سری عمران

حل سوالات
آزمون محاسبات نظام مهندسی

توسط گروه اساتید سری عمران

آبان ماه ۱۴۰۳

۰۲۱۸۸۳۰۰۴۷۴ | ۰۲۱۸۸۳۱۲۵۲۷

serieomran

www.serieomran.com

سری عمران

حل سوالات
درس فولاد آزمون محاسبات

توسط گروه اساتید سری عمران

۰۲۱۸۸۳۰۰۴۷۴ | ۰۲۱۸۸۳۱۲۵۲۷
serieomran
www.serieomran.com

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۴۳- در یک ساختمان فولادی مقطع یکی از ستون‌ها از نوع IPH 300 بوده و طراحی به روش LRFD و روش تحلیل مستقیم مدنظر است. حداکثر نیروی محوری قابل تحمل توسط این ستون برای آنکه مقدار ضریب τ_b از 0.8 کمتر نباشد، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

$E=2\times10^5$ MPa , $F_y=360$ MPa

۱) 980 kN
۲) 2580 kN
۳) 3880 kN
۴) 1480 kN

پاسخ ۴۳)؟

حداکثر نیروی محوری قابل تحمل توسط ستون همان مقاومت فشاری طراحی ستون است که برای محاسبه آن هم باید کمانش خمشی و هم کمانش پیچشی در نظر گرفته شود و چون طول ستون داده نشده است، حل این تست امکان پذیر نمی‌باشد و تست ایراد جدی دارد.

احتمالاً منظور طراح محترم از حداکثر نیروی محوری قابل تحمل توسط ستون، مقاومت محوری فشاری مورد نیاز (P_r) بوده است که اساساً ربطی به ظرفیت فشاری مقطع ندارد و با توجه به بارگذاری سازه به دست می‌آید. با این فرض که مقاومت محوری فشاری مورد نیاز (P_r) مدنظر طراح محترم بوده است، با توجه به محدوده τ_b ($\tau_b \geq 0.8$) و رابطه (۱۰-۱۷) صفحه ۴۷۰ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، داریم:

نام آزمون: ..... نام درس: فولاد

ادامه سوال ۴۳

$\zeta_b = 4\alpha \frac{f_r}{f_y}\left(1-\alpha\frac{f_r}{f_y}\right)$ و $\alpha=1.0$ (روش LRFD) $\rightarrow \zeta_b = 4\frac{f_u}{f_y}\left(1-\frac{f_u}{f_y}\right) \geq 0.8$

اگر پارامتر $\frac{f_u}{f_y}$ برابر x فرض شود، داریم: (توجه داریم که در این حالت $x>0.5$ می باشد)

$4x(1-x) \geq 0.8 \rightarrow 4x-4x^2 \geq 0.8 \rightarrow 4x^2-4x+0.8 \leq 0 \rightarrow$

$4x^2-4x+0.8+0.2 \leq 0.2 \rightarrow 4x^2-4x+1 \leq 0.2 \rightarrow (2x-1)^2 \leq 0.2 \rightarrow$

$2x-1 \leq \sqrt{0.2} = 0.45 \rightarrow 2x \leq 1.45 \rightarrow x \leq 0.725 \rightarrow \frac{f_u}{f_y} \leq 0.725 \rightarrow$

$f_u \leq 0.725 f_y \rightarrow (f_u)_{max} = 0.725 f_y = 0.725 A_g F_y = 0.725 \times 149 \times 10^2 \times 36$

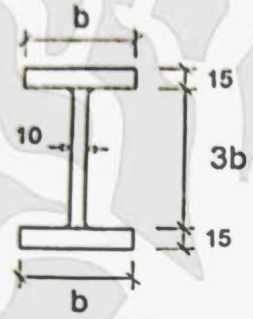
$= 3888900\,N = 2888.9\,kN$

در این صورت مقدار محاسبه شده برای مقاومت محوری کشاری مورد نیاز به عدد گزینه سوم نزدیک تر است و این گزینه باید به عنوان گزینه صحیح انتخاب شود.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال: ۴۴- در مقطع فولادی شکل زیر حداکثر مقدار b برای آنکه مقطع تحت اثر لنگر خمشی حول محور قوی غیرلاغر باشد به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$F_y=240\ MPa$ و $E=2\times10^5\ MPa$



۱) 580 mm
۲) 545 mm
۳) 525 mm
۴) 620 mm

پاسخ ۴۴) ۲ در این تیرورق برای اینکه مقطع تحت اثر لنگر خمشی حول محور قوی، غیرلاغر باشد، باید هم لاغری جان و هم لاغری بال مقطع کوچکتر از مقدار لاغری λ_r متناظرشان باشد.

با توجه به حالت ۱۸ جدول ۳-۳ صفحه ۹۳ جلد اول کتاب فولاد محاسبات سری عمران، مقدار λ_r برای جان تیرورق I شکل متقارن با دو محور تقارن، برابر $5.7\sqrt{\frac{E}{F_g}}$ است و

با توجه به حالت ۱۱ همین جدول، مقدار λ_r برای بال این تیرورق، برابر $0.95\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$ می‌باشد. برای یافتن حداکثر مقدار b، با کنترل لاغری جان تیرورق شروع می‌کنیم، چون درصورت کنترل لاغری بال تیرورق، به پارامتر k_c نیاز داریم که خودش تابع لاغری جان تیرورق است و چون ارتفاع جان مقطع مشخص نیست و مربعی از ما است، کنترل لاغری بال امکان پذیرنیست. برای کنترل لاغری جان تیرورق داریم:

ادامه سوال ۴۴

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = \frac{۳b}{۱۰} = ۰,۳b \leq \lambda_{rw} = ۸,۷\sqrt{\frac{E}{F_y}} = ۸,۷\sqrt{\frac{۲×۱۰^۵}{۲۴۰}} = ۱۲۴,۸ \rightarrow$$

$$b \leq \frac{۱۲۴,۸}{۰,۳} = ۸۲۸,۳mm$$

$$b \leq ۸۲۸,۳mm \rightarrow h_w = ۳b \leq ۳×۸۲۸,۳ = ۱۶۴۴,۹\,mm$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} \leq \frac{۱۶۴۴,۹}{۱۰} = ۱۶۴,۴۹ \rightarrow \sqrt{\frac{h}{t_w}} \leq \sqrt{۱۶۴,۴۹} = ۱۲,۸۳ \rightarrow$$

$$\frac{۱}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \geq \frac{۱}{۱۲,۸۳} = ۰,۰۷۷۹ \rightarrow k_c = \frac{۴}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \geq ۴×۰,۰۷۷۹ = ۰,۳۱۱۶$$

برای مقدار ماکزیمم b محاسبه شده $(۸۲۸,۳mm)$، k_c محاسباتی برابر $۰,۳۱۱۶$ می شود که چون این پارامتر نمی تواند کوچکتر از $۰,۳۵$ باشد، همین مقدار $۰,۳۵$ را برای k_c در نظر می گیریم

و داریم:

$$\lambda_f = \frac{b_f - t_w}{۲t_f} \leq \lambda_{rf} = ۰,۹۵\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$$

$$\lambda_f = \frac{b_f - t_w}{۲t_f} = \frac{b-۱۰}{۲×۱۵} = \frac{b-۱۰}{۳۰} \text{ و } S_{xt} = S_{xc} \text{ (نیر ورق شعار)} \Rightarrow$$

$$\frac{S_{xt}}{S_{xc}} = ۱ > ۰,۷ \Rightarrow F_L = ۰,۷F_y \rightarrow \lambda_{rf} = ۰,۹۵\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}} = ۰,۹۵\sqrt{\frac{۰,۳۵×۲×۱۰^۵}{۰,۷×۲۴۰}}$$

$$= ۱۹,۳۹ \text{ و } \lambda_f \leq \lambda_{rf} \rightarrow \frac{b-۱۰}{۳۰} \leq ۱۹,۳۹ \rightarrow b \leq ۳۰×۱۹,۳۹ + ۱۰ = ۵۹۱,۷mm$$

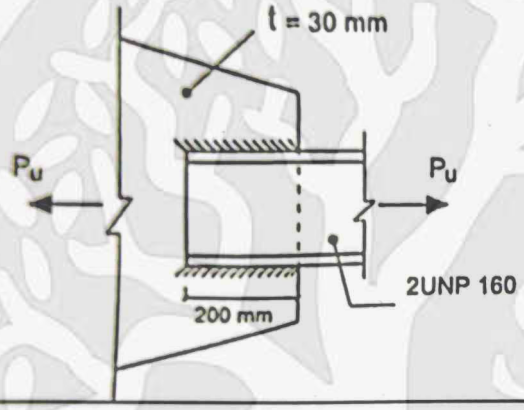
با توجه به اینکه حتماً باید جان مقطع غیرلاغر باشد، طبق محاسبات انجام شده در ابتدای حل شد، باستی $b \leq ۵۲۸,۳mm$ باشد که دیده می شود حداکثر مقدار b $(۵۲۸,۳mm)$ به عدد ارائه شده در گزینه دوم نزدیک تر است.

بنابراین گزینه دوم صحیح است.

www.serieomran.com

نام آزمون: محاسبات ..... نام درس: فولاد .....

سؤال: ۴۵- در عضو کششی زیر با مقطع دوبل ناودانی 160 مقدار ضریب تاخیر برش به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) 0.91
۲) 0.86
۳) 0.82
۴) 0.75

پاسخ ۴۵) ۴) با توجه به حالت شماره (۳) صفحه ۵۵ جلد اول کتاب فولاد محاسبات سری عمران، ضریب تأخیر برشی ناودانی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$U = \frac{3L^2}{3L^2 + w^2}\left(1 - \frac{\bar{x}}{L}\right)$$

با توجه به جدول پروفیل‌های ساختمانی آشتال، برای ناودانی UNP160، فاصله مرکز سطح ناودانی تا وجه بیرونی جان مقطع (e_y) برابر با ۱۸٫۴ mm است و داریم:

$$U = \frac{3L^2}{3L^2 + w^2}\left(1 - \frac{\bar{x}}{L}\right) = \frac{3\times 200^2}{3\times 200^2 + 160^2}\left(1 - \frac{18.4}{200}\right) = 0.748 \simeq 0.75$$

تذکر: توجه داریم که نیروی کششی فقط از لبه‌ی جوش‌های طولی در دو لبه‌ی موازی منتقل می‌شود.

بنابراین گزینه‌ی چهارم صحیح است.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۴۶- یک عضو فشاری با مقطع ناودانی تک UNP 320 و به طول 3 متر مفروض است. براساس حالت حدی کمانش خمشی – پیچشی، مقدار تنش فشاری (F_{cr}) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ضریب طول مؤثر برای کمانش‌های خمشی و پیچشی برابر واحد در نظر گرفته شوند.

F_y=240 MPa , E=2×10⁵ MPa

۱) $0.62F_y$

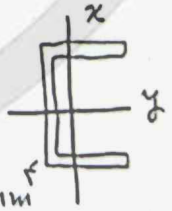
۲) $0.74F_y$

۳) $0.83F_y$

۴) $0.67F_y$

۴۶) ۳) با توجه به حالت الف ارائه شده در صفحه ۱۵۳ جلد اول کتاب فولاد محاسبات سری عمران، F_e برای مقاطع با یک محور تقارن (مانند ناودانی) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید که در آن، محور تقارن مقطع، محور y است:

$$K_x = K_y = K_z = 1.0 \quad , \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{E}{2(1+0.3)} = \frac{E}{2.6}$$



UNP320: $r_y = 121\,mm$, $C_w = 9879.0 \times 10^6\,mm^6$ و $J = 68.8 \times 10^4\,mm^4$

$A_g = 78.8 \times 10^2\,mm^2$ و $x_M = 28.2\,mm = y_0$ (فاصله مرکز سطح و مرکز برش مقطع که در جهت y_0 نامگذاری شده است)

$I_x = 897 \times 10^4\,mm^4$ و $I_y = 1078.0 \times 10^4\,mm^4$

www.serieomran.com

سری عمران

ناشر اول و برتر کشور در مهندسی عمران

با بیش از پانزده سال تجربه آموزشی

پرفروش ترین کتاب ها را در سری عمران پیدا میکنید

www.serieomran.com

۰۲۱-۸۸۳۰۰۴۷۴

ادامه سوال ۴۶.

$$F_e=\left(\frac{F_{ey}+F_{ez}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey}+F_{ez})^2}}\right]$$

$$F_{ey}=\frac{\pi^2E}{\left(\frac{k_yL}{r_y}\right)^2}=\frac{\pi^2\times2\times10^5}{\left(\frac{1\times3000}{121}\right)^2}=3211,13\,MPa$$

$$\bar{r}_o^2=x_o^2+y_o^2+\frac{I_x+I_y}{A_g}=0+48,2^2+\frac{697\times10^4+1087\times10^4}{78,8\times10^2}=17481,2\,mm^2$$

$$F_{ez}=\left[\frac{\pi^2ECw}{(k_zL)^2}+G\right]\frac{1}{A_g\bar{r}_o^2}=\left[\frac{\pi^2\times2\times10^5\times9869\times10^6}{(1\times3000)^2}+\frac{2\times10^5}{2,6}\times68,8\times10^4\right]\times$$

$$\frac{1}{78,8\times10^2\times17481,2}=685MPa\,,\quad H=1-\frac{x_o^2+y_o^2}{\bar{r}_o^2}=1-\frac{0+48,2^2}{17481,2}=0,87$$

$$F_e=\left(\frac{F_{ey}+F_{ez}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey}+F_{ez})^2}}\right]\Rightarrow F_e=\frac{3211,13+685}{2\times0,87}\left[1-\sqrt{1-\frac{4\times3211,13\times685\times0,87}{(3211,13+685)^2}}\right]$$

$$=542,3MPa\,,\quad\frac{F_y}{F_e}=\frac{440}{542,3}=0,81<2,25\longrightarrow F_{cr}=\left[0,658^{\frac{F_y}{F_e}}\right]F_y$$

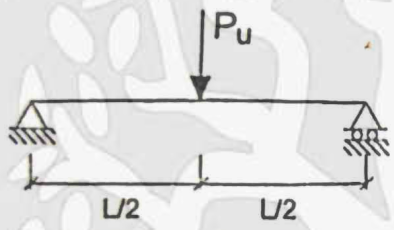
$$=\left[0,658^{0,81}\right]F_y=0,73F_y$$

بنابراین گزینهٔ سوم صحیح است.

نام آزمون: عمارت نام درس: فولاد

سؤال: ۴۷- برای آنکه مقدار مقاومت خمشی اسمی تیر شکل زیر از لنگر پلاستیک مقطع آن (M_p) کمتر نباشد، حداکثر طول آن با مقطع IPE 300 و خمش حول محور قوی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است ؟ مهارهای جانبی فقط در ابتدا و انتهای تیر قرار دارند و از وزن در واحد طول تیر صرف‌نظر شود.

$F_y=240\ MPa$, $E=2\times10^5\ MPa$



۱) 4.2 m
۲) 5.6 m
۳) 1.7 m
۴) 3.4 m

۴۷) با توجه به اینکه مهارهای جانبی، فقط در ابتدا و انتهای تیر قرار دارند، طول L_b برابر کل طول تیر (L) می‌باشد. با توجه به نمودار لنگر خمشی تیر (شکل زیر) و همچنین با توجه به حالت شماره (۵) جدول ۵-۲ صفحه ۲۱۳ جلد اول کتاب فولاد محاسبات سری عمران، ضریب اصلاح کاهش پیچش جانبی (C_b) برابر ۱,۳۲ است. با فرض کمانش پیچشی جانبی غیرارتجاعی تیر داریم:

(از اشکال جناب آقای دکتر اباذر اصغری)

IPE۳۰۰: $L_p=1702mm$ و $L_r=8641\ mm$

$S_x=857cm^3=857\times10^3mm^3$, $Z_x=628\ cm^3 \rightarrow Z_x=628\times10^3\ mm^3$

$$M_n=C_b\left[M_p-(M_p-0.7F_yS_x)\left(\frac{L_b-L_p}{L_r-L_p}\right)\right]\le M_p,\ M_p=Z_xF_y \Longrightarrow$$

$$M_n=1.32\left[628\times10^3\times240-(628\times10^3\times240-0.7\times240\times857\times10^3)\left(\frac{L_b-1702}{8641-1702}\right)\right]$$

$$=1.32\left[180.72\times10^6-1450.2(L_b-1702)\right]=M_p=Z_xF_y=628\times10^3\times240$$

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فولاد ...

سؤال: ادامه سوال ۴۷.

$= 180,72\times10^{6} \rightarrow 180,72\times10^{6} - 1450,2(l_b - 1702) = \frac{180,72\times10^{6}}{1,32} = 114,18\times10^{6}$

$\rightarrow l_b - 1702 = \frac{180,72\times10^{6} - 114,18\times10^{6}}{1450,2} = 2818,7mm \rightarrow l_b = 2818,7 + 1702$

$= 4220,7mm = 4,220Vm \simeq 4,2m$ و $l_p \simeq 1,7m < l_b \simeq 4,2m < l_r \simeq 8,6m$ Ok

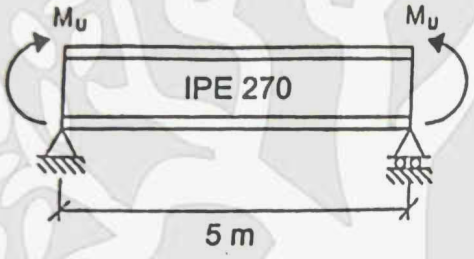
بنابراین گزینه اول صحیح است.

تذکر: اگر تیر تحت خمش محض بود (تحت اثر لنگرهای خمشی یکنواخت و مختلف الجهت M در دو سر آن)، حداکثر طول تیر برای اینکه به ظرفیت خمشی پلاستیک خود برسد، برابر $l_p \simeq 1,7m$ بود ولی در این تست به خاطر اثر مثبت ضریب اصلاح کمانش پیشی جانبی که بزرگتر از ۱ است، تیری نوانند لهولی بزرگتر از l_p داشته باشد ولی باز هم به ظرفیت خمشی پلاستیک خود برسد.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال: ۴۸- در طراحی به روش LRFD و کنترل مقاومت خمشی، حداکثر لنگر خمشی نهایی (M_u) قابل تحمل توسط تیر نشان داده شده در شکل زیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مهارهای جانبی فقط در ابتدا و انتهای تیر قرار دارند و از وزن تیر صرف‌نظر نمائید.

F_y= 240 MPa و $E=2\times10^5$ MPa



۱) 116.2 kN.m
۲) 75.2 kN.m
۳) 67.7 kN.m
۴) 104.6 kN.m

پاسخ گروه اساتید سری عمران:

۴۸) ۳ با توجه به یکسان بودن لنگرهای خمشی دو سر تیر، تیر تحت اثر خمش محض قرار دارد و لنگر خمشی در طول تیر، ثابت است (نمودار لنگر خمشی تیر به شکل مستطیل است). با توجه به حالت اول جدول ۵-۲ جلد اول کتاب فولاد محاسبات مؤسسه سری عمران، ضریب اصلاح کانش پیچشی تیر (C_b) برابر واحد است و داریم:

IPE۲۷۰: $S_x=429\,cm^3=429\times10^3\,mm^3$ و $Z_x=484\,cm^3=484\times10^3\,mm^3$

$L_p=1834\,mm$ و $L_r=8262\,mm$

$L_p=1834\,mm < L_b=6000\,mm < L_r=8262$ ، $C_b=1.0$

بنابراین تیر کانش پیچشی جانبی غیر ارتجاعی را تجربه می‌کند و داریم:

نام آزمون: حاب‌بات نام درس: فولاد

سؤال: ادامه سوال ۴۸

$$M_n = C_b\left[M_p - (M_p - 0.7F_y S_x)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right] = C_b\left[Z_x F_y - (Z_x F_y - 0.7F_y S_x)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right]$$

$$= 4814\times10^3 \times 240 - \left(4814\times10^3 \times 240 - 0.7\times240\times429\times10^3\right)\times\left(\frac{8000 - 1534}{8262 - 1534}\right) \Rightarrow$$

$$M_n = 78170489.2\ N.mm \simeq 78.2\times10^6\ N.mm = 78.2\ kN.m$$

$$M_d = \phi_b M_n = 0.9\times78.2 = 70.38\ kN.m \simeq 70.7\ kN.m$$

می‌دانیم ظرفیت خمشی تیر، همان مقاومت طراحی آن (M_d) است که لنگر خمشی نهایی (M_u) تیر، حداکثری تواند برابر آن باشد.

بنابراین گزینهٔ سوم صحیح است.

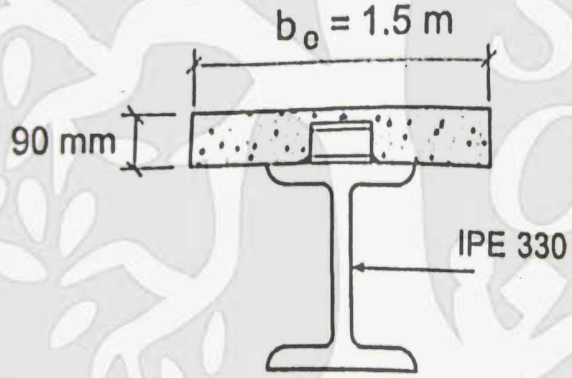
www.serieomran.com

نام آزمون: عمران نام درس: مقاومت

سؤال:

۴۹- در تیر مختلط دو سر سادهٔ شکل زیر به‌طول L_e و تحت اثر بار گستردهٔ یکنواخت q_u از 24 عدد ناودانی UNP 60 به‌طول 50 mm به‌عنوان برشگیر استفاده شده است. درخصوص این تیر مختلط کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟ فرض کنید فاصلهٔ ناودانی‌ها از یکدیگر در محدودهٔ مجاز قرار داشته و در فواصل مساوی در طول تیر توزیع شده‌اند.

F_y= 240 MPa , $E=2\times10^5$ MPa , f'_c = 30 MPa , W_c=2500 kg/m^3



۱) تیر دارای عملکرد مختلط کامل است.
۲) بستگی به q_u دارد و ممکن است دارای عملکرد مختلط کامل یا ناقص باشد.
۳) تیر دارای عملکرد مختلط ناقص است.
۴) بستگی به طول تیر (L_e) دارد و ممکن است دارای عملکرد مختلط کامل یا ناقص باشد.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۴۹) برای اینکه تیر دارای عملکرد مختلط کامل باشد، باید مجموع مقاومت برشی اسمی برشگیرها در فاصله تکیه‌گاه (محل برش صفر) تا وسط تیر (محل لنگر خمشی ماکزیمم که برش برابر صفر است) برابر با مقاومت برشی افقی مورد نیاز کل تیر مختلط (V_h) باشد. با توجه به رابطه (۴۴-۹) صفحه ۳۴ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، داریم:

$$V_h = \min(0.85 f'_c A_c, F_y A_s)$$

$$A_c = b_c t_s = 1.25 \times 1000 \times 90 = 135000\,mm^2 \quad و \quad A_s = 42.6\,cm^2 = 4260\,mm^2 \ (\text{مربوط به IPE330})$$

$$V_h = \min(0.85 \times 30 \times 135000 \ و \ 240 \times 4260) = \min(3442800\,N \ و \ 1022400\,N)$$

$$= 1022400\,N = 1022.4\,kN$$

مقاومت برشی یک عدد برشگیر ناودانی از رابطهٔ (۴۱-۹) صفحه ۳۲ جلد دوم فولاد محاسبات سری عمران به دست می‌آید و داریم

سری عمران

ناشر اول و برتر کشور در مهندسی عمران

با بیش از پانزده سال تجربه آموزشی

پرفروش ترین کتاب ها را در سری عمران پیدا میکنید

www.serieomran.com

۰۲۱-۸۸۳۰۰۴۷۴

نام آزمون: ..... نام درس: .....

ادامه سوال ۴۹.

$$Q_n = 0,3(t_f + 0,5t_w)L_a\sqrt{f'_c E_c}$$

UNP 30: $t_f = 7mm$, $t_w = 7mm$, $L_a = 50mm$

$$E_c = 0,043 w_c^{1,5}\sqrt{f'_c}$$ (رابطه (۹-۹) صفحه ۱۷ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران)

$$E_c = 0,043 \times 2500^{1,5}\sqrt{30} = 29440,1 MPa$$

$$Q_n = 0,3(t_f + 0,5t_w)L_a\sqrt{f'_c E_c} = 0,3(7 + 0,5\times 7)\times 50\sqrt{30\times 29440,1} \rightarrow$$

$$Q_n = 12681,5N \simeq 126,9kN$$

با توجه به کل تعداد برشگیرها که ۲۴ عدد است، نتیجه می‌شود که در فاصله تکیه‌گاه تا وسط تیر از ۱۲ برشگیر نادرانی استفاده شده است که مقاومت مجموع آنها برابر است با:

$$\Sigma Q_n = n \times Q_n = 12 \times 126,9 = 1522,8 kN > V_h = 1502,4 kN$$

با توجه به اینکه مجموع مقاومت برشی برشگیرها از مقاومت برشی مورد نیاز کل تیر مختلط بزرگتر است، نتیجه می‌شود که تیر دارای عملکرد مختلط کامل است. قابل ذکر است که شدت بارگذاری روی تیر تأثیری در نوع عملکرد تیر مختلط (کامل یا ناقص) ندارد.

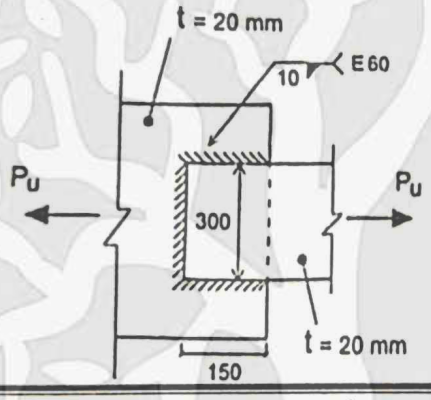
بنابراین گزینه اول صحیح است.

سری عمران
Serie Omran
www.serieomran.com

نام آزمون: عابیات نام درس: فولاد

سؤال: ۵۰- فقط براساس کنترل مقاومت جوش، حداکثر P_u قابل تحمل توسط اتصال دو ورق به یکدیگر (اتصال شکل زیر) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ حداکثر مقدار قابل‌قبول مدنظر این سوال است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$F_y=240$ MPa , $E=2\times10^5$ MPa



۱) 1250 kN

۲) 940 kN

۳) 1070 kN

۴) 800 kN

پاسخ

۵۰) ۲) با توجه به شکل شت، دیده می‌شود که جوش متشکل از جوش های گوشه طولی و عرضی بوده و نیروی وارده بر مرکز ثقل گروه جوشها اثری کند و در استداد جوش های گوشه طولی است. با توجه به تبصره (۲) صفحه ۱۴۹ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، داریم:

$$R_{n1}=R_{nwL}+R_{nwt}=F_{nw}\left(\sum L_{Li}+\sum L_{ti}\right)\times\frac{\sqrt{2}}{2}a$$

$$R_{n2}=0.85R_{nwL}+1.5R_{nwt}=F_{nw}\left(0.85\sum L_{Li}+1.5\sum L_{ti}\right)\times\frac{\sqrt{2}}{2}a$$

$$R_n=\max(R_{n1},R_{n2}) \quad ,\quad \phi=0.75 \quad ,\quad F_{nw}=0.6F_{ue} \quad ,\quad F_{ue}=70\,ksi=70\times7=420\,MPa$$

$$R_{n1}=0.6F_{ue}\left(\sum L_{Li}+\sum L_{ti}\right)\times\frac{\sqrt{2}}{2}a=0.6\times420\left(150+150+1000\right)\times\frac{\sqrt{2}}{2}\times10$$

$$\Rightarrow R_{n1}=1.6914\times10^4\,N\simeq1691.4\,kN$$

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال: ادامه سوال ۵۰

$$R_{n2} = F_{nv}(0.58\sum L_{li} + 1.5\sum L_{ti})\times\frac{\sqrt{2}}{2}a = 0.6\times 420\left[0.58\times(150+150)+1.5\times 300\right]\times$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}\times 10 \Rightarrow R_{n2} = 1256248.9N \simeq 1256.2kN$$

$$R_n = \max(R_{n1}, R_{n2}) = \max(1069.1kN, 1256.2kN) = 1256.2kN$$

$$(P_u)_{max} = R_d = \phi R_n = 0.75R_n = 0.75\times 1256.2 = 942.18\ kN$$

با توجه به گزینه ها، دیده می شود که نزدیک ترین گزینه به مقدار محاسبه شده، فوق، گزینهٔ دوم است و بنابراین پاسخ صحیح، همین گزینهٔ دوم است.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۵۱- فرض کنید اتصال شکل زیر مربوط به یک قاب خمشی ویژه است. اگر از اثر بارهای ثقلی صرف‌نظر شود و نیز به‌طور محافظه‌کارانه از اثر نیروی برشی ستون صرف‌نظر شود، براساس کنترل برش در چشمهٔ اتصال، حداقل ضخامت ورق‌های تشکیل‌دهنده مقطع ستون به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید اتصال از نوع WUF-W بوده و طراحی به روش LRFD مدنظر است. همچنین فرض کنید در تحلیل از آثار تغییر شکل غیرالاستیک چشمهٔ اتصال استفاده نشده. اتصال تیرهای عمود بر صفحهٔ کاغذ مفصلی و $\frac{P_{uc}}{P_{yc}} < 0.4$ است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

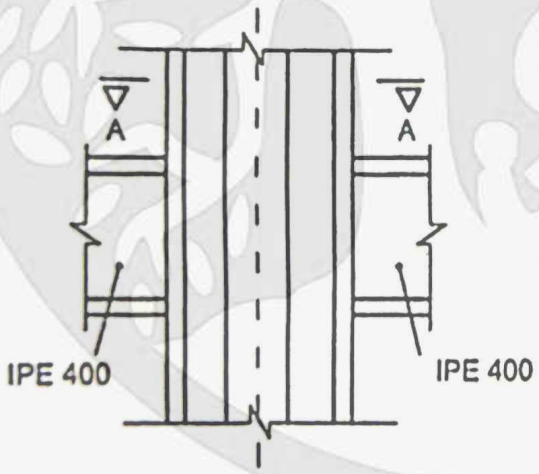
F_y=240 MPa , E=2×10^5 MPa

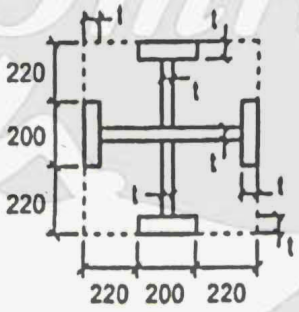
۱) 25 mm

۲) 35 mm

۳) 20 mm

۴) 30 mm





مقطع A-A

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۱۵) با توجه به توضیحات صفحه ۴۲۰ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، مفصل پلاستیک در محل انتهای تیر و ستون ایجاد می‌شود و $S_h = 0$ و همچنین ضریب C_{pr} برابر ۴ برای باشد و با توجه به جدول ۱۴-۲ صفحه ۲۵۸ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، داریم:

$$M_{hr} = \frac{C_{pr} R_y M_p}{\alpha_s} \quad , \quad C_{pr} = 1,14 \quad R_y = 1,2 \quad (\text{پروفیل نورد شده}) \quad \alpha_s = 1,0 \quad (\text{روش LRFD})$$

$$IPE400: Z_x = 1307 cm^3 = 1307 \times 10^3 mm^3$$

$$M_{hr} = \frac{C_{pr} R_y M_p}{\alpha_s} = \frac{C_{pr} R_y Z_x F_y}{\alpha_s} = \frac{1,14 \times 1,2 \times 1307 \times 10^3 \times 240}{1} =$$

$$527982400 N.mm \simeq 528 kN.m$$

با توجه به رابطه (۸-۱۵) صفحه ۴۰۰ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، مقاومت برشی مورد نیاز (V_{rp}) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{rp} = \frac{M_{r1}}{d_{b1}} + \frac{M_{r2}}{d_{b2}} - V_r = \frac{528}{0,4} + \frac{528}{0,4} - 0 = 2643 kN$$

نام آزمون: ..... نام درس: .....

پاسخ سوال ۱۱

باتوجه به اینکه قرار است از آثار تغییر شکل غیر الاستیک چشم اغماض صرف نظر شود و همچنین $\frac{P_{uc}}{P_{yc}} < 0.4$ است، از رابطه (۴-۱۵) صفحه ۲۹۹ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران داریم:

$$R_n = 0.6 F_{yd} d_c t_w$$

چون در این مقطع چلیپا (صلیبی)، بال ستونها با ورقهای کمربندی به یکدیگر متصل شده اند تا یک مقطع جدار نازک بسته تشکیل شود، با توجه به تبصره ۲ صفحه ۲۳۹ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، بزرگترین مساحت دو بال و ورق جان را در مساحت مؤثر برشی در آن مقطع در نظر گرفته و صرفاً مساحت جان مقطع چلیپا باید در نظر گرفته شود. بنابراین داریم:

$$R_n = 0.6 F_{yd} d_c t_w = 0.6 \times 240 \times (2 \times 220 + 200) \times t = 92160t$$

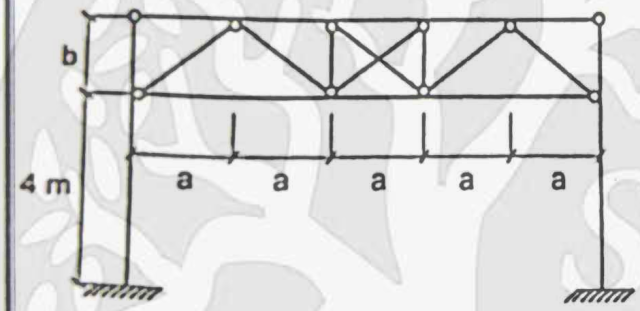
$$R_d = \phi R_n = V_{rp} \rightarrow 0.9 \times 92160t = 26238 \times 10^3 \rightarrow t = \frac{26238 \times 10^3}{0.9 \times 92160} = 31.8\,mm$$

باتوجه به گزینه ها دیده می شود که ضخامت ارائه شده در گزینه چهارم (۳۰mm) به مقدار محاسبه شده فوق نزدیکتر است ولی از لحاظ محاسباتی، ضخامت ۳۰mm جوابگو نبوده و باید ضخامت ۳۲mm ارائه شده در گزینه دوم انتخاب شود. باتوجه به صورت سئوال، ضخامت ۳۰mm صحیح است.

بنابراین گزینه چهارم صحیح است.

نام آزمون: کارشناسی نام درس: مقاومت

سؤال ۵۲- در قاب خمشی خرپایی ویژهٔ شکل زیر کدام‌یک از تناسبات ابعادی زیر مجاز نیست؟



۱) $a=2\ m$ و $b=1.6\ m$

۲) $a=2.5\ m$ و $b=1.5\ m$

۳) $a=2.7\ m$ و $b=1.8\ m$

۴) $a=1.2\ m$ و $b=1.4\ m$

۵۲) ۲ با توجه به بند ۲ الزامات عمومی قاب های خمشی خرپایی ویژه ارائه شده در صفحه ۲۱۱ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، نسبت طول به ارتفاع هر چشمه خرپا در بخش ویژه میانی (بخش ضربه بری وسط خرپا) نباید از ۱٫۸ بزرگتر و از ۰٫۶۷ کوچکتر باشد. با توجه به این ضابطه، داریم:

$$0.67 \le \frac{a}{b} \le 1.8$$

این ضابطه را در ۴ گزینه تست کنترل می کنیم:

گزینه اول: $a=2m$ و $b=1.6m \rightarrow \frac{a}{b}=1.25$ (در محدوده ۰٫۶۷ تا ۱٫۸ قرار دارد)

گزینه دوم: $a=2.8m$ و $b=1.8m \rightarrow \frac{a}{b}=\frac{2.8}{1.8}=1.67<1.8$ (در محدوده ۰٫۶۷ تا ۱٫۸ قرار ندارد)

گزینه سوم: $a=2.7m$ و $b=1.8m \rightarrow \frac{a}{b}=\frac{2.7}{1.8}=1.5$ OK

سری عمران

ناشر اول و برتر کشور در مهندسی عمران

با بیش از پانزده سال تجربه آموزشی

پرفروش ترین کتاب ها را در سری عمران پیدا میکنید

www.serieomran.com

۰۲۱-۸۸۳۰۰۴۷۴

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فرعی ...

سؤال: ادامه سوال ۵۲.

در محدوده ۰٫۶۷ تا ۱٫۵ قرار دارد) $\frac{a}{b} = \frac{1,2}{1,4} = 0,86$ $\rightarrow$ $a=1,2m$ و $b=1,4m$: گزینه چهارم

با توجه به محاسبات فوق دیده می شود که در گزینهٔ دوم، تناسب ابعادی طول و ارتفاع بخش ویژه میانی خرپا در محدوده مجاز آیین نامه قرار ندارد.

بنابراین گزینهٔ دوم صحیح است.

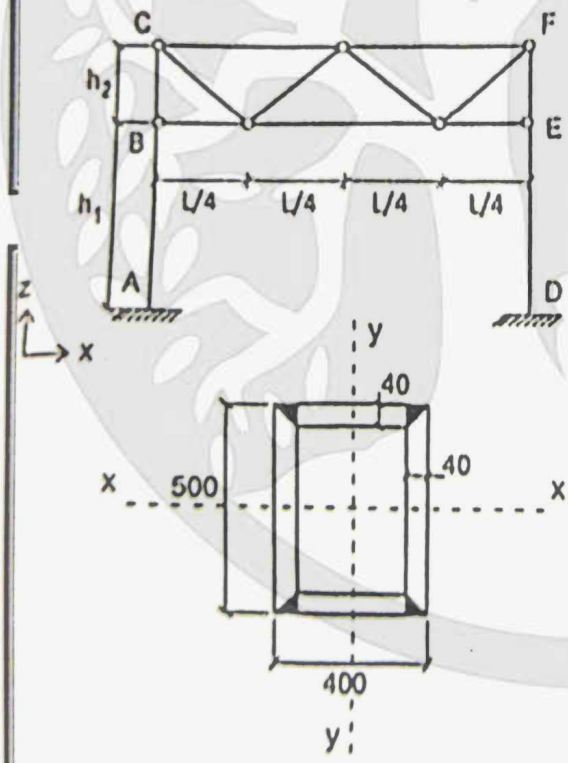
www.serieomran.com

نام آزمون: معارف نام درس: فولاد

سؤال:

۵۴- در قاب لرزه‌ای شکل زیر در نقاط A، B، C، D، E و F مهار جانبی وجود دارد. حداکثر ارتفاع مجاز (h_1) ستون‌ها AB و DE برای آنکه در طول آنها نیازی به مهار جانبی نباشد به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید مقطع ستون‌ها به لحاظ مقاومتی پاسخگو بوده و در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

F_y=360 MPa , E=2×10^5 MPa



۱) 12 m

۲) 10 m

۳) 8 m

۴) 14 m

نام آزمون: ..... نام درس: .....

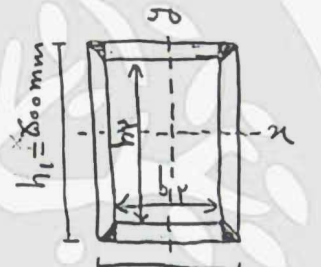
سؤال:

۱۵۳) با توجه به شکل به نظری رسد که ستون سمت راست در گره E پیوسته است ولی ستون سمت چپ در گره B مفصلی است و لنگر خمشی آن آزاد شده است. در این شرایط تست قابل حل نمی باشد. چنانچه منظور طراح محترم آن باشد که ستون سمت راست نیز در گره E مفصلی شده باشد، در این صورت قاب داده شده، یک سیستم کنسولی فولادی می باشد. با توجه به بند (۲) صفحه ۳۱۵ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، مهارهای جانبی ستونها باید الزامات مهارهای جانبی در قابهای خمشی متوسط را تأمین نمایند. با توجه به مورد شماره (۲) از صفحه ۳۵۶ جلد دوم کتاب فولاد سری عمران، در طول عضو با شکل پذیری متوسط، فاصله مهارهای جانبی یا پیچشی نباید از $L_b = \frac{0.17 r_y E}{R_y F_y}$ یا بیشتر باشد که r_y شعاع ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است. با توجه به این توضیحات و توجه به این موضوع که در مقطع ستون قوطی شکل داده شده، y محور ضعیف مقطع است، داریم:

www.serieomran.com

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فولاد ...

سؤال: ادامه سوال ۵۳.



$b_2 = b_1 - 2t = 200 - 2\times 20 = 200 - 80 = 320mm$

$h_2 = h_1 - 2t = 500 - 2\times 20 = 500 - 80 = 420mm$

$A = b_1h_1 - b_2h_2 = 200\times 500 - 320\times 420 = 6560mm^2$

$I_y = \frac{h_1b_1^3}{12} - \frac{h_2b_2^3}{12} = \frac{500\times 200^3}{12} - \frac{420\times 320^3}{12} = 18197866667mm^4$

$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18197866667}{6560}} = 182.2mm$ و $R_y = 1.15$ (مقطع شیر ورق)

$h_1 \leq l_b = \frac{0.17 r_y E}{R_y F_y} = \frac{0.17\times 182.2\times 2\times 10^5}{1.15\times 360} = 12499.8mm \simeq 12.5m \rightarrow h_1 \leq 12.5m$

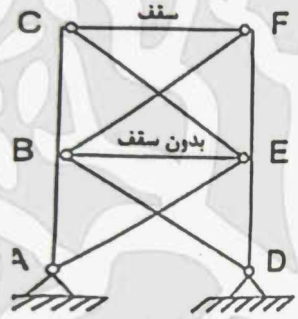
باتوجه به گزینه ها، حداکثر ارتفاع مجاز محاسبه شده برای ستونهای AB و DE به ۱۲m نزدیک تر است و بنابراین، گزینهٔ اول صحیح می باشد.

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فولاد ...

سؤال: ۵۴- در قاب مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی شکل زیر در طراحی به روش LRFD، مقاومت مورد نیاز اتصال اعضای مهاربندی باید براساس کدام‌یک از گزینه‌های زیر تعیین شود؟ فرض کنید مهاربند دارای رفتاری کششی – فشاری بوده و مهارهای جانبی فقط در نقاط C و F قرار دارند.

E = نیروی محوری عضو مهاربندی ناشی از ترکیبات متعارف بارگذاری در حضور نیروی زلزله

A_g = سطح مقطع اعضای مهاربندی



۱) $\max(R_yF_yA_g, 1.14F_{cr}A_g)$

۲) $\min(R_yF_yA_g, 1.14F_{cr}A_g)$

۳) $\max(\Omega_0 E, R_yF_yA_g)$

۴) $\min(1.5\Omega_0 E, R_yF_yA_g)$

۵۴) ۴ با توجه به اینکه در این قاب در تراز BE هیچ سقفی وجود ندارد، سیستم به صورت یک مهاربند همگرد (دیفی) است که براساس اطلاعات صورت تست، شکل پذیری معمولی دارد و بنابراین سیستم، MT_OCBF می‌باشد. با توجه به بندرت) صفحه ۳۱۸ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، مقاومت مورد نیاز اتصال اعضای مهاربندی باید براساس کوچکترین مقدار از بین ترکیبات بارگذاری شامل ۱٫۵ برابر زلزلهٔ تشدید یافته ($1.5\Omega_0 E$) و $R_yF_yA_g$ تعیین شود که مقدار Ω_0 در روش LRFD برابر ۲٫۰ است. دیده می‌شود که این تست دقیقاً از این بند مبحث دهم مقررات ملی ساختمان مطرح شده است:

مقاومت مورد نیاز اتصال = $\min(1.5\Omega_0 E, R_yF_yA_g)$

بنابراین گزینهٔ چهارم صحیح است.

www.serieomran.com

نام آزمون: عمران نام درس: فولاد

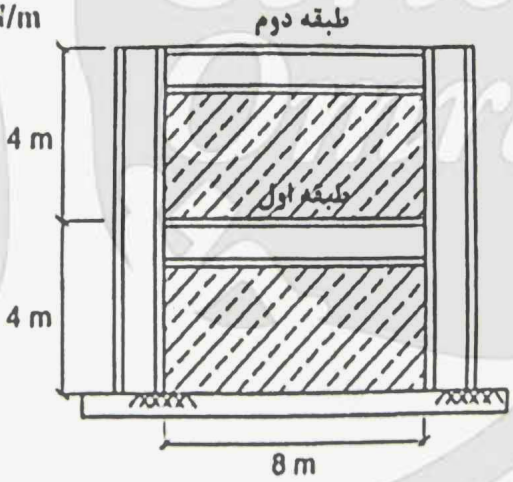
سؤال:

۵۵- در دیوار برشی فولادی ویژهٔ شکل زیر فرض کنید ضخامت ورق‌های دیوار در هر دو طبقه یکسان و برابر 6 mm بوده و اتصال اجزای مرزی افقی به اجزای مرزی قائم از نوع BUEEP است. برای آنکه از تسلیم جزء مرزی افقی واقع در تراز طبقهٔ اول به جز در نواحی نزدیک اتصال تیر به ستون جلوگیری شود، در طراحی به‌روش LRFD، مقاومت خمشی مورد نیاز این جزء مرزی افقی (بدون در نظر گرفتن هرگونه کاهش در بار زنده) حداقل چقدر باید در نظر گرفته شود؟

q_D=50 kN/m بار مرده در واحد طول تیر

q_L=30 kN/m بار زنده در واحد طول تیر

F_y=240 MPa , $E=2\times10^5$ MPa



۱) 944 kN.m

۲) 1440 kN.m

۳) 1888 kN.m

۴) 720 kN.m

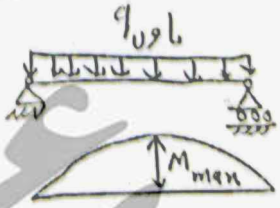
www.serieomran.com

۲) (گزینه ۲) با توجه به حالت الف از بخش اجزای مرزی افقی که در صفحه ۳۲۸ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران ارائه شده است، برای اینکه از تسلیم جزء مرزی افقی واقع در تراز طبقه اول به جز در نواحی نزدیک اتصال تیر به ستون، جلوگیری شود باید مقاومت موجود جزء مرزی افقی بیش از دو برابر لنگر خمشی تیر ساده‌ای باشد که تحت اثر بارهای ثقلی (با ضرایب بار مربوطه) و جاری شدن ورق دیوار (F_{y_w}) قرار گرفته است که مقدار α_s در روش RFD برابر ۱٫۰ است (توجه شود که اتصال تیر به ستون از نوع RBS نیست و حالت (ب) موضوعیت ندارد). چون مقاومت ورق‌های دیوار برشی در بالا و پایین تیر طبقه اول یکسان است، نیروهای غشایی کششی ناشی از تسلیم ورق‌های بالا و پایین، یکدیگر را خنثی می‌کنند و داریم:

$$M_{max} = \frac{q_u l_n^2}{8} \quad , \quad q_u = 1.2 q_D + q_L$$

(ترکیب بار ثقلی در حضور بارهای لرزه‌ای)

$$\Rightarrow q_u = 1.2 \times 50 + 30 = 60 + 30 = 90 \, kN/m$$



$$M_{max} = \frac{q_u l_n^2}{8} = \frac{90 \times 8^2}{8} = 90 \times 8 = 720 \, kN.m$$

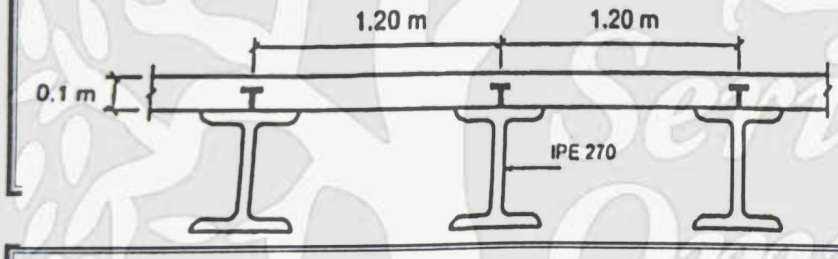
مقاومت خمشی مورد نیاز تیر طبقه اول $= 2 \times M_{max} = 2 \times 720 = 1440 \, kN.m$

بنابراین گزینه دوم صحیح است.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال ۵۶- در یک سازهٔ فولادی با سقف مختلط با دال تخت از تیرآهن IPE 270 به طول 6 متر مطابق شکل زیر استفاده شده است. در صورت تامین عملکرد مختلط کامل، حداکثر فاصلهٔ گل‌میخ‌های به قطر 16 میلی‌متر به‌عنوان برشگیر به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید تیر مختلط تحت اثر بار گستردهٔ یکنواخت قرار دارد.

F_y=235 MPa , f'_c = 25 MPa , $E_c = 2.4 \times 10^4$ MPa , گل میخ F_u = 420 MPa



۱) 300 mm
۲) 220 mm
۳) 160 mm
۴) 270 mm

۵۶) ۳) با توجه به رابطه (۹-۱) صفحه ۱۲ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، با فرض میانی بودن تیر، پهنای مؤثر دال بتنی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{b_c}{2} = \min\left(\frac{L_n}{8}, \frac{S}{2}\right) = \min\left(\frac{6\times1000}{8}, \frac{1.2\times1000}{2}\right) = \min(750, 600) = 600mm$$

$$\rightarrow b_c = 2\times600mm = 1200mm$$

$t_s = 0.1m = 0.1\times1000 = 100mm$ و $A_s = 45.9cm^2 = 4590mm^2$ (برای IPE270)

با توجه به رابطه (۹-۴۴) صفحه ۳۴ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، داریم:

$$V_h = \min(0.85 f'_c A_c, F_y A_s) = \min(0.85\times25\times1200\times100, 235\times4590) =$$

$$\min(2550000N, 1078650N) = 1078650N = 1078.65kN$$

مقاومت برشی یک عدد برشگیر گل میخ از رابطهٔ (۹-۴۲) صفحه ۳۳ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، به دست می‌آید:

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فولاد ...

سؤال: ادامه سوال ۵۶ .

$$\varphi_n = 0.85 A_{sa} \sqrt{f'_c E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \rightarrow \varphi_n = \min(0.85 A_{sa} \sqrt{f'_c E_c} \text{ و } R_g R_p A_{sa} F_u)$$

$$A_{sa} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 16^2}{4} = 201.1 mm^2$$

با توجه جدول (۹-۱) صفحه ۳۳ جلددوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران که مربوط به مقاطع متقاطع بدون استفاده از عرشه فولادی است (همان حالت دال تخت مطرح شده در این تست، مقادیر R_g و R_p به ترتیب برابر ۱ و ۰.۷۵ می باشد و داریم

$$\varphi_n = \min(0.85 A_{sa} \sqrt{f'_c E_c} \text{ و } R_g R_p A_{sa} F_u) = \min(0.85 \times 201.1 \sqrt{28 \times 2.4 \times 10^4} \text{ و } 1 \times 0.75 \times 201.1 \times 420) = \min(77188.77 \text{ و } 63344.5 N) = 63344.5 N = 63.344 kN$$

تعداد گل میخ های لازم در فاصله بین هر یک از تکیه گاهها و وسط تیر، برابر است با:

www.serieomran.com

سری عمران

ناشر اول و برتر کشور در مهندسی عمران

با بیش از پانزده سال تجربه آموزشی

پرفروش ترین کتاب ها را در سری عمران پیدا میکنید

www.serieomran.com

۰۲۱-۸۸۳۰۰۴۷۴

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال: ادامه سوال ۵۶.

$$n = \frac{V_h}{\varphi_n} = \frac{1078,68}{63,346} = 17,03 \rightarrow h = 18$$

$$\text{فاصله گل میخ ها از یکدیگر} = \frac{\frac{b}{2}}{n} = \frac{\frac{600}{2}}{18} = 166,7mm$$

با توجه به گزینه ها، دیده می شود که فاصله 160mm نزدیکترین عدد به مقدار محاسبه شده فوق می باشد. با توجه به بند شماره (۸) صفحه ۳۷ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران، حداکثر فاصله مرکز تا مرکز برشگیرها نباید از ۸ برابر ضخامت کل دال بتنی یا ۹۰۰ میلی متر بیشتر باشد که فاصله محاسبه شده فوق، هم کوچکتر از ۸ برابر ضخامت کل دال بتنی ($8 \times 100 = 800mm$) و هم از 900mm کوچکتر است و این بند آیین نامه نقض نمی شود.

بنابراین گزینه سوم صحیح است.

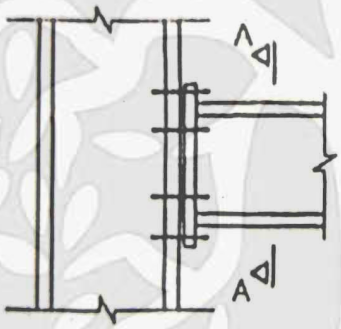
www.serieomran.com

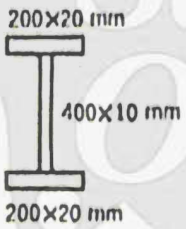
نام آزمون: ..... نام درس: .....

سؤال:

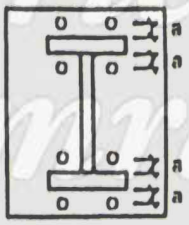
۵۷- تیر شکل زیر با طول آزاد $L_n=7\ m$ به ستون H شکل در قاب خمشی متوسط با اتصال پیش‌تانیدشده BUEEP از نوع پیش‌تنیده متصل شده است. حداقل قطر قابل‌قبول پیچ‌ها مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ کنترل پیچ‌ها در برابر لنگر خمشی مدنظر این سوال است. از آثار بارهای ثقلی صرف‌نظر نموده و طراحی به‌روش LRFD مدنظر است.

پیچ از نوع 10.9 , F_y=225 MPa





مقطع تیر



مقطع A-A

۱) 27 mm

۲) 30 mm

۳) 24 mm

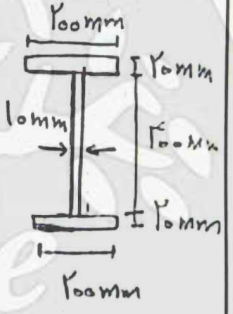
۴) 22 mm

ال سوال ۵۷.

۵۷) ۲) با توجه به توضیحات بند (۴) صفحه ۴۱۳ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران ، برای اتصالات خلبنی بدون استفاده از ورق‌های کمکی، فاصلهٔ محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون (S_h) باید برابر کوچکترین دو مقدار $\frac{d_b}{2}$ و $3b_{bf}$ در نظر گرفته شود که d_b عمق تیر و b_{bf} پهنای بال تیر است و بنابراین داریم:

$$d_b = 200 + 2\times 20 = 440\ mm \quad , \quad b_{bf} = 200mm \rightarrow S_h = \min\left(\frac{d_b}{2} \text{ و } 3b_{bf}\right) =$$

$$\min\left(\frac{440}{2} \text{ و } 3\times 200\right) = \min(220 \text{ و } 600) = 220mm = 0,22m$$



$$Z = \sum A_i d_i = 2\times b_f t_f \times \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_f}{2}\right) + \frac{t_w h_w^2}{4} \rightarrow$$

$$Z = b_f t_f (h_w + t_f) + \frac{t_w h_w^2}{4} = 200\times 20(400+20) + \frac{10\times 400^2}{4}$$

$$\rightarrow Z = Z_x = 2080000\ mm^3 = 2,08\times 10^6\ mm^3$$

با توجه به بخش B-۲-۲ صفحه ۳۶۳ جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران و رابطهٔ (۸-۱۲) این صفحه مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون در این قاب خمشی متوسط از رابطهٔ زیر به دست می آید که با توجه به صرف نظر کردن از آثار بارهای ثقلی q_h برابر صفر است و داریم:

$$M_r = M_{hr} + \left[\frac{2M_{hr}}{L_h} + \frac{qL_h}{2}\right]S_h + q\frac{S_h^2}{2} \quad , \quad q_h = 0 \rightarrow M_r = M_{hr} + \frac{2M_{hr}}{L_h}S_h$$

$$M_{hr} = 1,1\frac{R_y M_p}{\alpha_s} \quad , \quad R_y = 1,1 \text{ (مقطع تیر و ورق)} \quad , \quad \alpha_s = 1,0 \text{ (روش LRFD)}$$

$$\Rightarrow M_{hr} = \frac{1,1R_y M_p}{\alpha_s} = \frac{1,1R_y Z F_y}{\alpha_s} = \frac{1,1\times 1,1\times 2080\times 10^6 \times 235}{1} = 5920200000\ N.mm$$

$$\Rightarrow M_{hr} = 5920,2\times 10^6\ N.mm = 5920,2kN.m$$

www.serieomran.com

نام آزمون: محاسبات ... نام درس: فولاد ...

ادامه سوال ۵۷.

$$l_h = L - 2S_h = 7\times10^3 - 2\times220 = 7000 - 440 = 6560\,mm = 6.56\,m$$

$$M_r = M_{hr} + \frac{2M_{hr}}{l_h} S_h = 592.02 + 2\times\frac{592.02}{6.56}\times 0.22 = 631.73\,kN.m$$

با توجه به لنگر محاسبه شده فوق، نیروهای کششی و فشاری که از طرف تیر به صفحه انتهایی فلنجی منتقل می شود، برابر است با $\frac{M_r}{d}$ که d فاصله مرکز سطح بالهای فوقانی و تحتانی مقطع است و داریم

$$d = h_w + \frac{t_f}{2} + \frac{t_f}{2} = 400 + \frac{26}{2} + \frac{20}{2} = 420\,mm = 0.42\,m$$

$$T = C = \frac{M_r}{d} = \frac{631.73}{0.42} = 1504.1\,kN$$

با توجه به اینکه اتصال پیچی تست به صورت پیش تنیده اجرا شده که طراحی آن، دقیقاً مانند اتصال اتکایی است، با توجه به رابطه (۱۰-۱۰) صفحه 91 جلد دوم کتاب فولاد محاسبات سری عمران و توجه به این موضوع که در هر طرف اتصال، ۴ عدد پیچ نیروی لازم را تأمین می کنند، داریم:

$$R_{ut} \le \phi R_{nt} = 0.75\,R_{nt} = 0.75\,F_{nt}\,A_{nb} \quad ,\quad F_{nt} = 0.75F_u = 0.75\times1000 =$$

$$750\,MPa \longrightarrow 1504.1\times10^3 = 0.75\times750\times4A_b \rightarrow A_b = 669.8\,mm^2$$

$$= \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4A_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times669.8}{\pi}} = 29.17\,mm \rightarrow d = 30\,mm$$

بنابراین گزینه دوم صحیح است.

نام آزمون: محاسبات نام درس: فولاد

سؤال:

۵۸- در یک تیر طره به دهانهٔ L تحت اثر بار یکنواخت q_u با مقطع I شکل نوردشده تحت اثر خمش حول محور قوی و دارای تکیه‌گاه جانبی کافی، چنانچه اساس مقطع پلاستیک مقطع برابر Z، سطح مقطع جان (حاصل ضرب ارتفاع کلی مقطع در ضخامت جان) برابر $50 < \frac{h}{t_w}$ باشد، در طراحی به‌روش ضرایب بار و مقاومت به‌ازای کدام‌یک از روابط زیر تاثیر معیارهای خمش و برش به‌طور همزمان تعیین‌کنندهٔ طراحی می‌شود.

$F_y=240\ MPa\ ,\ E=2\times10^5\ MPa$

۱) $L = 2.67\frac{Z}{A_w}$

۲) $L = 3\frac{Z}{A_w}$

۳) $L = 3.33\frac{Z}{A_w}$

۴) $L = \frac{22}{A_w}$

پاسخ گروه اساتید سری عمران:

۸۸) ۲) باتوجه به توضیحات ارائه شده در صورت تست، مقطع کماکان پیش جانبی ندارد و به ظرفیت خمشی پلاستیک (M_p) خود می‌رسد. باتوجه به بند (الف) صفحه ۲۲۶ جلد اول کتاب فولاد محاسبات سری عمران، اگر نسبت لاغری جان کوچکتر از $2.24\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد، مقطع تسلیم برشی را تجربه می‌کند و ضریب مقاومت برشی جان (C_{v1}) برابر ۱ است:

www.serieomran.com

نام آزمون: ..... نام درس: فولاد .....

سؤال: ادامه سوال ۵۸:

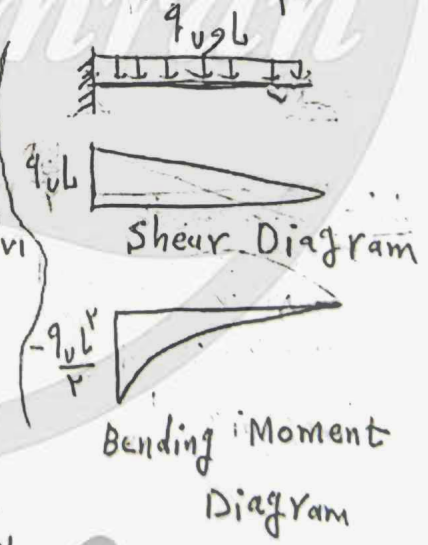
(مقطع نوردی) $\frac{h}{t} < 50 < 2.24\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2.24\sqrt{\frac{2\times10^5}{240}} = 64.66 \rightarrow C_v = 1.0$ و $\phi_v = 1.0$

برای اینکه تأثیر معیارهای خمش و برش به طور همزمان تعیین کننده طراحی شوند (Demand to Capacity Ratio: DCR) باید نسبت تقاضا به ظرفیت برای معیارهای خمش و برش یکسان شود. توجه داریم که برای این تیر طره تحت اثر بار یکنواخت، هم برش ماکزیمم و هم لنگر خمشی ماکزیمم در محل تکیه‌گاه گیردار اتفاق می‌افتد و داریم:

$$(DCR)_{moment} = (DCR)_{shear} \rightarrow \frac{M_{max}}{M_d} = \frac{V_{max}}{V_d} \rightarrow \frac{\frac{q_u l^2}{2}}{\phi_b M_p} = \frac{q_u l}{\phi_v \times 0.6 F_y A_w C_{v1}}$$

$$\rightarrow \frac{\frac{q_u l^2}{2}}{0.9 Z F_y} = \frac{q_u l}{1\times 0.6 F_y A_w \times 1} \rightarrow$$

$$\frac{q_u l^2}{8} \times 0.6 F_y A_w = q_u l \times 0.9 Z F_y \rightarrow l = \frac{3Z}{A_w}$$



بنابراین گزینهٔ دوم صحیح است.

کلاس‌های ویدیویی مادام العمر (محاسبات، نظارت و اجرا)

- امکان مشاهده کلاس‌ها در هر زمان و هر مکان (به دلخواه مهندس)
- آموزش مطالب از سطح مبتدی تا پیشرفته
- با حضور برترین اساتید کشور (دکتر فنائی، دکتر آهنگر، دکتر صباغیان، دکتر زرفام، مهندس جوزدانی و..)
- بالاترین ساعت آموزشی در کل کشور (بیش از ۳۰۰ ساعت)
- همراه با مشاوره تخصصی رایگان و رفع اشکال هفتگی رایگان

Serie Omran

سری عمران

مشاوره و ثبت‌نام: 09198199052