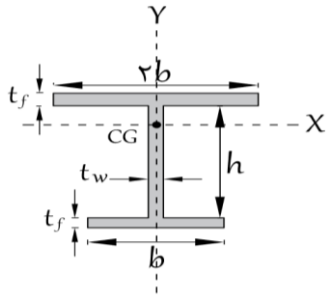
گزینه ۲ صحیح است.

$$\frac{S^2}{4g}t = \frac{8^2}{4\times6}\times1 = 2.67cm^2$$

پس مورب نمی‌توانند بحرانی باشند چرا که سطحی معادل ۲.۶۷ cm^2 به سطح مقطع اضافه می‌کنند که این مقدار از سطح مقطعی که سوراخ ایجاد می‌کند کمتر است.

$$A_n = 36 - 2\times2.4 = 31.2cm^2$$

۴۴ – برای یک عضو فشاری از مقطع شکل زیر استفاده شده است. برای تعیین F_{cr} این عضو کنترل کدام یک از حالت‌های حدی زیر موضوعیت دارد؟



۱) کمانش خمشی حول محور y

۲) کمانش خمشی – پیچشی حول محورهای x و y

۳) کمانش پیچشی حول محور z

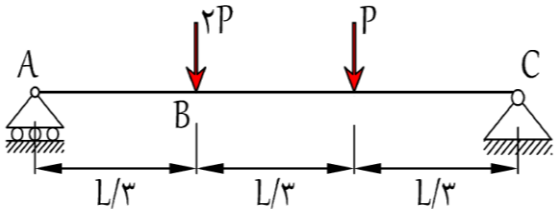
۴) کمانش خمشی – پیچشی حول محورهای y و z

گزینه ۴ صحیح است.

مقطع I شکل با یک محور تقارن است.

---

۴۵ – در تیر شکل زیر فرض نمائید تیر در نقاط A، B و C دارای تکیه‌گاه جانبی است. ضریب اصلاح کمانش جانبی پیچشی در فاصلهٔ BC به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ صلبیت خمشی تیر ABC یکسان و برابر EI بوده و مقطع تیر دارای دو محور تقارن است.



۱) ۱.۴

۲) ۱.۱

۳) ۱.۳

۴) ۱.۲

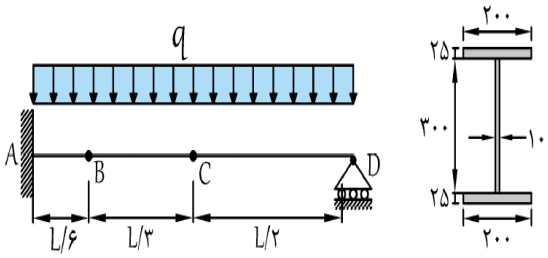
گزینه ۳ صحیح است.

$$\Sigma M_C = 0 \Rightarrow R_A \times L = \frac{2P \times 2L}{3} + \frac{PL}{3} \Rightarrow R_A = \frac{5P}{3}$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow R_C \times L = \frac{P \times 2L}{3} + \frac{2PL}{3} \Rightarrow R_C = \frac{4P}{3}$$

$$C_b = \frac{12.5 \times 0.556}{2.5 \times 0.556 + 3 \times 0.5 + 4 \times 0.445 + 3 \times 0.222} = 1.3$$

۴۶ – تیر یک سر گیردار و یک سر سادهٔ شکل زیر در نقاط A، B، C و D دارای تکیه‌گاه جانبی است. صلبیت خمشی تیر یکسان و برابر EI است، حداکثر طول تیر (L) برای آنکه در هیچ یک از نواحی مختلف تیر لزومی به کنترل حالت حدی کمانش جانبی – پیچشی نباشد. به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر و $F_y = 240MPa$ است.



۱) ۲.۵۷m

۲) ۵.۱۵m

۳) ۴.۵۳m

۴) ۶.۶۷m

گزینه ۲ صحیح است.

کنترل فشردگی مقطع:

$$\frac{b}{t}=\frac{۹.۵}{۲.۵}=۴.۷۵\le ۰.۳۸\sqrt{\frac{۱\times ۱۰^{۶}}{۲\times ۱۰۰}}=۱۱$$

$$\frac{h}{t_w}=\frac{۳۰}{۱}\le ۳.۷۶\sqrt{\frac{۲\times ۱۰^{۶}}{۲۴۰۰}}=۱۰۸.۵$$

$$L_{b\max}=L_p \Rightarrow$$

$$L_p=۱,.۷۶r_y\sqrt{\frac{E}{F_y}}, A=۲\times ۲۰\times ۲.۵+۳۰=۱۳۰$$

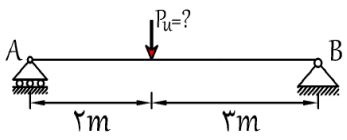
$$I_y=۲\times\frac{۲.۵\times ۲۰^{۳}}{۱۲}+\frac{۳۰\times ۱^{۳}}{۱۲}=۳۳۳۵.۸cm^{۴}, r_y=\sqrt{\frac{۳۳۳۵.۸}{۱۳۰}}=۵.۰۶۶$$

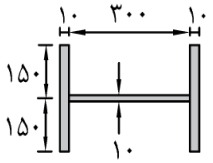
$$L_p=۲۹۷cm$$

$$\frac{L}{۲}\le ۲.۵۷\rightarrow L\le ۵.۱۵m$$

۴۷ – حداکثر بار نهایی (P_u) قابل تحمل توسط تیر شکل زیر که تحت اثر خمش حول محور ضعیف قرار دارد، به کدام یک از گزینه‌ها نزدیک‌تر است؟ ابعاد مقطع تیر به میلی‌متر بوده و تیر فقط در تکیه‌گاه‌ها دارای تکیه‌گاه جانبی است.

$$F_y = 240MPa \text{ و } E = 2\times 10^5 MPa$$





۱) ۸۲.۴kN

۲) ۱۰۹.۸kN

۳) ۸۶.۸kN

۴) ۷۲.۳kN

کنترل فشردگی مقطع:

$$\frac{۱۵-۰.۵}{۱}=۱۴.۵\le ۱۱$$

$$\lambda_{Df}=۰.۳۸\sqrt{\frac{۲\times ۱۰^{۶}}{۲۴۰۰}}=۱۰.۹۷$$

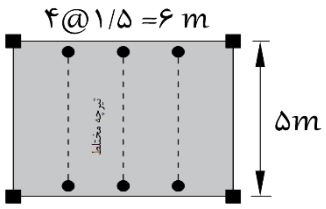
$$\lambda_{rf}=\sqrt{\frac{۲\times ۱۰^{۶}}{۲۴۰۰}}=۲۸.۸۷$$

$$Z_y=۴\times(۱۵\times ۱\times ۷.۵)+۲\times ۳۰\times ۰.۵\times ۰.۲۵=۴۵۷.۵cm^{۳}$$

$$b_{Mn}=۴۷۵.۵\times ۲۴۰۰\times ۱۰^{-۶}\times ۰.۹=۹۸.۸۲kN.m$$

---

۴۸ – مطابق شکل زیر برای پوشش یک سقف با بار سنگین از تیرچه‌های مختلط و با دال تخت به ضخامت ۱۰۰mm از ناودانی UNP۶۰ به طول ۱۰۰mm به عنوان برشگیر استفاده شده است. برای تامین عملکرد مختلط کامل این تیرچه‌ها، در کل طول هر یک از تیرچه‌ها باید حداقل چند عدد از این ناودانی‌ها تعبیه شود؟ بتن از ردهٔ C۲۵، فولاد تیرآهن با $F_y=360MPa$ و جرم مخصوص بتن $2500kg/m^3$ است. در پلان توزیع بارهای مرده و زنده یکنواخت فرض شود.



۱) ۲۴ عدد

۲) ۱۲ عدد

۳) ۳۰ عدد

۴) ۱۵ عدد

گزینه ۱ صحیح است.

$$b_e=\min\left\{\frac{۵۰۰}{۸},۷۵cm\right\}=۶۲.۵cm$$

$$b_c=۲\times ۶۲.۵=۱۲۵cm$$

$$UNP۶۰\begin{cases}t_f=۰.۶cm\\t_w=۰.۶cm\\t_a=۱۰cm\end{cases}$$

$$Q_n=۰.۳\left(۰.۶+۰.۵\times ۰.۶\right)\times ۱۰\times\sqrt{۲۵۰\times ۲۶۸۷۵۰}\times ۱۰^{-۲}=۲۲۱kN$$

$$E_c=۰.۰۴۳\times ۲۵۰۰^{۱.۵}\times\sqrt{۲۵}\times ۱۰=۲۶۸۷۵۰$$

$$n=\frac{۲۶۵۶}{۲۴}=۱۲\times ۲=۲۴/۴$$

$$V_{hu}=\min\begin{cases}۰.۸۵\times ۲۵۰\times ۱۲۵\times ۱۰\times ۱۰^{-۲}=۲۶۵۶kN\\۸۴.۵\times ۳۶۰۰\times ۱۰^{-۲}=۳۰۴۲kN\end{cases}$$

---

۴۹ – در یک اتصال پیچی با عملکرد اتکایی، پیچ‌ها تحت اثر مشترک کشش و برش قرار دارند و در تمامی پیچ‌ها مقادیر تنش‌های کششی و برشی مورد نیاز برابر $f_u = f_u = \alpha F_u$ است که در آن F_u تنش کششی نهایی مصالح پیچ است. حداکثر مقدار ضریب α برای آنکه در پیچ‌ها لزومی به در نظر گرفتن اندرکنش کشش و برش نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ پیچ‌ها پُر مقاومت هستند و سطح برش از قسمت دندانه شده می‌گذرد.

۱) ۰.۱۲ ۲) ۰.۱۰
۳) ۰.۲۳ ۴) ۰.۱۷

گزینه ۴ صحیح است.

$$f_{uV} = f_{uT} = \alpha F_u$$
$$\text{if} \begin{cases} f_{uT} \le 0.3\varphi F_{ut} \\ f_{uV} \le 0.3\varphi F_{uv} \end{cases}$$

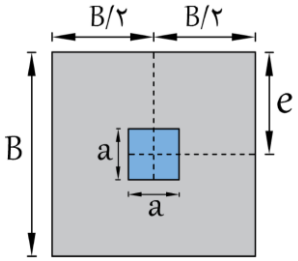
لزومی به در نظر گرفتن اندر کنش نخواهد بود.

$$\varphi F_{nt} = 0.75 \times 0.75 F_u = 0.56 F_u$$
$$\begin{cases} f_{uT} \le 0.3 \times 0.56 F_u \simeq 0.17 F_u \\ f_{uT} \le 0.3 \times 0.75 \times 0.45 F_u = 0.101 F_u \end{cases}$$

اگر حتی یکی از رابطه ها برقرار باشد لزومی به در نظر گرفتن اندر کنش نخواهد بود .

---

۵۰ – مطابق شکل زیر یک کف ستون به ابعاد بر روی یک شالودهٔ بتنی منفرد به ابعاد $B \times B \times h$ تکیه کرده است. حداقل مقدار c برای آنکه مقاومت اتکایی طراحی بین ورق کف ستون و شالوده از $0.65 f'_c a^2$ کمتر نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ f'_c مقاومت مشخصهٔ فشاری بتن بر روی نمونهٔ استوانه‌ای استاندارد است همچنین فرض نمائید $h>2a$ و $B>2a$ است.



۱) $\frac{2a}{0.85\times0.65}$
۲) $\frac{a}{0.85\times0.65}$
۳) $\frac{a}{1.7}$
۴) $\frac{0.15a}{\sqrt{1.7}}$

گزینه ۳ صحیح است.

$$P_P = ۰.۸۵ f_c A_۱ \sqrt{\frac{A_۲}{A_۱}} \le ۱.۷ f_c A_۱$$
$$A_۱ = a^۲$$
$$\varphi P_P = ۰.۶۵ \times ۰.۸۵ f_c a^۲ \sqrt{\frac{A_۲}{a^۲}} \ge ۰.۶۵ f'_c a^۲$$
$$\Rightarrow ۰.۸۵ a \sqrt{A_۲} \ge a^۲ \Rightarrow ۰.۸۵ \sqrt{A_۲} \ge a$$
$$A_۲ \ge \frac{a^۲}{۰.۸۵^۲} = \frac{a^۲}{۰.۷۲} = ۱.۳۹ a^۲$$
$$= \sqrt{۱.۳۹ a^۲} \square ۱.۱۸ a$$
$$e \ge \frac{۱.۱۸ a}{۲} = ۰.۵۹ a = \frac{a}{۱.۷}$$

۵۱ – در یک قاب مهاربندی شدهٔ واگرا فرض کنید بر اساس ترکیبات بار متعارف در تیر پیوند I شکل $P_u = 0.5F_yA_g$ و $V_u = 0.4F_yA_{\varepsilon w}$ به دست آمده است. حداکثر طول قابل قبول تیر پیوند به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

V_u = مقاومت برشی مورد نیاز تیر پیوند　　$A_{\varepsilon w}$ = مساحت جان مقطع تیر پیوند

P_u = مقاومت محوری مورد نیاز تیر پیوند　　V_p = برش پلاستیک مقطع تیر پیوند

A_g = سطح مقطع کلی مقطع تیر پیوند　　M_p = لنگر پلاستیک مقطع تیر پیوند

۱) $1.48\frac{M_p}{V_p}$

۲) $1.6\frac{M_p}{V_p}$

۳) $2.0\frac{M_p}{V_p}$

۴) محدودیتی برای طول تیر پیوند وجود ندارد.

گزینه ۱ صحیح است.

$$P_u = ۰.۵F_yA_g$$
$$P_c = F_yA_g$$
$$V_u = ۰.۴F_yA_{Iw}$$
$$\frac{P_u}{P_c} = ۰.۵ > ۰.۱۵ \rightarrow$$
$$\begin{cases} \frac{V_u}{V_c} = \frac{۰.۴F_yA_{Iw}}{۰.۶F_yA_{Iw}} = ۰.۶۶۷ \\ \frac{P_y}{P_c} = ۰.۵ \end{cases} \Rightarrow P' = \frac{۰.۵}{۰.۶۶۷} = ۰.۷۵ > ۰.۵$$
$$e \le \frac{۱.۶N_p}{V_p}\left(۱.۱۵ - ۰.۳ \times ۰.۷۵\right) = ۱.۴۸\frac{N_p}{V_p}$$

۵۲ – کدام یک از اتصالات پیش تائید شدهٔ زیر به لحاظ نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن دارای شرایط سخت گیرانه‌تری نسبت به بقیه است؟ فرض کنید این اتصالات در یک قاب خمشی فولادی ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱) WUF – W

۲) BFP

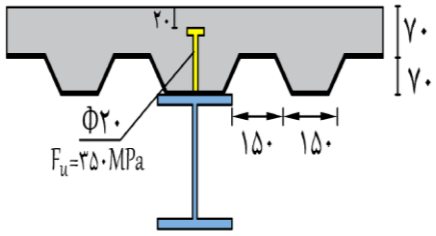
۳) RBS

۴) BUEEP

گزینه ۲ صحیح است.

$$\frac{L}{d} \rightarrow \begin{cases} WUF-W \rightarrow \frac{L}{d} \geq ۷ \\ BFP \rightarrow \frac{L}{d} \geq ۹ \\ RBS \rightarrow \frac{L}{d} \geq ۷ \\ BUEEP \rightarrow \frac{L}{d} \geq ۷ \end{cases}$$

۵۳ – در شکل مقابل چنانچه راستای کنگره‌ها از حالت موازی تیر به حالت عمود بر تیر تغییر کند، مقاومت برشی اسمی گل میخ‌ها چه تغییر می‌کند؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و بتن از ردهٔ C۳۰ است. $(W_c = 2400 kg/m^3)$



۱) ٪۲۰ کاهش می‌یابد.
۲) تغییری نمی‌کند.
۳) ٪۱۰ کاهش می‌یابد.
۴) ٪۲۰ افزایش می‌یابد.

گزینه ۱ صحیح است.

$$\partial_n = 0.5 A_{sa}\sqrt{\delta_c E_c} \le R_j R_p A_{sa} F_u$$

$$E_c = 0.043 \times 2400^{1.5}\sqrt{30} \times 10 = 276914.6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\partial_n = 0.5 \times 3.14 \times \sqrt{300 \times 276914.6} \times 10^{-2} = 143 kN$$

در حالت موازی با محور تیر:

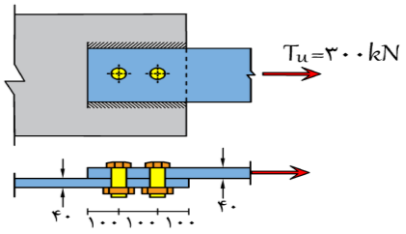
$$\frac{W_r}{h_r} = \frac{15}{70} = 2.14 \ge 1.5 \rightarrow R_p A_g = 0.75$$

$$R_p R_g A_{sa} F_u = ۰.۷۵ \times ۳.۱۴ \times ۳۵۰۰ \times ۱۰^{-۲} = ۸۲.۴۲ kN$$

$$R_D R_g A_{sa} F_u = ۰.۶ \times ۳.۱۴ \times ۳۵۰۰ \times ۱۰^{-۲} = ۶۵.۹۴$$

$$\frac{۶۵.۹۴ - ۸۲.۴۲}{۸۲.۴۲} = -۲۰\%$$

۵۴ – برای اتصال عضو کششی شکل زیر از ترتیب جوش گوشه و اتصال اصطکاکی با پیچ پُر مقاومت استفاده شده است. مقاومت تامین شده توسط جوش (ΦR_n)، حداقل چقدر باید باشد؟ فرض نمائید سطح برش پیچ‌ها از قسمت دندانه شده عبور نموده و وضعیت سطحی اتصال پیچی از نوع کلاس B است. همچنین فولاد ورق‌های فولادی از نوع S۲۳۵، سوراخ‌ها از نوع استاندارد و پیچ‌ها به قطر ۲۰ میلی‌متر و از نوع ۱۰.۹ طبق استاندارد ISO بوده و در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۸۸kN
۲) ۹۸kN
۳) ۳۰۰kN
۴) ۱۹۴kN

گزینه ۴ صحیح است.

محاسبه مقاومت برای پیچ های اصطحکاکی:

$$R_D = ۲ \times ۰.۵ \times ۱.۱۳ \times ۱ \times ۱۷۹ \times ۱۰^{۲} \times ۱ \times ۱۰^{-۲} = ۲۰۲.۲۷ kN \le \frac{۱}{۲} V_D$$

$$۳۰۰ - ۲۰۲ = ۹۸ kN$$

$$\frac{۱}{۲} V_D = \frac{۱}{۲} \times ۰.۷۵ \times ۲ \times ۳.۱۴ \times (۰.۴۵ \times ۱۰۰۰۰) \times ۱۰^{-۲} = ۱۰۶ kN$$

$$۳۰۰ - ۱۰۶ = ۱۹۴ kN$$

www.acefirm.ir

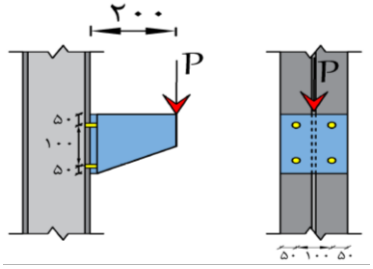
۵۵ – در اتصال پیچی شکل زیر که از نوع اتکایی است، سطح برش پیچ‌ها از قسمت دندانه شده می‌گذرد. در صورتی که پیچ‌های پُر مقاومت از نوع ۸.۸ و M۲۰ بوده و نسبت تنش کششی مورد نیاز به تنش کششی اسمی آنها برابر ۰.۴۵ و نسبت تنش برشی مورد نیاز به تنش برشی اسمی بیش از ۰.۲۵ باشد، آنگاه مقدار مجموع مقاومت برشی طراحی پیچ‌ها به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

۱) ۲۴۰kN

۲) ۳۰۰kN

۳) ۳۴۰kN

۴) ۲۰۰kN



گزینه ۱ صحیح است.

$$\begin{cases} \dfrac{\delta_{uT}}{\varphi F_{nt}} = \dfrac{۰.۴۵}{۰.۷۵} = ۰.۶ \\ \dfrac{F_{rv}}{\varphi F_{nv}} = \dfrac{۰.۲۵}{۰.۷۵} = ۰.۳۳ \end{cases} \Rightarrow$$

$$F'_{rv} = ۰.۴۵F_u\left(۱.۳ - ۰.۶\right) = ۰.۳۱۵F_u$$

$$\varphi F'_{nv} \times A_b = ۰.۷۵ \times ۰.۳۱۵ \times ۸۰۰۰ \times ۳.۱۴ \times ۱۰^{-۲}\, kN$$

$$\varphi n F'_{nv} \times A_b = ۴ \times ۵۹.۳۵ = ۲۳۷.۴ kN$$

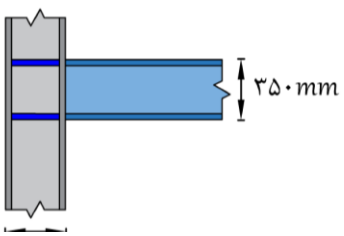
۵۶ – در شکل زیر اتصال تیر به ستون در یک سازه قاب خمشی ویژهٔ متعارف فولادی از نوع WUF – W نشان داده شده است. طول آزاد تیر ۵ متر و بارهای ثقلی وارد بر آن (شامل وزن تیر) ناچیز بوده و از آن صرف نظر می‌شود. مقاطع تیر و ستون کاملاً یکسان بوده و از ورق ساخته شده‌اند. حداکثر مقدار قابل قبول متوسط مقاومت فشاری مورد نیاز ستون‌های بالا و پائین اتصال، حاصل از ترکیبات بار زلزله تشدید یافته برای آنکه ضابطهٔ تیر ضعیف – ستون قوی در این اتسال تامین شود. به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ از مشخصات مقطع $A_g = 121 \times 10^2 mm^2$ و $f_y = 240MPa$ معلوم است. اتصال هر دو انتهای تیر گیردار است.

۱) ۳۰۰Kn

۲) ۴۰۰kN

۳) ۵۰۰kN

۴) ۶۰۰kN



گزینه ۲ صحیح است.

در این نوع اتصال مدل تشکیل متصل پلاستیک در هر ستون و ضریب $C_{pr}=1.6$ و $R_y=1.15$ است.

$$Z = Z$$

$$\frac{\Sigma M_{p_c}}{\Sigma M_{p_b}} \geq ۱.۰ \Rightarrow \Sigma N_{p_b} = ۲$$

$$V_r = \frac{۲ \times Z_c \times ۱.۱۵ \times ۱.۴ \times ۲۴۰۰}{۵۰۰} = ۱۵.۴۶ Z_c$$

$$۱.۴ \times ۱.۱۵ \times Z_c \times ۲۴۰۰ + ۱۵.۴۶ \times ۱۷.۵ \times Z_c = ۴۱۳۴.۶ Z_c$$

$$۲Z_c\left(۲۴۰۰ - \frac{P_u}{۱۲۱}\right) \geq ۴۱۳۶.۶ Z_c \Rightarrow ۲\left(۲۴۰۰ - \frac{P_u}{۱۲۱}\right) \geq ۴۱۳۴.۶ \Rightarrow P_u \leq ۴۰۲.۵۷ kN$$

---

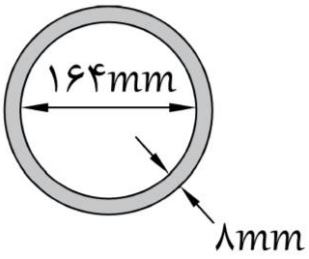
۵۷ – مقاومت پیچشی طراحی یک عضو فولادی به طول با مقطع لوله‌ای مطابق شکل زیر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ $F_y = 360MPa$

۱) ۴۱۵kN.m

۲) ۳۷۵kN.m

۳) ۸۰kN.m

۴) ۷۲kN.m



گزینه ۴ صحیح است.

$$C = \frac{\pi(18 - 0.8)^2 \times 0.8}{2} = 371.8cm^3$$

$$F_{C_2} = \max\left\{\frac{1.23 \times 2 \times 10^6}{\sqrt{\frac{1000}{18}}\left(\frac{18}{0.8}\right)^{\frac{5}{4}}}, \frac{0.6 \times 2 \times 10^6}{\left(\frac{18}{0.8}\right)^{\frac{3}{2}}}\right\} = \{47147.3, 11243.6\} =\leq 0.6 \times 3600$$

$$0.9 \times 1440 \times 371.8 \times 10^{-4} = 72.28kN.m$$

---

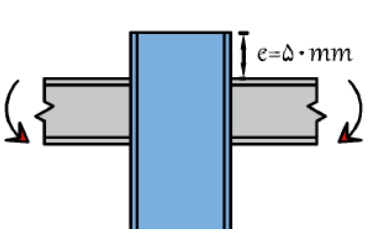
۵۸ – در اتصال مستقیم و گیردار شکل زیر، مقاومت طراحی کمانش فشاری جان ستون در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و $F_{yw} = 240MPa$ است.

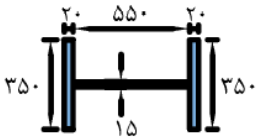
۱) ۳۰۰kN

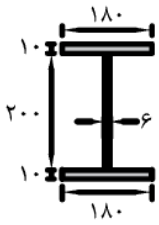
۲) ۹۰۰kN

۳) ۴۵۰kN

۴) ۶۰۰kN







گزینه ۳ صحیح است.

$$R_n = \frac{24t_w{}^3\sqrt{Ef_{yw}}}{h}$$

$$h = 56cm$$

$$e = 5cm < \frac{d}{2} = 30cm \rightarrow R_n \times \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}\varphi R_n \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.9 \times \frac{24 \times 1.5^3\sqrt{2 \times 10^6 \times 2400}}{56} \times 10^{-2} \simeq 450kN$$

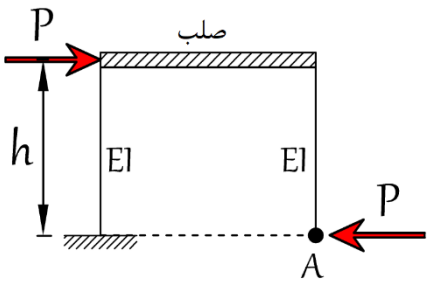
۵۹ – در قاب شکل زیر جا به جایی افقی گره A مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر است؟ از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضای قائم و نیز از آثار مرتبهٔ دوم صرف نظر شود.

۱) $\frac{5}{6}\frac{Ph^3}{EI}$

۲) $\frac{1}{6}\frac{Ph^3}{EI}$

۳) $\frac{1}{3}\frac{Ph^3}{EI}$

۴) صفر



گزینه 1 صحیح است.

برای حل سوال، ابتدا ستون سمت راست را صلب کرده و جابجایی را حساب می‌کنیم و در مرحله بعد همین کار را برای ستون سمت چپ انجام می‌دهیم.

$$\Delta_A = \frac{ph^3}{3EI} \leftarrow$$

$$\Delta_A = \frac{(ph)(h^2)}{2EI} = \frac{ph^3}{2EI} \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta_A = \frac{ph^3}{2EI} + \frac{ph^3}{3EI} = \frac{5ph^3}{6EI}$$

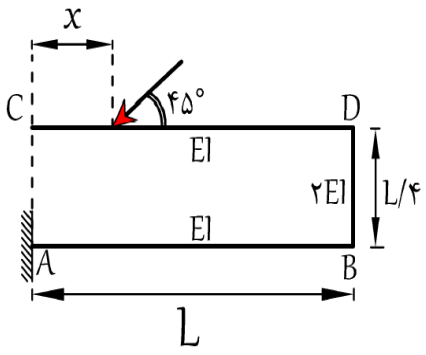
۶۰ – مطابق شکل زیر نیروی (F) با زاویهٔ ثابت ۴۵ درجه به عضو CD سازه وارد می‌شود. نقطهٔ اثر این نیرو (x) را طوری تعیین کنید که دوران گرهٔ B برابر با صفر باشد. صلبیت خمشی اعضا در شکل مشخص شده است. از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضا صرف نظر نموده و تحلیل از نوع الاستیک مرتبهٔ اول فرض شود.

۱) $x = \frac{2}{3}L$

۲) $x = \frac{3}{4}L$

۳) $x = \frac{L}{4}$

۴) $x = \frac{5}{6}L$



گزینه ۱ صحیح است.

$$\theta_B = 0 \rightarrow \frac{ML}{EI} = \frac{PL^2}{2EI} \rightarrow M = \frac{PL}{2}$$

$$\rightarrow F_{\cos 45^\circ}\left(\frac{5L}{4} - x\right) = \frac{F_{\cos\theta} \times L}{2}$$

$$\rightarrow \frac{5L}{4} - x = \frac{L}{2} \rightarrow x = \frac{3L}{4}$$

موفقیت شما، اعتبار ماست

ثبت مشاوره
رایگان و دریافت
برنامه مطالعاتی
اختصاصی
اینجا کلیک کن!