

- ۱ - با افزایش حد تسلیم در فولاد، نسبت حداکثر ارتفاع جان مقطع  $I$  شکل به ضخامت آن، برای فشرده بودن مقطع:
- (۱) ثابت می‌ماند.
  - (۲) افزایش می‌یابد.
  - (۳) کاهش می‌یابد.
  - (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

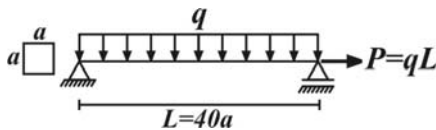
- ۲ - کدام یک از گزینه‌های زیر، در مورد نحوه‌ی طراحی مهارهای جانبی در طول یک تیر صحیح است؟
- (۱) مهارهای جانبی برای ۲۰ درصد نیروی بال فشاری طراحی شده و سختی آن باید از سختی محاسباتی بیشتر باشد.
  - (۲) مهارهای جانبی برای ۲۰ درصد نیروی بال فشاری طراحی شده و سختی آن باید از سختی محاسباتی کمتر باشد.
  - (۳) مهارهای جانبی برای ۲ درصد نیروی بال فشاری طراحی شده و سختی آن باید از سختی محاسباتی کمتر باشد.
  - (۴) مهارهای جانبی برای ۲ درصد نیروی بال فشاری طراحی شده و سختی آن باید از سختی محاسباتی بیشتر باشد.
- ۳ - در ناودانی‌های بدون تکیه‌گاه جانبی، برای بررسی تنش مجاز خمشی:

- (۱) تنها معیار کمانش پیچشی کنترل می‌شود.
- (۲) معیارهای کمانش پیچشی و کمانش جانبی به صورت جداگانه کنترل می‌شود.
- (۳) معیارهای کمانش جانبی به تنهایی کنترل می‌شود.
- (۴) برابر  $0.6F_y$  در نظر گرفته می‌شود.

- ۴ - با افزایش فاصله‌ی سخت‌کننده‌ها در یک تیرورق احتمالا:

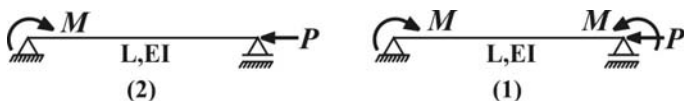
- (۱) تنش مجاز خمشی و تنش مجاز برشی به طور هم‌زمان کاهش می‌یابد.
- (۲) تنش مجاز خمشی ثابت و تنش مجاز برشی کاهش می‌یابد.
- (۳) تنش مجاز خمشی و تنش مجاز برشی هر دو ثابت می‌مانند.
- (۴) تنش مجاز خمشی کاهش و تنش مجاز برشی ثابت می‌ماند.

- ۵ - در شکل زیر، با حذف بار  $P$ ، مقدار مجاز  $q$  چند برابر می‌شود؟ ( $F_b = 1400 \text{ kg/cm}^2$ ،  $F_t = 1400 \text{ kg/cm}^2$ )



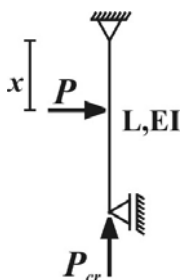
- (۱)  $\frac{30}{29}$
- (۲)  $\frac{31}{30}$
- (۳)  $\frac{25}{24}$
- (۴) ۱

- ۶ - ضریب تشدید لنگر در تیر ستون (۱) چند برابر تیر ستون (۲) است؟ (مقاطع اعضاء و نیروی محوری آنها یکسان است)



- (۱) ۱
- (۲)  $0.6$
- (۳)  $\frac{10}{6}$
- (۴)  $\frac{5}{4}$

- ۷ - در یک تیر ستون مطابق شکل مقابل، با افزایش فاصله‌ی  $x$ ، بار بحرانی تیرستون چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) افزایش می‌یابد.
- (۲) کاهش می‌یابد.
- (۳) ثابت می‌ماند.
- (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۸- بر پی منفرد نشان داده در شکل، بار ضریب دار  $2250 \text{ kN}$  روی ستون وارد می‌شود. ظرفیت باربری پی را  $200 \text{ kPa}$  در نظر بگیرید. حداقل ضخامت این پی کدام مقدار است؟

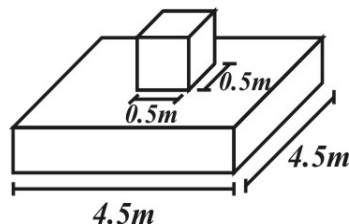
$$\left( \frac{0.18}{135} \times 0.166 \approx \frac{1}{135}, f'_c = 25 \text{ MPa}, V_p = 0.18 \times 0.166 \sqrt{f'_c} \times 2 \times B d, V_c = 0.18 \times 0.166 \sqrt{f'_c} \times B d \right)$$

(۱)  $30 \text{ cm}$

(۲)  $50 \text{ cm}$

(۳)  $80 \text{ cm}$

(۴)  $100 \text{ cm}$



۹- بار وارد شده بر ستون روی پی منفرد نشان داده شده با بار برش دو طرفه برابر می‌باشد اگر ستون روی این پی از مرکز به کناره‌ی سمت چپ جابجا شود، کدام یک از گزینه‌ها برابر ارتفاع تغییر کرده‌ی پی خواهد بود طوری که برش دو طرفه بیش از ۳ برابر بار ضریب‌دار نشود.

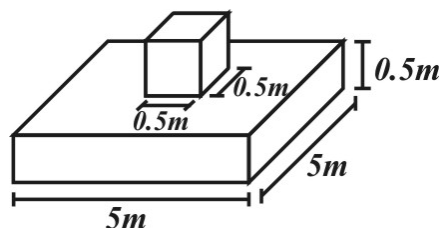
$$(V_p = 700 \text{ kN/m})$$

(۱)  $0.5 \text{ m}$

(۲)  $2 \text{ m}$

(۳)  $2.5 \text{ m}$

(۴)  $1 \text{ m}$



۱۰- اگر عرض پی سمت راست ۲ برابر و ضخامت آن  $1/5$  برابر، همچنین عرض پی سمت چپ  $1/5$  برابر شود، ابعاد کلاف بین این دو پی در دو سر آن چه تغییری باید بکند؟ (ممان اینرسی کلاف دو برابر ممان اینرسی پی می‌باشد)

(۱) پی I: عرض ۳ برابر و ارتفاع  $\sqrt[3]{2}$  برابر شود. پی II: عرض ۲ برابر و ارتفاع  $1/5$  برابر شود.

(۲) پی I: عرض ۲ برابر و ارتفاع  $\sqrt[3]{3/2}$  برابر شود. پی II: عرض ۹ برابر و ارتفاع  $\sqrt[3]{2}$  برابر شود.

(۳) پی I: ارتفاع  $\sqrt[3]{3/2}$  برابر شود. پی II: عرض ۶ برابر و ارتفاع  $\sqrt[3]{9/2}$  برابر شود.

(۴) پی I: عرض  $3/4$  برابر شود. پی II: عرض ۲ برابر و ارتفاع  $3/4$  برابر شود.

۱۱- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) چسبندگی خمشی یک مسأله موضعی است.

(۲) چسبندگی خمشی در اثر شدت نیرو در میلگرد بروز می‌کند.

(۳) چسبندگی خمشی در اثر سرعت تغییر نیرو در میلگرد بروز می‌کند.

(۴) موارد ۱ و ۳

۱۲- حداقل طول میلگردهای انتظار در داخل پی با بار فشاری تنها برابر ..... و در بالای پی برابر ..... است.

(۱) طول مهاری- طول وصله‌ی پوششی در کشش

(۲) طول مهاری- طول وصله‌ی پوششی در فشار

(۳) طول وصله‌ی پوششی در کشش- طول وصله‌ی پوششی در فشار

(۴) طول وصله‌ی پوششی در فشار- طول مهاری

۱۳- کدام عبارت صحیح است؟

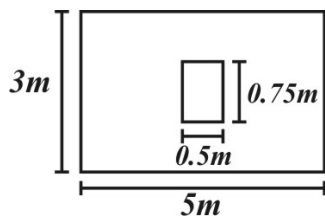
(۱) مقاومت پیوستگی نسبت مستقیم با  $\sqrt{f'_c}$  و نسبت عکس با قطر میلگرد دارد.

(۲) مقاومت پیوستگی نسبت عکس با  $\sqrt{f'_c}$  و نسبت مستقیم با قطر میلگرد دارد.

(۳) مقاومت پیوستگی نسبت عکس با  $\sqrt{f'_c}$  و نسبت مستقیم با مجذور قطر میلگرد دارد.

(۴) مقاومت پیوستگی نسبت مستقیم با  $\sqrt{f'_c}$  و نسبت عکس با مجذور قطر میلگرد دارد.

۱۴- پی منفرد مستطیلی نشان داده شده تحت بار متمرکز ستون به ابعاد  $0.5 \times 0.75$  متر مربع قرار دارد. اگر ابعاد پی و ستون  $1/5$  برابر شوند، مقاومت اتکایی نهایی در سطح تماس ستون و پی چند برابر خواهد شد؟



(۱) ۳ برابر می‌شود.

(۲) ۲ برابر می‌شود.

(۳)  $1/5$  برابر می‌شود.

(۴) نصف می‌شود.

۱۵- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) قیرهای با درجه نرمی یکسان، کند روانی یکسانی دارند.

(۲) برای تعیین درجه نفوذ از آزمایش حلقه و گلوله استفاده می‌شود.

(۳) برای تعیین خاصیت انگمی قیر از آزمایش کشش یا *Ductility* استفاده می‌شود.

(۴) قیرهای دمیده حساسیت بیشتری به تغییرات درجه حرارت محیط دارند.

۱۶- اگر اندازه بزرگترین سنگدانه مصالح مصرفی برای لایه اساس  $10\text{cm}$  باشد، ضخامت این لایه چند سانتیمتر می‌باشد؟

(۱)  $10\text{cm}$

(۲) حداکثر  $15\text{cm}$

(۳) حداقل  $20\text{cm}$

(۴) حداکثر  $20\text{cm}$

۱۷- کدام نوع اندود در سطح روسازی مصرف می‌شود؟

(۱) اندود نفوذی

(۲) اندود سطحی

(۳) اندود عایق‌بندی (*Seal Coat*)

(۴) پریمکت (*Prime Coat*)

۱۸- در راههای با آمد و شد بسیار زیاد وسایل نقلیه، اجزای روسازی به ترتیب کدامند؟

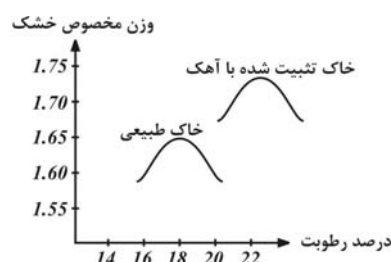
(۱) زیر اساس - اساس - آستر - اندود سطحی - توپکا - اندود عایق‌بندی

(۲) زیر اساس - اساس قیری - اندود نفوذی - آستر - اندود سطحی - توپکا

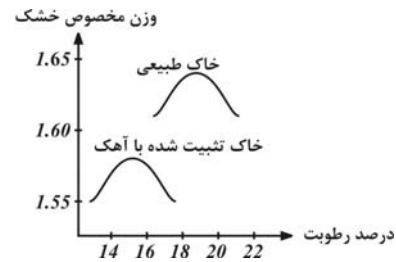
(۳) زیر اساس - اساس قیری - اندود نفوذی - آستر - توپکا - اندود سطحی

(۴) زیر اساس - اساس قیری - آستر - اندود سطحی - توپکا

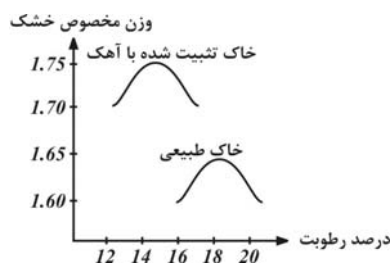
۱۹- در صورتی که خاک ریز دانه بستر با آهک تثبیت شود، منحنی تراکم آن به چه صورت تغییر خواهد کرد؟



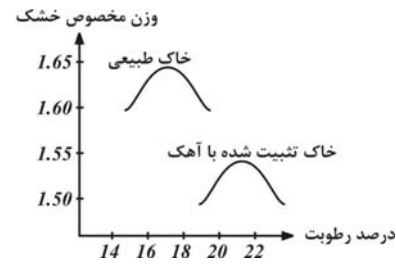
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۲۰- درصد مصالح رد شده از الک  $2\text{mm}$  ( $\#10$ ) برای مصالحی که بزرگترین دانه آن از الک  $5\text{mm}$  عبور کرده و دانه‌بندی مورد نظر بیشترین تراکم را با توجه به رابطه فولر داشته باشد، کدام است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

## طراحی سازه‌های فولادی و بتنی

۱ - گزینه (۳)

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{5365}{\sqrt{F_y}} \quad F_y \uparrow \Rightarrow \left(\frac{h}{t_w}\right)_{\max} \downarrow$$

۲ - گزینه (۴) صحیح می‌باشد.

۳ - گزینه (۱) در ناودانی‌های بدون تکیه‌گاه جانبی، تنها معیار کمانش پیچشی کنترل می‌شود، زیرا به علت منطبق نبودن مرکز برش و مرکز سطح، این مقاطع مستعد پیچش هستند.

۴ - گزینه (۲) سخت‌کننده‌ها بر روی تنش مجاز برشی تأثیر داشته و احتمالاً با افزایش فاصله‌ی آنها، مقدار آن کاهش می‌یابد. این در حالیست که تنش مجاز خمشی، ثابت می‌ماند.

۵ - گزینه (۲)

$$qL = f_t \Rightarrow f_t = \frac{N}{A} = \frac{qL}{a^2} = 4 \cdot \frac{q}{a}$$

$$\frac{qL^2}{8} = 20 \cdot qa^2 \Rightarrow f_b = \frac{M}{S} = \frac{20 \cdot qa^2}{\frac{a^3}{6}} = 120 \cdot \frac{q}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{f_t}{F_t} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1 \Rightarrow \frac{4 \cdot \frac{q}{a}}{1400} + \frac{120 \cdot \frac{q}{a}}{1400} < 1 \Rightarrow q_{\max 1} = \frac{1400a}{1240}$$

$$\frac{120 \cdot \frac{q}{a}}{1400} < 1 \Rightarrow q_{\max 2} = \frac{1400}{120} a \quad \frac{q_{\max 2}}{q_{\max 1}} = \frac{31}{30}$$

۶ - گزینه (۳)

$$A_m = \frac{c_m}{1 - \frac{f_a}{F'_e}}, \left(\frac{f_a}{F'_e}\right)_1 = \left(\frac{f_a}{F'_e}\right)_2$$

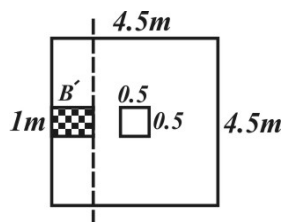
$$C_{m_1} = 0.6 - 0.4 \left(-\frac{M}{M}\right) = 1, C_{m_2} = 0.6 - 0.4 \left(\frac{0}{M}\right) = 0.6 \quad \text{و} \quad \frac{A_{m1}}{A_{m2}} = \frac{1}{0.6}$$

۷ - گزینه (۳)

$$P'_{cr} = \text{بار بحرانی با ضریب اطمینان}$$

$$f_a = \frac{12 \pi^2 EI}{23 \lambda^2} \Rightarrow P'_{cr} = \frac{12 \pi^2 EI}{23 L_e^2} \rightarrow P \leq 0.15 P'_{cr} \Rightarrow (WL)_{\max} = 0.15 \times \frac{12 \pi^2 EI}{23 (2L)^2} \Rightarrow W_{\max} = \frac{9}{460} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

۸ - گزینه (۳)



$$q_{su} = \frac{N_u}{A_f} = \frac{2250}{4/5^2} = \frac{1}{9} \times 100, \quad B' = \frac{4/5 - 0/5}{2} - d = 2 - d$$

$$V_u = q_{su} \times B' = \frac{1}{9} \times 100 \times (2 - d), \quad V_n = 0.15 \times 0.166 \sqrt{25} (1 \times d) \times 10^3$$

$$V_u = V_n \Rightarrow \frac{1}{9} \times 100 \times (2 - d) = \frac{18}{135} \times 5 \times 10^3 d \Rightarrow d = \frac{2}{7} m$$

$$P_{Pu} = V_p (0/5 + d) \times 4 \times d + \frac{1}{9} (0/5 + d)^2, \quad V_p = \frac{18}{135} (2 \times \sqrt{25}) \times 10^3 = \frac{4}{3} \times 10^3$$

کنترل پانچ:

$$P_{Pu} = \frac{4}{3} \times 1.7 \times 4 \times d \left( \frac{0}{5} + d \right) + \frac{1.7}{9} \left( \frac{0}{5} + d \right)^2, P_{Pu} = N_u \Rightarrow \left( \frac{0}{5} + d \right) [3 \times 1.6d + \frac{0}{5} + d] = 2/25 \times 9 \Rightarrow d \approx 0.43m$$

البته حل این مسئله به صورت کامل لازم نیست. کافی است اعداد بیان شده در هر گزینه را در روابط کنترلی جایگزین نمود.

$$\text{۹ - گزینه (۴)} \quad P_{Pu} = V_P \left( \frac{0}{5} + d_1 \right) 4d_1 + \frac{P_u}{25} \left( \frac{0}{5} + d_1 \right)^2 = P_u, \quad d_1 = \frac{0}{5} \Rightarrow P_u = \frac{1400 \times 25}{24}$$

$$\text{حالت دوم: } P_{Pu} = V_P \left( \frac{0}{5} + d_r + 2 \left( \frac{0}{5} + \frac{d_r}{2} \right) \right) d_r + \left( \frac{0}{5} + d_1 \right) \left( \frac{0}{5} + \frac{d_1}{2} \right) \frac{P_u}{A_f}, \quad \frac{P_u}{A_f} = \frac{1400 \times 25}{24 \times 25} = \frac{1400}{24} = \frac{175}{3}$$

$$\text{شرط: } P_{Pu} > P_u \Rightarrow 70 \left( \frac{1}{5} + d_r + 2 \right) d_r + \left( \frac{0}{5} + d_r \right) \left( \frac{0}{5} + \frac{d_r}{2} \right) \frac{175}{3} > \frac{175 \times 25}{3}$$

با جایگذاری گزینه مشخص می شود که ارتفاع مطلوب گزینه (۴) می باشد.

۱۰ - گزینه (۳)

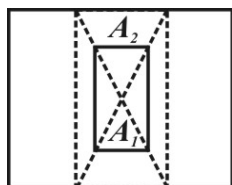
$$\begin{array}{l} \text{پی سمت چپ: } \frac{1}{12} b_s h_s^2 = 2 \times \frac{1}{12} b_f d_f^2, b_f' = 1/5 b_f \Rightarrow b_s' h_s'^2 = 2 (1/5 b_f) d_f^2 \Rightarrow \frac{b_s' h_s'^2}{b_s h_s^2} = 1/5 \\ \text{پی سمت راست: } \frac{1}{12} b_s' h_s'^2 = 2 \times \frac{1}{12} (2 b_f) \left( \frac{2}{3} d_f \right)^2 \Rightarrow \frac{b_s' h_s'^2}{b_s h_s^2} = 2 \times \frac{27}{8} \end{array}$$

۱۱ - گزینه (۴) صحیح می باشد.

۱۲ - گزینه (۲) صحیح می باشد.

۱۳ - گزینه (۱) صحیح است.

۱۴ - گزینه (۳)



طبق رابطه مقابل که مقاومت نهایی اتکایی می باشد، گزینه (۳) صحیح می باشد.  $\phi_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.85 \phi_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$  مقاومت اتکایی نهایی

۱۵ - گزینه (۳) قیرهایی وجود دارند که با درجه نرمی یکسان، حساسیت دمایی متفاوتی دارند. آزمایش کند روانی قیر که معمولاً توسط دستگاه سیبولت- فیورول انجام می گیرد جهت تعیین همین امر می باشد و برای تعیین درجه نرمی از آزمایش حلقه و گلوله استفاده می شود. قیرهای دمیده حساسیت خود را به تغییرات دمایی از دست می دهند و بطور کلی سخت می شوند.

۱۶ - گزینه (۳) حداقل ضخامت لایه اساس ۲ برابر ضخامت درشت ترین سنگدانه موجود در آن است.

۱۷ - گزینه (۳) اندود عایق بندی در بالاترین لایه راه (معمولاً بر روی توپکا) اجرا می شود و می تواند از جنس قیر و یا مخلوط قیر و ماسه باشد. اندود سطحی بین دو لایه بیندر و توپکا اجرا می شود.

۱۸ - گزینه (۴) در جایی که اساس قیری اجرا کرده ایم (جهت بالا بردن مقاومت و ضریب بر جهندگی آن) دیگر اندود نفوذی را اجرا نمی کنیم.

۱۹- گزینه (۳) با اضافه کردن آهک، حداکثر وزن مخصوص خشک کمتر و درصد رطوبت بهینه بیشتر می‌شود. در نتیجه تنها گزینه (۳) می‌تواند صحیح باشد.

$$P_i = 1 \cdot \left(\frac{d_i}{D}\right)^n, \quad \left. \begin{array}{l} n = 0.5 \\ D = 50 \\ d_i = 2 \end{array} \right\} P_i = 1 \cdot \left(\frac{2}{50}\right)^{0.5} = 2. \quad \text{گزینه (۲)}$$