به نام خدا

پاسخ تشریحی سوالات درس فولاد- کنکور ۱۴۰۰

با سلام.

پاسخ تشریحی سوالات درس فولاد-کنکور ۱۴۰۰ در این نوشتار آورده شده است.

ارزیابی: سوالات درس فولاد هم سطح سوالات کنکور ۹۹ ارزیابی می‌شود ولی در کل نسبت به سال‌های قبل‌تر کمی دشوارتر است. با توجه به رویه چند سال اخیر درس فولاد در کنکور ارشد، لازم است دانشجویان علاوه بر مفاهیم پایه‌ای فولاد، تسلط نسبی به برخی از نکات آیین‌نامه (مبحث دهم) نیز داشته باشند. مطالعه سوالات این آزمون به داوطلبان آزمون محاسبات نیز توصیه می‌شود.

سوالات سخت(محاسبات سنگین- جدید یا آیین نامه محور): ۱۰۶-۱۱۰-۱۱۳-۱۱۴

سوالات متوسط:۱۰۷-۱۰۹-۱۱۱-۱۱۲-۱۱۵

سوالات ساده: ۱۰۸

می توانید سوالات و اشکالات خود را از طریق راه‌های ارتباطی زیر با بنده در میان بگذارید:

Javidashrafifar@gmail.com

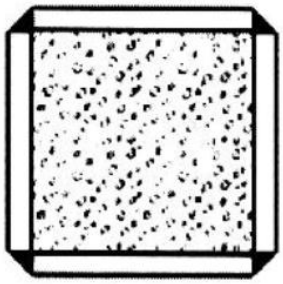
https://telegram.me/Javid_Ashrafifar96

با احترام

جاوید اشرفی‌فر

۹ مرداد ۱۴۰۰

۱۰۶- در عضو محوری فشرده با مقطع مختلط پرشده با بتن مطابق شکل، اگر A_s سطح مقطع فولاد، A_c مساحت بتن، A_{sr} مجموع سطح مقطع آرماتورها، f_y تنش تسلیم فولاد، f_c مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن و n نسبت مدول الاستسیتهٔ فولاد به بتن باشد، مقاومت فشاری طراحی مقطع براساس کدام‌یک از روابط زیر قابل محاسبه است؟



۱) $0.95A_c f'_c + [A_s + n A_{sr}] f_y$

۲) $0.85A_c f_c + [A_s + (n-1)A_{sr}] f_y$

۳) $0.95[A_c + (n-1)A_{sr}] f_c + A_s f_y$

۴) $0.85[A_c + n A_{sr}] f_c + A_s f_y$

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

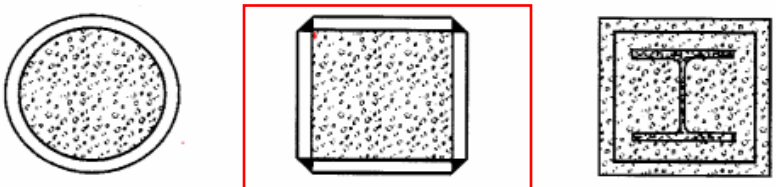
طبق بند ۱۰-۲-۸-۲ آیین نامه، مقاومت فشاری طراحی مقاطع فشرده مختلط به صورت زیر تعیین میشود:

۱۰-۲-۸-۲ اعضای محوری با مقطع مختلط

اعضای محوری با مقطع مختلط به دو گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

الف) اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن: اعضای محوری با مقطع مختلط می‌توانند از مقاطع فولادی نورد شده یا ساخته شده از ورق که در بتن سازه‌ای محاط بوده، تشکیل شوند (شکل ۱۰-۲-۸-۱-الف).

ب) اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن: اعضای محوری با مقطع مختلط می‌توانند از مقاطع توخالی مستطیلی شکل نوردشده یا ساخته‌شده از ورق با جوش پیوسته و مقاطع توخالی دایره‌ای شکل که با بتن سازه‌ای پرشده، تشکیل شوند (شکل ۱۰-۲-۸-۱- ب و پ).



(الف) عضو محوری مختلط محاط در بتن

(ب) عضو محوری مختلط قوطی شکل پرشده با بتن

(پ) عضو محوری مختلط لوله پرشده با بتن

شکل ۱۰-۲-۸-۱ اعضای محوری با مقطع مختلط

ب) مقاومت فشاری

مقاومت فشاری طراحی اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۸-۲-۱-ب و با اصلاحات زیر تعیین شود.

۱. برای مقاطع فشرده:

$$P_{no} = P_p \qquad (۹-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$$P_p = F_y A_s + C_2 (A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c}) f_c \qquad (۱۰-۸-۲-۱۰)$$

C_2 = ۰/۸۵ برای مقاطع فولادی توخالی مستطیلی شکل

= ۰/۹۵ برای مقاطع فولادی توخالی دایره‌ای شکل

بنابراین:

$$P_p = 0.85(A_c + nA_{sr})f_c' + A_s F_y$$

طرح سوالات اینچنینی در آزمون‌های جزوه بسته منطقی به نظر نمی‌رسد! این سوال برای آزمون محاسبات مناسب است، همانطور که در سال ۹۹ (آزمون محاسبات) سوالی نیز از ستونهای مختلط مطرح شده بود.

۱۰۷- در یک اتصال اصطکاکی فولادی که تحت اثر مشترک کشش و برش قرار دارد اگر تعداد پیچ‌ها از ۴ عدد به ۶ عدد افزایش یابد، برای آنکه میزان کاهش مقاومت لغزشی دو اتصال یکسان باشد، نیروی کششی مورد نیاز در حالت ۶ پیچ به حالت ۴ پیچ چند درصد بایستی افزایش یا کاهش داشته باشد؟

۱) ۵۰٪ کاهش ۲) ۵۰٪ افزایش ۳) ۳۳٪ کاهش ۴) ۳۳٪ افزایش

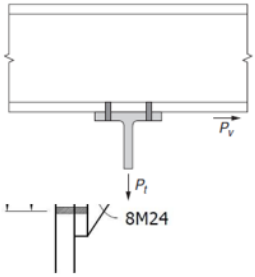
پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

طبق ضریب کاهشی Ksc که در صورت اثر مشترک کشش و برش در مقاومت برشی ضرب میشود، اگر n_b از ۴ به ۶ افزایش یابد($\frac{6}{4} = 1.5$ برابر شود) ، صورت کسر(T) نیز باید 1.5 برابر شود(یعنی ۵۰ ٪ افزایش یابد) تا تغییری در ضریب فوق ایجاد نشود.

۱۰-۲-۹-۳-۶ اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اصطکاکی

در اتصالات اصطکاکی، در صورت وجود توأم نیروی کششی و برشی، مقاومت برشی اسمی بر اساس کنترل لغزش طبق رابطهٔ ۱۰-۲-۹-۱۰ باید به شرح زیر در ضریب کاهش k_{sc} ضرب گردد.

$$k_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} \qquad (۱۰-۲-۹-۱۱)$$



T_u = نیروی کششی مورد نیاز

D_u = نسبت پیش‌تنیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش‌تنیدگی حداقل پیچ‌ها و مساوی

T_b = حداقل نیروی پیش‌تنیدگی پیچ طبق جدول ۱۰-۲-۹-۷

n_b = تعداد پیچ‌هایی که نیروی کششی را تحمل می‌کنند.

۱۰۸- در یک جوش گوشه با ساق‌های مساوی اگر بعد اول جوش $\sqrt{۲}$ برابر شود، نسبت بعد دوم به بعد اول چقدر باشد تا ظرفیت باربری جوش گوشه در مقطع مؤثر تغییر نکند؟

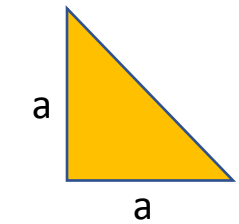
۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

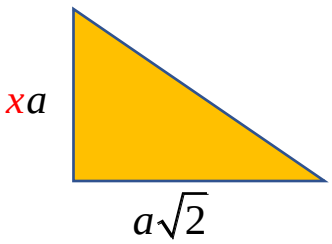
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.



$$t_e = \frac{a \times a}{\sqrt{a^2 + a^2}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$$



$$t_e = \frac{xa \times a\sqrt{2}}{a\sqrt{x^2 + \sqrt{2}^2}}$$

$$t_{e1} = t_{e2} \Rightarrow \frac{a}{\sqrt{2}} = \frac{xa\sqrt{2}}{\sqrt{x^2 + 2}}$$

$$\Rightarrow 2x = \sqrt{x^2 + 2}$$

$$x = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

بنابراین نسبت بعد دوم به اول برابر است با:

$$\frac{a_2}{a_1}=\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\frac{2}{3}}}=\boxed{\frac{\sqrt{3}}{3}}$$

تمرین: رابطه‌ی فوق را با مثلثات یا تشابه مثلث‌ها اثبات نمایید.

۱۰۹- در ستون مقابل حداقل نسبت $\frac{I_x}{I_y}$ برای اینکه کمانش خمشی حول محور x تعیین‌کننده نباشد، کدام است؟

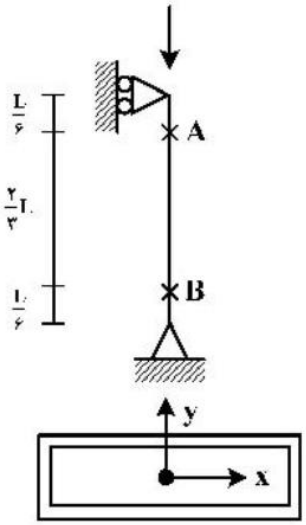
(ستون در نقاط A و B عمود بر صفحه مهارشده است.)

۱) $\frac{۲}{۳}$

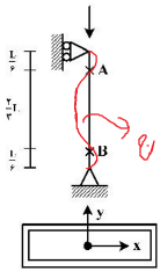
۲) $\frac{۴}{۹}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) $\frac{۹}{۴}$



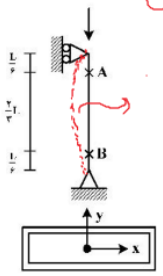
پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.



* کمانش حول محور x: کمانش خارج صفحه

کمانش خارج صفحه

کمانش حول محور y: کمانش درون صفحه



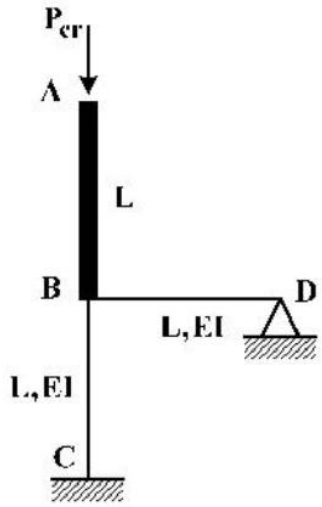
کمانش درون صفحه

$$\lambda_{\max-x}\langle\lambda_{\max-y}\Rightarrow\frac{kL_{\max-x}}{r_x}\langle\frac{kL_{\max-y}}{r_y}$$

$$\Rightarrow\frac{1\times\frac{2}{3}L}{r_x}\langle\frac{1\times L}{r_y}\Rightarrow\frac{2}{3}r_y\langle r_x\xrightarrow{r=\sqrt{\frac{I}{A}}}\boxed{\frac{4}{9}I_y\langle I_x}$$

سوال: در صورتی که در نقاط A و B مهار در درون صفحه باشد، کدام گزینه درست است؟

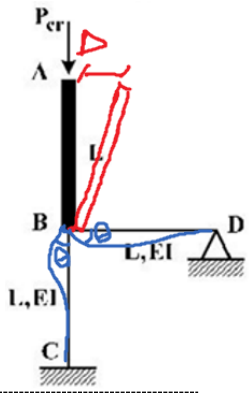
۱۱۰ در سازه نمایش داده شده بار بحرانی (P_{cr}) برحسب $(\frac{EI}{L^2})$ کدام است؟ (عضو AB صلب می‌باشد.)



۱) ۸
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۷

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

برای پیدا کردن بار بحرانی، یک جابجایی جانبی به اندازه Δ در A ایجاد میکنیم. سپس برای نقطه ی B رابطه‌ی شیب افت را مینویسیم؛ و خواهیم داشت:

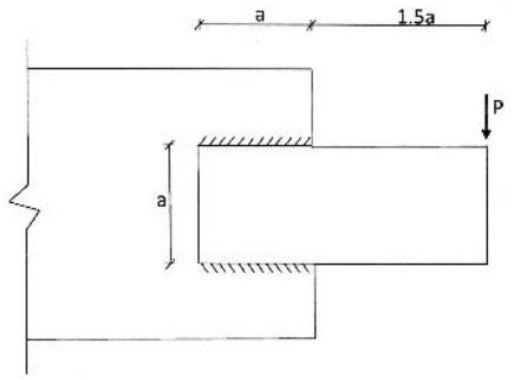


$$M_{BC}+M_{BD}=M_B=P_{cr}\times\Delta$$

$$\Rightarrow\left[\frac{2EI}{L}(2\theta_B+0)+0\right]+\left[\frac{3EI}{L}(\theta_B+0)+0\right]=P_{cr}\times\Delta\xrightarrow{\theta_B=\frac{\Delta}{L}}\frac{7EI}{L}(\frac{\Delta}{L})=P_{cr}\times\Delta$$

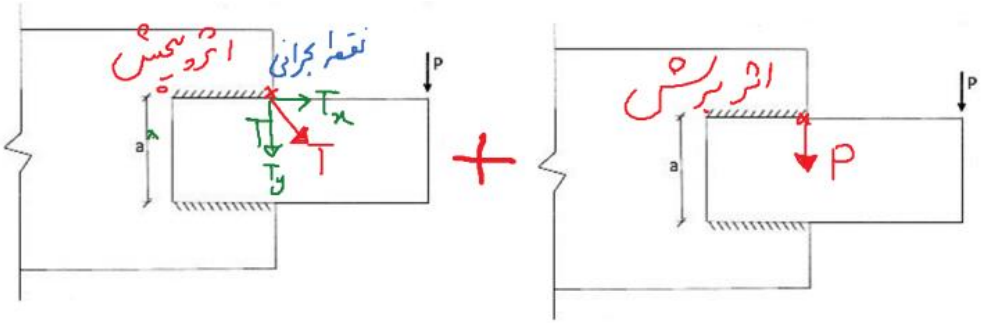
$$\Rightarrow\frac{7EI}{L}(\frac{\Delta}{L})=P_{cr}\times\Delta\Rightarrow\quad\boxed{P_{cr}=\frac{7EI}{L^2}}$$

۱۱۱- اتصال جوشی مطابق شکل را درنظر بگیرید اگر بعد مؤثر جوش گوشه t باشد، تنش برشی حداکثر در سطح مقطع مؤثر جوش گوشه چه ضریبی از $\frac{P}{at}$ است؟



۱) ۳/۵
۲) ۳
۳) ۲/۵
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.



$$J = I_x + I_y = 2(at)(\frac{a}{2})^2 + 2\times\frac{a^3t}{12} = \frac{2}{3}a^3t$$

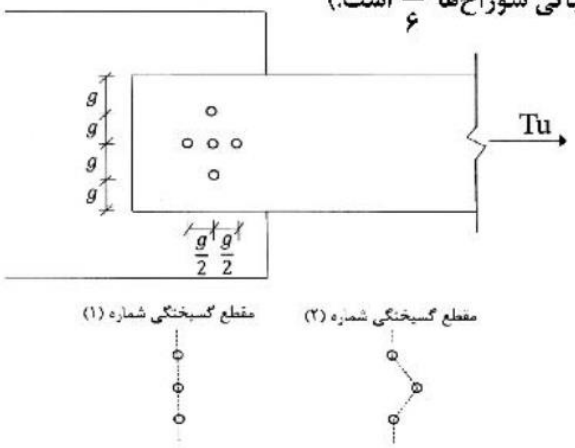
$$\tau_x = \frac{Ty}{J} = \frac{2Pa\times\frac{a}{2}}{\frac{2}{3}a^3t} = \underline{\frac{3P}{2at}}$$

$$\tau_y = \frac{Tx}{J} + \frac{P}{A} = \frac{2Pa\times\frac{a}{2}}{\frac{2}{3}a^3t} + \frac{P}{2at} = \underline{\frac{2P}{at}}$$

$$\Rightarrow \tau_{max} = \sqrt{\tau_x{}^2 + \tau_y{}^2} \Rightarrow \boxed{\tau_{max} = \frac{5P}{2at}}$$

سوال: اگر جوش پایینی حذف شود، تنش برشی حداکثر چند برابر می‌شود؟

۱۱۲- در اتصال شکل نشان داده شده، مقاومت کشش اسمی در مقطع گسیختگی شمارهٔ (۲) چند برابر مقاومت کشش اسمی در مقطع گسیختگی شمارهٔ (۱) است؟ (قطر محاسباتی سوراخ‌ها $\frac{g}{6}$ است.)



۱) $\frac{7}{6}$

۲) $\frac{9}{7}$

۳) $\frac{7}{9}$

۴) $\frac{6}{7}$

پاسخ:گزینه ؟ صحیح است. مسیر ۲ باید کل نیرو را تحمل کند، اما در مسیر ۱، ۵/۴ نیرو تحمل میشود چرا که با عبور از پیچ جلویی، ۵/۱ نیرو تلف میشود!

$$T_{n2} = F_u A_n = F_u\left(4gt - 3(\frac{g}{6})t + 2\frac{\left(\frac{g}{2}\right)^2}{4g}t\right) = \underline{\frac{29}{8}F_u gt}$$

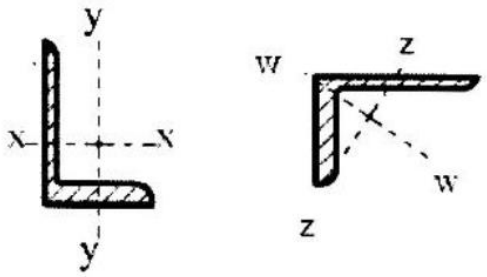
$$\frac{4}{5}T_{n1} = F_u A_n = F_u\left(4gt - 3(\frac{g}{6})t\right) = \underline{\frac{7}{2}F_u gt}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{n2}}{T_{n1}} = \frac{\frac{29}{8}F_u gt}{\frac{7}{2}F_u gt \times \frac{5}{4}} = \underline{\frac{29}{35}}$$

نزدیک به گزینه ۴- (اگر صورت کسر را به جای ۲۹ برابر ۳۰ درنظر بگیریم!)

توجه: این سوال کپی شده از آزمون محاسبات ۹۵ می باشد، تنها تفاوت تغییر قطر از $\frac{g}{5}$ به $\frac{g}{6}$ در این سوال می‌باشد. مبحث کشش را اغلب داوطلبان مطالعه میکنند، بنابراین طراح محترم باید دقت کند اشتباه محاسباتی مرتکب نشود تا داوطلبانی که مطالعه کرده‌اند، حقشان ضایع نگردد.

۱۱۳- در طراحی خمشی مقطع نبشی تک، ملاک طراحی مشخصات هندسی کدام‌یک از محورهای نشان داده شده در شکل است؟



۱) درصورت تأمین مهار کافی در طول نبشی در برابر کمانش پیچشی ـ جانبی، طراحی براساس مشخصات هندسی محورهای x و y انجام می‌شود.

۲) طراحی همواره بایستی براساس مشخصات هندسی محورهای x و y انجام شود.

۳) درصورت عدم تأمین مهار کافی در طول نبشی در برابر کمانش پیچشی ـ جانبی طراحی براساس مشخصات هندسی محورهای x و y انجام می‌شود.

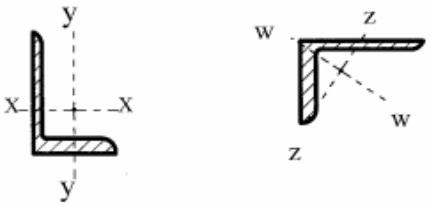
۴) طراحی همواره بایستی براساس مشخصات هندسی محورهای w و z انجام شود.

پاسخ:گزینه ۱ صحیح است.

محورهای اصلی نبشی، محورهای z و w می باشند. طراحی معمولا بر اساس این محورها انجام می‌شود، اما اگر حول محورهای x-y، شعاع ژیراسیون ry به گونه‌ای باشد که مقدار $L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ به مقدار کافی تامین باشد($L_b \langle L_p$)، میتوان از محورهای x-y نیز در طراحی استفاده کرد. بند آیین نامه نیز صریح این موضوع را بیان کرده است:

۱۰-۲-۵-۱۰ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نبشی تک

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نبشی تک که تحت اثر لنگر خمشی قرار دارد.

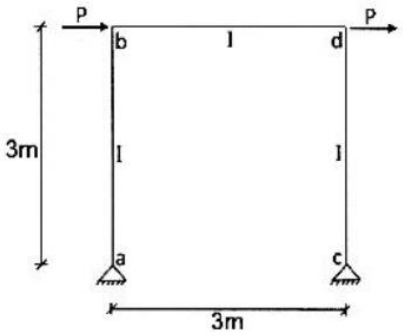


در نبشی‌های تک که در تمام طول خود به طور پیوسته در مقابل کمانش پیچشی- جانبی مهار شده باشند، طراحی بر اساس مشخصات هندسی محورهای (x,y) مجاز می‌باشد اما در نبشی‌هایی که در تمام طول خود فاقد مهار کافی در مقابل کمانش پیچشی- جانبی هستند باید بر اساس مشخصات هندسی محورهای اصلی نبشی (w,z) محاسبه و طراحی شوند.

۱۱۴- برای قاب فولادی نشان داده شده مقاومت خمشی طراحی (M_c) تیر و ستون‌ها یکسان و برابر ۸۰ تن در متر، مقاومت فشاری طراحی (P_c) ستون‌ها برابر ۶۰ تن و مقاومت کششی طراحی (T_c) ستون‌ها برابر ۷۲ تن است. صرف‌نظر از مقاومت برشی تیر و ستون‌ها، برای تعیین مقدار P کدام عضو بحرانی‌تر بوده و مقدار آن کدام است؟

- ضابطهٔ کنترل اثر همزمان نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی $\frac{P_u}{P_c}+\frac{8}{9}\left(\frac{M_u}{M_c}\right)\le 1$

- ضابطهٔ کنترل اثر همزمان نیروی محوری کششی و لنگر خمشی $\frac{T_u}{T_c}+\frac{8}{9}\left(\frac{M_u}{M_c}\right)\le 1$

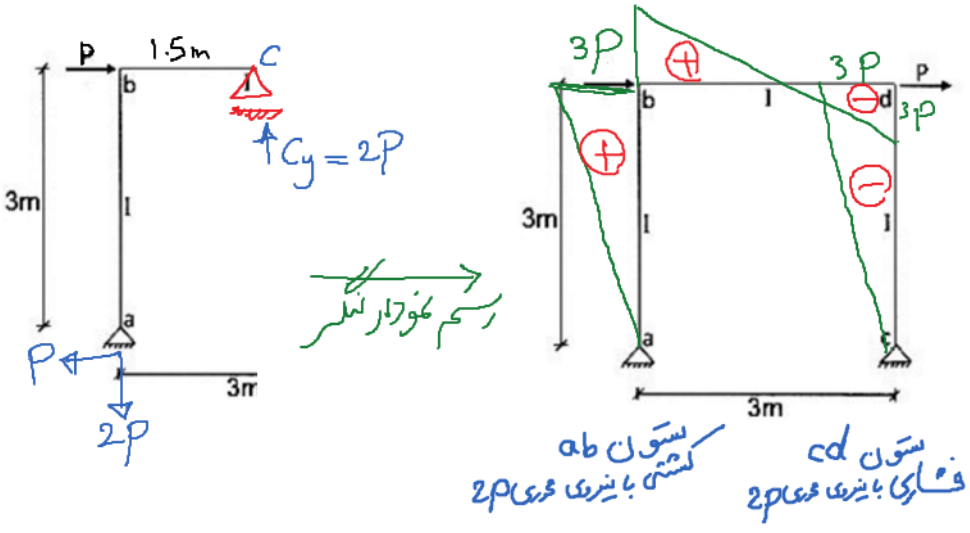


۱) ستون‌های ab و cd، ۱۶٫۳ تن
۲) ستون cd، ۱۵ تن
۳) تیر bd، ۲۲٫۵ تن
۴) ستون ab، ۳۰ تن

پاسخ:گزینه ۲ صحیح است.

در روابط فوق، مقدار Pu و Mu را نیاز داریم.، (البته در تیر نیروی محوری صفر می‌باشد)

با توجه به خواص تقارن و پادتقارن، به جای تحلیل سازه فوق، میتوانیم سازه زیر را تحلیل کنیم:



ابتدا ستون cd که فشاری بوده و مقدار Pc اش نسبتا عدد رندتری (!) میباشد را چک میکنیم:

$$\frac{2P}{60}+\frac{8}{9}(\frac{3P}{80})\le 1\Rightarrow \frac{2P}{30}\le 1\Rightarrow \boxed{P\le 15}$$

با توجه به اینکه مقادیر گزارش شده در گزینه ها بیشتر از ۱۵ تن می باشد، بنابراین حتی چک ستون کششی ab نیاز نیست! و حالت بحرانی در ستون cd رخ میدهد. تیر bd نیز نمی‌تواند بحرانی باشد، چون نیروی محوری اش صفر بوده و فقط لنگر خمشی تحمل میکند.

این سوال گرچه سوال مشکلی است، اما با شباهت بالای ۹۰ درصد در کنکور ۹۷(البته با درجه سختی بیشتر!) تکرار شده است.

۱۱۵- جوش اتصال ساده تیر به ستون از نوع نبشی‌جان در محل اتصال به جان تیر و بال ستون به‌ترتیب تحت چه نیروهایی طراحی می‌شوند؟

۱) هر دو تنها تحت نیروی برشی

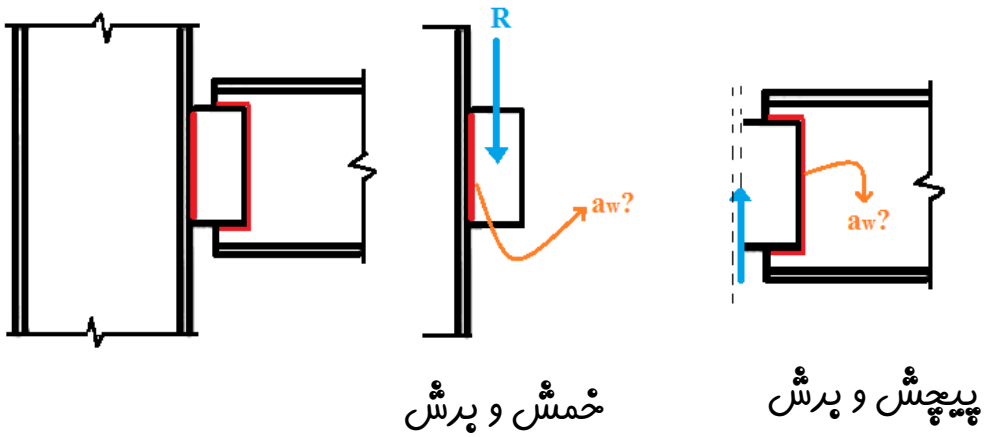
۲) هر دو تحت نیروی برشی و لنگر خمشی

۳) نیروی برشی و لنگر پیچشی ـ نیروی برشی و لنگر خمشی

۴) نیروی برشی و لنگر خمشی ـ نیروی برشی و لنگر پیچشی

پاسخ:گزینه ۳ صحیح است.

جوش نبشی در محل اتصال به جان تیر باید بر اساس پیچش و برش طرح گردد. اما در محل اتصال به بال ستون برای برش و خمش. به شکل زیر دقت کنید:



موفق باشید