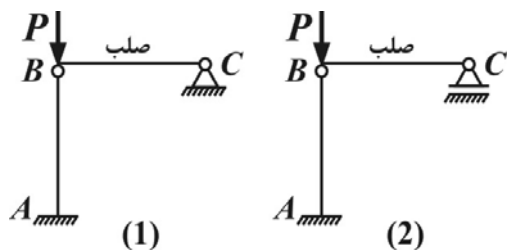


۱- بار بحرانی کمانش ستون AB در سازه (۱) چند برابر سازه (۲) می‌باشد؟



(۱) $\frac{400}{49}$ (۲)

(۳) $\frac{100}{49}$ (۴) $\frac{49}{100}$

۲- سطح مقطع خالص (A_n) در یک ورق تحت کشش، برای کدام حالت زیر بیشتر است؟

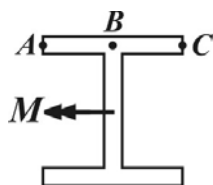
(۱) یک سوراخ در یک خط پیچ

(۲) دو سوراخ در یک خط پیچ

(۳) سه سوراخ در یک خط پیچ

(۴) در تمام گزینه‌ها A_n یکسان است.

۳- در تیر زیر تحت لنگر خمشی M ، کدام مقایسه برای تنش سه نقطه‌ای A ، B و C با در نظر گرفتن اثر تنش‌های پسماند صحیح است؟



(۱) $\sigma_A = \sigma_B = \sigma_C$

(۲) $\sigma_A = \sigma_C > \sigma_B$

(۳) $\sigma_A = \sigma_C < \sigma_B$

(۴) $\sigma_A = \sigma_B = 2\sigma_C$

۴- علت اساسی دوبله کردن ستون‌ها کدام است؟

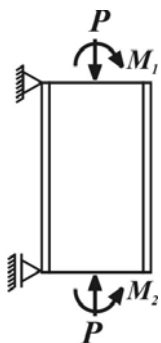
(۱) افزایش سطح مقطع

(۲) افزایش عرض مقطع

(۳) افزایش شعاع ژیراسیون

(۴) افزایش عمق مقطع

۵- ستون تحت اثر توأم نیروی P و لنگرهای خمشی M_1 و M_2 مطابق شکل زیر قرار دارد. چنانچه جهت لنگر M_1 عوض شود، کدام گزینه صحیح‌تر است؟



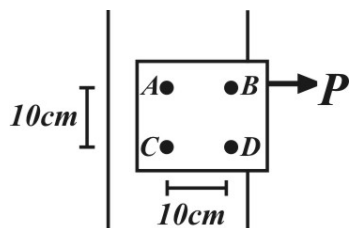
(۱) ستون نیاز به پروفیل قوی‌تری دارد.

(۲) نیازی به تغییر پروفیل نمی‌باشد.

(۳) تنش مجاز خمشی نمی‌تواند تغییر کند.

(۴) در ستون پدیده پیچش رخ می‌دهد.

۶- در اتصال زیر، حداکثر تنش برشی در کدام پیچ رخ می‌دهد؟ (پیچ‌ها یکسان و اتصال اتکایی می‌باشد)



(۱) پیچ A

(۲) پیچ B ، A

(۳) پیچ D

(۴) پیچ C ، D

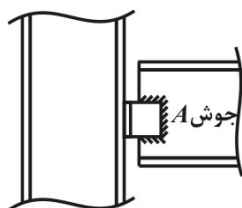
۷- طراحی جوش A در اتصال مقابل، بر چه مبنایی انجام می‌شود؟

(۱) برش

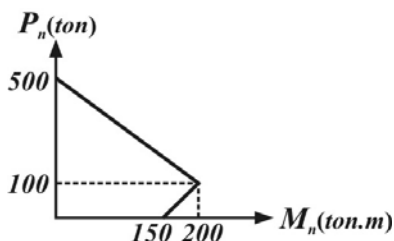
(۲) برش و پیچش

(۳) برش و خمش

(۴) برش، پیچش و خمش



۸- اگر نمودار اندرکنش ستون بتنی به صورت شکل زیر باشد، مقدار خروج از مرکزیت بار محوری چقدر باشد تا نیروی فشاری قابل تحمل توسط ستون برابر ۴۰۰ ton شود؟



$$\frac{1}{4}m \quad (1) \quad \frac{1}{16}m \quad (2)$$

$$\frac{1}{8}m \quad (3) \quad \frac{1}{2}m \quad (4)$$

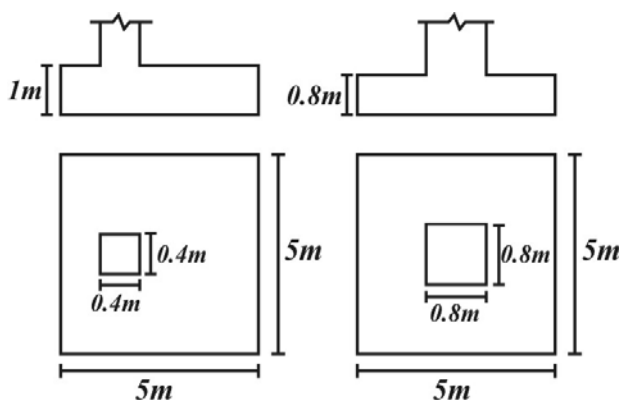
۹- در یک تیر بتن آرمه با فولاد کششی تنها معیار گسیختگی جاری شدن فولاد کششی است. در صورتی که مقاومت فشاری بتن و تنش تسلیم فولاد k برابر شود، ظرفیت خمشی مقطع با فرض ثابت ماندن معیار گسیختگی:

(۱) $2k$ برابر می‌شود. (۲) k^2 برابر می‌شود.

(۳) k برابر می‌شود.

(۴) تغییر نمی‌کند.

۱۰- نسبت مقاومت اتکایی پی‌های منفرد زیر برابر است با:

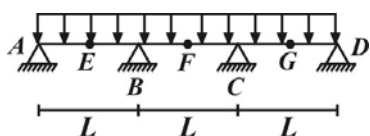


(۱) ۰/۸

(۲) ۰/۵

(۳) ۰/۲۵

(۴) ۱

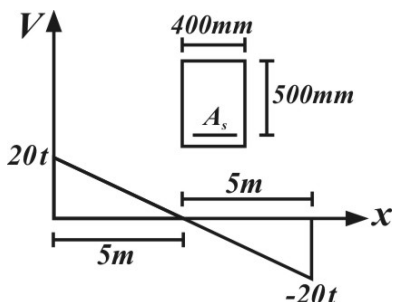


۱۱- در یک تیر سراسری مطابق شکل حداکثر و حداقل تنش پیوستگی در کدام نقاط می‌باشد؟

(۱) B , E (۲) B , A

(۳) F , B (۴) F , A

۱۲- نمودار نیروی برشی در یک تیر مسلح به صورت زیر می‌باشد. با توجه به مقطع نشان داده شده در کدام ناحیه از تیر نیاز به آرماتور برشی می‌باشد؟ (مقاومت برشی بتن از رابطه $V_c = 0.12\sqrt{f'_c}bd$ محاسبه شود و $f'_c = 25MPa$)



(۱) در فاصله ۵۰cm از مرکز تیر و در طرفین آن

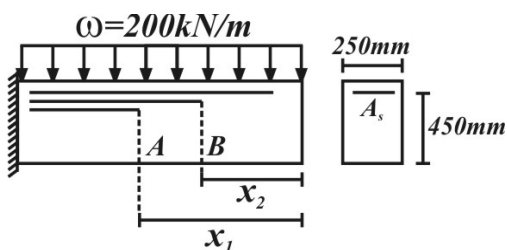
(۲) در فاصله ۳۰۰cm از مرکز تیر و در طرفین آن

(۳) در فاصله ۱۰۰cm از مرکز تیر و در طرفین آن

(۴) در فاصله ۱۵۰cm از مرکز تیر و در طرفین آن

۱۳- در تیر شکل زیر مقاومت خمشی نهایی از رابطه $M_r = 0.9\rho b d^2 f_y \left[1 - 0.6\rho \frac{f_y}{f_c} \right]$ محاسبه می‌شود. در صورتی که در طرح تقویت این

تیر توسط میلگردهای طولی، دو عدد از میلگردها در نقطه A و ۲ عدد دیگر در نقطه B قطع می‌شوند نسبت $\frac{x_1}{x_2}$ کدام است؟

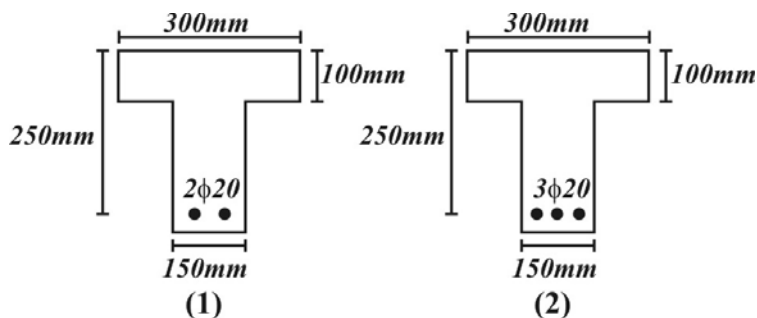


$$(A_s = 6\phi 25, \pi = 3, f_y = 400MPa, f_c = 20MPa)$$

$$\sqrt{\frac{1960}{995}} \quad (2) \quad \sqrt{\frac{95}{995}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{1690}{995}} \quad (4) \quad \sqrt{\frac{85}{995}} \quad (3)$$

۱۴- ظرفیت نهایی اسمی خمشی مقطع ۱ چند برابر ظرفیت نهایی اسمی خمشی مقطع ۲ می‌باشد؟ ($\phi_c = \phi_s = 1$)، $f_y = 400\text{MPa}$ و f_c مقطع (۱)، برابر 20MPa و f_c مقطع (۲)، برابر 30MPa



(۱) $\frac{2}{3}$ برابر

(۲) $\frac{2}{5}$ برابر

(۳) $\frac{5}{6}$ برابر

(۴) $\frac{3}{5}$ برابر

۱۵- کدام پارامتر بر طول اتصال کلوتوئید تأثیری ندارد؟

(۱) میزان بریلندی (دور)

(۲) سرعت طرح

(۳) شعاع قوس متصل شده به کلوتوئید

(۴) ضریب اصطکاک طولی

۱۶- مصرف بیش از حد قیر در بتن آسفالتی چه مواردی را سبب می‌شود؟

(۱) کاهش استقامت و مقاومت برشی

(۲) کاهش فضای خالی و افزایش حساسیت به آب

(۳) افزایش فضای خالی و افزایش قابلیت خستگی بتن آسفالتی

(۴) کاهش کارایی و کاهش مقاومت در برابر خرابی‌های ناشی از تغییرات حرارتی

۱۷- در صورتی که از سه نوع مصالح A, B, C برای بدست آوردن دانه‌بندی مطلوب استفاده شده باشد، مقدار مصالح مورد استفاده نوع B تقریباً چند درصد است؟

اندازه الک	۱۹mm	۱۲/۵mm	#۴	#۱۰	#۲۰	#۱۰۰	#۲۰۰
A	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۵	۶۱/۵	۱۹	۱۲/۵
B	۱۰۰	۱۰۰	۳۰	۱۲	۷	۲	۰
C	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۵	۴۷	۲۵
حدود مطلوب	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۶۰-۷۰	۴۰-۵۵	۲۰-۳۵	۱۲-۲۲	۵-۱۰

(۱) ۳۰

(۲) ۴۰

(۳) ۵۰

(۴) ۶۰

۱۸- برای یک نمونه آسفالتی، در صورتی که وزن نمونه خشک در هوا 1320gr و وزن آن در آب 720gr باشد، با فرض اینکه نمونه درون آب اصلاً جذب نکرده باشد و وزن مخصوص ماکزیمم $G_{mm} = 2.5$ باشد، درصد فضای خالی آن چقدر است؟

(۱) ۱۰٪ (۲) ۱۲٪ (۳) ۱۵٪ (۴) ۲۲٪

۱۹- عمق یخبندان در لایه خاک با مشخصات زیر، با توجه به میانگین درجه حرارت ماهیانه داده شده چقدر است؟ (تمامی ماه‌ها را ۳۰ روزه فرض کنید) میزان رطوبت: ۱۰٪

وزن مخصوص: 2gr/cm^3

ضریب حرارتی در حالت یخ نزده: $k_u = 8$

ضریب حرارتی در حالت یخ زده: $k_f = 12$

ضریب تصحیح آلدريج: ۰/۷۵

(۱) ۴۵ (۲) ۶۰

(۳) ۷۵ (۴) ۹۰

۲۰- میزان شیب عرضی (دور) حداکثر برای قوسی با مشخصات داده شده چه میزان است؟

طول قوس $L = 314\text{m}$ ضریب اصطکاک جانبی $f = 0.29$ زاویه مماس $\Delta = 90^\circ$ سرعت طرح 100km/h

(۱) ۰/۲۱ (۲) ۰/۱۰

(۳) ۰/۰۵ (۴) ۰/۰۲

طراحی سازه‌های فولادی و بتنی

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2} \Rightarrow \frac{P_{cr}}{P_{cr_1}} = \left(\frac{L_{e_1}}{L_{e_2}} \right)^2 = \left(\frac{2L}{\sqrt{2}L} \right)^2 = \frac{400}{49} \quad \text{۱ - گزینه (۲)}$$

۲ - گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

۳ - گزینه (۲) در اثر تنش‌های پسماند نقاط A ، C تحت فشار و نقطه B تحت کشش قرار می‌گیرد. با توجه به یکسان بودن تنش تحت اثر لنگر M ، که به صورت فشاری می‌باشد، نقاط A ، C تنش بیشتری نسبت به B دارند. $\sigma_A = \sigma_C > \sigma_B$

۴ - گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

۵ - گزینه (۲) با تغییر جهت لنگر M_1 ، انحنای مضاعف ایجاد شده و وضع تیر ستون بهتر می‌شود. دقت شود که تنش مجاز خمشی با توجه به وضعیت مهار جانبی ممکن است افزایش یابد.

۶ - گزینه (۲) در اتصال تنش‌های برشی ناشی از پیچش و برش وجود داشته و پیچ‌های A و B بحرانی هستند.

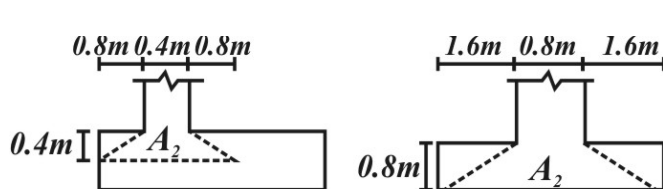
۷ - گزینه (۲) صحیح می‌باشد.

۸ - گزینه (۳) خروج از مرکزیت برابر $\left(\frac{M_n}{P_n} \right)$ می‌باشد. از آنجا که نیروی فشاری بر روی ناحیه بالایی قرار دارد لذا معادله این خط را می‌نویسیم:

$$\frac{500 - 100}{0 - 200} = \frac{P_n - 500}{M_n - 0} \Rightarrow P_n - 500 = -2M_n = -2(P_n e) \Rightarrow P_n(1 + 2e) = 500, P_n = 400 \Rightarrow e = \frac{1}{8} m$$

۹ - گزینه (۳) با توجه به اینکه فولاد کششی جاری می‌شود بنابراین $\rho < \rho_b$ و ظرفیت خمشی از رابطه $M_u = 0.9 A_s f_y d (1 - 0.59 \frac{f_y}{f_c} \rho)$

محاسبه می‌شود با k برابر شدن f'_c و f_y آنگاه M_u ، k برابر می‌شود.



۱۰ - گزینه (۳) مقاومت اتکایی $\sqrt{\frac{A_s}{A_c}} f'_c A_c$ به دست می‌آید. A_c مساحت ستون و A_s مساحت قاعده پائینی هرمی است که از سطح بارگذاری (ستون) با وجوه مایل با شیب ۱ به ۲ در تکیه‌گاه امتداد می‌یابد.

این مساحت برای پی‌های نشان داده شده به صورت مقابل است.

$$\sqrt{\frac{(A_s)_1}{(A_s)_2}} = \sqrt{\frac{(0.4)^2 (1/6 + 0.4)^2}{(0.8)^2 (3/2 + 0.8)^2}} = \frac{1}{4}$$

بنابراین نسبت مقاومت اتکایی دو ستون در پی‌ها برابر است با نسبت $\sqrt{A_s}$ برای دو پی:

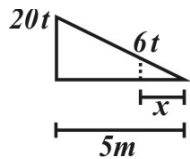
۱۱ - گزینه (۳) نمودار لنگر خمشی در تیر به صورت مقابل می‌باشد. تنش پیوستگی خمشی از رابطه



$$u = \frac{1}{jd} \frac{dM}{dx} = \frac{V}{jd}$$

محاسبه می‌شود بنابراین حداکثر و حداقل برش محل حداقل و حداکثر u را معین

می‌کند. با توجه به نمودار فوق نقاط B ، C دارای بیشترین u و نقاط E ، F ، G دارای کمترین u می‌باشند.



$$V_c = 0.12 \times \sqrt{25} \times 400 \times 500 = 120000 N = 12 \text{ ton}$$

۱۲- گزینه (۴)

در ناحیه‌ای که $V_u < 6 \text{ ton}$ است نیازی به فولاد برشی نیست و در جایی که $6 \text{ ton} < V_u < 12 \text{ ton}$ است فولاد برشی

حداقل لازم است و در نواحی $V_u > 12 \text{ ton}$ طرح برشی باید انجام شود.

$$\frac{x}{5} = \frac{6}{20} = 1/5 m$$

۱۳- گزینه (۲) حداکثر لنگر ناشی از بارگذاری در نقطه A برابر است با $M_A = \frac{\omega x_1^2}{2}$ و در نقطه B برابر است با $M_B = \frac{\omega x_2^2}{2}$ لنگر مقاوم نهایی

$$M_{rA} = 0.9 \times \rho_A \times 250 \times 450^2 \times 400 \times (1 - 0.6 \rho_A \frac{400}{250})$$

مقطع در نقاط A , B برابر است با:

$$M_{rB} = 0.9 \times \rho_B \times 250 \times 450^2 \times 400 \times (1 - 0.6 \rho_B \frac{400}{250})$$

$$M_{rA} = M_A \Rightarrow \frac{\omega x_1^2}{2} = M_{rA}, \quad M_{rB} = M_B \Rightarrow \frac{\omega x_2^2}{2} = M_{rB} \Rightarrow \frac{x_1^2}{x_2^2} = \frac{M_{rA}}{M_{rB}} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \frac{1 - 0.6 \rho_A}{1 - 0.6 \rho_B}$$

در محل قطع آرماتورها:

$$\rho_A = 2\rho_B, \quad \rho_B = \frac{2 \times \pi \times 25^2}{250 \times 450} = \frac{1}{120} \Rightarrow \frac{M_{rA}}{M_{rB}} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \frac{1 - 0.6 \times 2\rho_B}{1 - 0.6 \rho_B} = \frac{1960}{995} \Rightarrow \frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{1960}{995}}$$

$$a = \frac{\phi_s f_y A_s}{0.85 \phi_c f_c b_f} = \frac{1 \times 400 \times \frac{2 \times 3 \times 20^2}{4}}{0.85 \times 1 \times 20 \times 300} = 47.06 < 100 \text{ mm}$$

۱۴- گزینه (۱) با فرض مقطع مستطیل برای مقطع (۱) داریم:

$$a = \frac{\phi_s f_y A_s}{0.85 \phi_c f_c b_f} = \frac{1 \times 400 \times \frac{3 \times 3 \times 20^2}{4}}{0.85 \times 1 \times 30 \times 300} = 47.06 < 100 \text{ mm}$$

برای مقطع (۲) داریم:

از آنجا که برای هر دو مقطع $a < h_f$ به دست آمده است، فرض رفتار مستطیلی برای دو مقطع صحیح می‌باشد. طبق فرمول ظرفیت اسمی خمشی

و برابر بودن a, d, f_y برای دو مقطع، نسبت ظرفیت اسمی خمشی مقطع (۱) به (۲) برابر است با نسبت A_s های دو

$$\frac{M_{r1}}{M_{r2}} = \frac{A_{s1}}{A_{s2}} = \left(\frac{d_{b1}}{d_{b2}} \right)^2 \frac{2}{3} = 1 \times \frac{2}{3}$$

مقطع.

۱۵- گزینه (۴) تأثیرگذار بودن گزینه‌های ۲ و ۳ که بدیهی است. میزان دور نه تنها تأثیر خود را بر روی شعاع قوس ساده نشان می‌دهد، بلکه روش

عملی تعیین میزان طول کلوتوئید حداقل مقداری است که بتوان در آن بر بلندی را اجرا نمود.

۱۶- گزینه (۱) صحیح می‌باشد.

۱۷- گزینه (۳) به طور مسلم همه درشت دانه از نوع B خواهد بود، پس درصد مصالح B به اینصورت خواهد بود:

$$\frac{\text{درصد وزنی مطلوب رد شده از الک \#4}}{\text{درصد وزنی نوع B رد شده از الک \#4}} \times 100 = \frac{100 - \left(\frac{60 + 70}{2} \right)}{100 - 30} \times 100 = \frac{35}{70} \times 100 = 50\%$$

$$\left. \begin{aligned} \%V_a &= \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}} \right) \times 100 \\ G_{mb} &= \frac{1320}{600} = 2/2 \end{aligned} \right\} \%V_a = \left(1 - \frac{2/2}{2/5} \right) \times 100 \Rightarrow \%V_a = 12\%$$

۱۸- گزینه (۲)

حجم نمونه = ۱۳۲۰ - ۷۲۰ = ۶۰۰

۱۹- گزینه (۱)

$$FI = 3 \cdot (1 + 2 + 1) = 12.$$

$$L = \lambda \cdot \left(\frac{\omega}{100} \right) \gamma_d = \lambda \cdot \left(\frac{0}{1} \right) \times 2 = 16, \quad z = \lambda \sqrt{\frac{48 FI}{\frac{L}{k}}}, \quad k = \frac{1}{2} (\lambda + 12) = 10 \Rightarrow z = 0.75 \times \sqrt{\frac{48 \times 12}{\frac{16}{10}}} = 45$$

۲۰- گزینه (۲)

$$L = R\Delta \Rightarrow R = \frac{314}{\frac{\pi}{2}} = 20 \cdot m \quad e = \frac{V^2}{127/2R} - f = \frac{10000}{25440} - 0.29 = 0.10$$

نکته: با توجه به فواصل گزینه‌ها اگر برای محاسبه کسر بالا مقدار آنرا به $\frac{10000}{25000}$ تقریب بزنیم تا ساده‌تر حل شود مقدار 0.11 برای e بدست می‌آید.

که باز هم می‌رساند گزینه ۲ صحیح است.