

۱- مقدار تنش مجاز خمشی در یک مقطع  $I$  شکل، که در آنها اجازه‌ی انجام باز توزیع لنگر خمشی داده می‌شود، کدام است؟

(۱)  $0.6F_y$

(۲)  $0.66F_y$

(۳)  $0.66F_y$  یا  $0.75F_y$

(۴)  $0.6F_y$  یا  $0.66F_y$

۲- برای باز توزیع لنگر خمشی در یک تیر، کدام‌یک از شرایط زیر نباید وجود داشته باشد؟

(۱) مقطع دارای شرایط مقطع فشرده باشد. (۲) از فولاد با مقاومت بیشتر ساخته شده باشد.

(۳) مقطع مهار جانبی شده باشد. (۴) لنگر منفی حداکثر در محل تکیه‌گاه رخ داده باشد.

۳- در یک تیر دو سر مفصل تحت بار محوری، مطابق آئین‌نامه مقدار  $x$  چقدر باشد تا ضریب  $C_m$  برای محاسبه‌ی ضریب تشدید لنگر حداقل شود؟ ( $x \neq 0$ )

(۱)  $\frac{L}{2}$

(۲)  $\frac{L}{4}$

(۳)  $\frac{L}{\sqrt{2}}$

(۴) به ازاء تمام مقادیر  $x$  ثابت است.

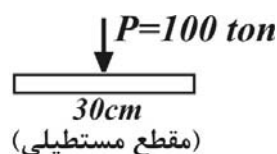
۴- در صفحه ستون مقابل مقدار لنگر چقدر باشد تا توزیع تنش در زیر صفحه ستون، مثلی شود؟

(۱)  $10 \text{ ton.m}$

(۲)  $20 \text{ ton.m}$

(۳)  $5 \text{ ton.m}$

(۴)  $7/5 \text{ ton.m}$



۵- حداقل بعد جوش به چه منظوری در نظر گرفته می‌شود؟

(۱) تحمل حداقل نیروی وارد بر اتصال مطابق آئین‌نامه (۲) کنترل خستگی در جوش

(۳) ذوب و اتصال کامل دو قطعه (۴) جلوگیری از ذوب فلز در محل جوش

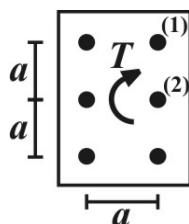
۶- در اتصال مقابل، تنش برشی ایجاد شده در پیچ (۱)، چند برابر پیچ (۲) می‌باشد؟ (سطح مقطع پیچ‌ها یکسان و اتصال اتکایی می‌باشد)

(۱)  $\sqrt{3}$

(۲)  $\sqrt{5}$

(۳)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(۴)  $\frac{\sqrt{5}}{5}$



۷- درصد گیرداری یک اتصال برابر ۹۰٪ می‌باشد. این اتصال اصولاً چگونه طراحی می‌شود؟

(۱) بر مبنای طراحی اتصال گیردار

(۲) بر مبنای اتصال نیمه صلب

(۳) بر مبنای طراحی اتصال مفصلی

(۴) طراحی این اتصال بر مبنای روابط اتصال گیردار در خمش و بر مبنای اتصال مفصلی در برش طراحی می‌شود.

۸- تغییرات تنش پیوستگی در یک تیر بتن آرمه با تکیه‌گاه‌های ساده در دو انتها، تحت دو بار متحرک در فواصل  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{2}{3}$  از یکی از تکیه‌گاه‌ها چگونه است؟

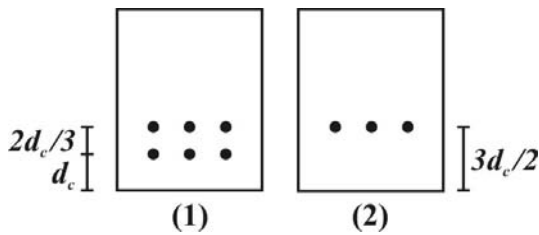


۹- در یک تیر سراسری با دودهانه مساوی در طول ۸ متر تحت بار گسترده یکنواخت برابر ۳ تن بر متر قرار دارد. اگر ممان اینرسی مقطع ترک خورده در این تیر در طول ثابت بماند برابر با  $\frac{1}{4} I_g$  باشد، حاصل نسبت ممان اینرسی مؤثر مقطع تیر در تکیه‌گاه‌های کناری و وسط کدام است؟

$$(I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \left( \frac{M_{cr}}{M_{\max}} \right)^2, \quad M_{cr} = 9t.m)$$

۱/۹ (۱)  
۱/۲ (۲)  
۲/۴ (۳)  
۰/۸ (۴)

۱۰- عرض ترک در تیر بتن مسلح از رابطه‌ی  $C\sqrt{d_c A}$  بدست می‌آید. نسبت عرض ترک برای مقاطع شماره (۱) و (۲)،  $(\frac{W_1}{W_2})$ ، کدام است؟



$$\frac{3}{2}\sqrt{\frac{1}{4}} \quad (۲) \quad \frac{4}{3}\sqrt{\frac{1}{6}} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (۳) \quad \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (۴)$$

۱۱- برای یک تیر بتن مسلح با مقطعی به مساحت  $A_c$  و میلگردهایی با مساحت مجموع  $A_s$ ، مقدار درصد فولاد چقدر باشد تا به طور همزمان فولاد و بتن به مقادیر حد کششی خود برسند؟

$$\frac{f_t}{f_y} \times 100 \quad (۲) \quad \frac{f_t}{f_y + f_t} \times 100 \quad (۱)$$

$$\frac{2f_t}{f_y} \times 100 \quad (۴) \quad \frac{f_t + f_y}{2f_y} \times 100 \quad (۳)$$

۱۲- برای یک تیر بتن مسلح به ارتفاع  $40\text{ cm}$  دو سر ساده به طول  $10\text{ m}$  تحت بار گسترده ضریب‌دار  $40\text{ kN/m}$  قرار دارد. اگر ظرفیت خمشی این تیر برابر  $420\text{ kN/m}$  برآورد شده باشد، مطلوب‌ست تعیین محل قطع آرماتورهای کششی نسبت به یکی از تکیه‌گاه‌ها:

$$3/7\text{ m}, 6/3\text{ m} \quad (۱)$$

$$2/7\text{ m}, 7/3\text{ m} \quad (۲)$$

$$3\text{ m}, 7\text{ m} \quad (۳)$$

$$3/3\text{ m}, 6/7\text{ m} \quad (۴)$$

۱۳- اگر ستون یا دیوار در تمام سطح خود تحت فشار خود باشد:

(۱) لازم است تمام میلگردهای ستون در پی امتداد داده شود.

(۲) استفاده از قلاب استاندارد در میلگردهای انتظار، تأثیر در تأمین مهار می‌گردد ندارد.

(۳) تأمین طول مهار می‌گردهای تحت فشار، به صورت مستقیم برای میلگردهای انتظار در پی لازم نیست.

(۴) تأمین طول وصله میلگردهای تحت فشار برای میلگردهای انتظار در ستون لازم نیست.

۱۴- در یک تیر بتن مسلح با ارتفاع مؤثر  $d$  و فولاد کششی با مدول الاستیسیته  $E_s$  تحت تنش  $f_s$  اگر ارتفاع تار خنثی از دورترین تار فشاری مقطع برابر  $x$  باشد، مجموع عرض‌های ترک بر واحد طول این تیر در تراز  $y$  از تار خنثی برابر است با:

$$x \frac{d}{y} \frac{f_s}{E_s} \quad (۱)$$

$$\frac{x}{y-d} \frac{f_s}{E_s} \quad (۲)$$

$$\frac{y-d}{x} \frac{f_s}{E_s} \quad (۳)$$

$$\frac{y}{(d-x)} \frac{f_s}{E_s} \quad (۴)$$

۱۵- در یک آزمایش مدول برجهندگی، در صورتیکه مقدار کل کرنش  $0.007$ ، کرنش پلاستیک  $0.004$  و تنش  $2000 \text{ kN/m}^2$  باشد، مدول برجهندگی آن چقدر است؟

(۱)  $MPa \ 285/7$

(۲)  $MPa \ 666/7$

(۳)  $MPa \ 500$

(۴)  $MPa \ 748/7$

۱۶- کدام یک از ویژگی‌های روسازی‌های صلب نمی‌باشد؟

(۱) تغییر شکل تحت بار کم است

(۲) بار به صورت گسترده به بستر منتقل می‌شود

(۳) اهمیت خاک بستر در طراحی این روسازیه‌ها کمتر از روسازیه‌های انعطاف پذیر است

(۴) در آن ترک کششی کمتری ایجاد می‌شود

۱۷- برای بهبود خواص خمیری خاک از کدام یک از تثبیت کننده‌ها استفاده می‌شود؟

(۱) قیر

(۲) آهک

(۳) سیمان

(۴) آهک یا سیمان

۱۸- کدام یک از اهداف به کار بردن اندود سطحی (*Tack coat*) در روسازی است؟

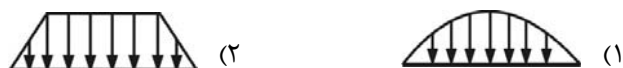
(۱) ایجاد چسبندگی بین لایه آسفالتی با بتنی

(۲) اندود کردن سطح لایه غیر آسفالتی برای اجرای لایه آسفالتی

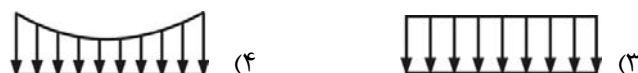
(۳) عایق بندی لایه آسفالتی و افزایش مقاومت سایشی رویه

(۴) غیر قابل نفوذ کردن اساس در برابر آب

۱۹- توزیع فشار تماسی در محل تماس چرخ با خاک به چه صورت می‌باشد؟



(۲)



(۴)

۲۰- کدام یک از علل زیر، از عوامل ایجاد ترک عرضی می‌باشد؟

(۱) نفوذ آب از طریق ترک‌ها

(۲) اجرای نامناسب درز اتصال

(۳) خستگی ناشی از ترافیک

(۴) انقباض قیر در اثر کاهش حرارت

## طراحی سازه‌های فولادی و بتنی

۱ - گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

۲ - گزینه (۲) صحیح می‌باشد.

۳ - گزینه (۴) به ازاء مقادیر  $x$ ، ضریب  $C_m$  برابر یک در نظر گرفته می‌شود ( $x \neq 0$ )

$$e = \frac{B}{6} \Rightarrow M = Pe = \frac{PB}{6} = \frac{100 \cdot 30}{6} = 500 \text{ t.m}$$

۴ - گزینه (۳)

۵ - گزینه (۱) صحیح می‌باشد.

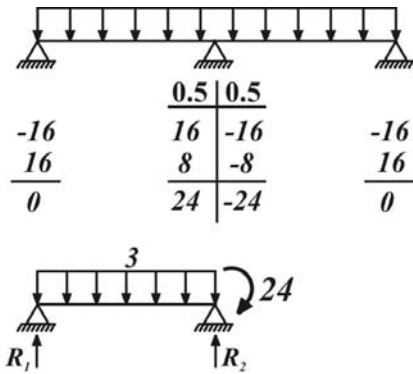
$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\sqrt{a^2 + \frac{5^2}{4}}}{\frac{a}{2}} = \sqrt{5}$$

۶ - گزینه (۲)

۷ - گزینه (۱) صحیح می‌باشد.

۸ - گزینه (۲) تنش پیوستگی در اینجا از نوع خمشی بوده و از رابطه  $\frac{V}{z \sum \pi db}$  بدست می‌آید. که در این رابطه  $V$  برابر نیروی برشی  $d_b$  قطر میلگرد و  $z$  اساس مقطع می‌باشد. در یک تیر دوسر ساده با دو بار متمرکز در فواصل مساوی از تکیه‌گاه برش در فاصله بین دو بار متمرکز صفر است پس گزینه (۱) و (۳) صحیح نمی‌باشند. همچنین با افزایش لنگر خمشی از تکیه‌گاه به سمت محل اعمال بار  $z$  افزایش یافته و بنابراین تنش پیوستگی کاهش می‌یابد لذا گزینه (۲) صحیح است.

۹- گزینه (۳) با استفاده از روش بخش لنگر، لنگر خمشی در تکیه‌گاه وسط را محاسبه می‌کنیم. حالا با رسم نیروی وارد بر تیر سمت چپ عکس‌العمل تکیه‌گاه و لنگر حداکثر در وسط را می‌یابیم:



$$R_1 = 9T, R_2 = 15T \Rightarrow \sum R = 24T \quad xm = \frac{R_1}{\omega} = 3m \Rightarrow M^+ = 13/5T - m$$

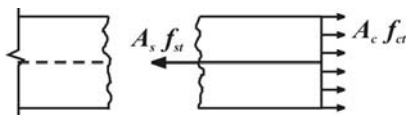
$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \left( \frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^2$$

$$I_{em} = \frac{1}{2} I_g + \frac{1}{2} I_g \left( \frac{9}{13/5} \right)^2 = \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{27} \right) I_g = \frac{35}{54} I_g \approx 0.64 : I_g$$

$$I_{eR} = \frac{1}{2} I_g + \frac{1}{2} I_g \left( \frac{9}{27} \right)^2 = \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{27}{81} \right) I_g = \frac{539}{1024} I_g \approx 0.52 I_g \Rightarrow \frac{I_{eR}}{I_{em}} \approx 0.83$$

$$W_1 = C \sqrt[3]{d_c \frac{(2d_c + \frac{2}{3}d_c)b}{6}} \quad W_2 = C \sqrt[3]{\frac{3}{2}d_c \frac{\frac{3}{2}d_c \times 2b}{4}} \quad \frac{W_1}{W_2} = \sqrt[3]{\frac{\frac{1}{3} \times \frac{1}{6}}{\frac{3}{2} \times \frac{3}{4}}} = \frac{4}{3} \sqrt[3]{\frac{1}{6}}$$

۱۰- گزینه (۱)



۱۱- گزینه (۲) بعد از ترک خوردگی، تعادل بتن مجاور یک ترک در شکل زیر نشان داده شده است:

$$A_s f_{st} = A_c f_{ct} \Rightarrow r = \frac{A_s}{A_c} = \frac{f_t}{f_y}$$

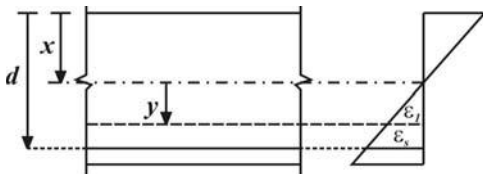
$$M(x) = \frac{q_x}{2} (L-x)$$

۱۲- گزینه (۲) تابع تغییرات لنگر خمشی در طول تیر برابر است با:

$$\frac{40}{2} x(10-x) = 420 \Rightarrow x(10-x) = 21 \Rightarrow x = 3m \quad x = 7m$$

محل برخورد تابع  $M(x)$  یا  $M_u$  محل تنوری قطع آرماتورها را می‌دهد: ولی توجه داشته باشیم که محل قطع عملی این آرماتورها بایستی ادامه داشته باشد ( $a = \max(d, 12d_b)$ ) بنابراین محل قطع عملی آرماتورها در  $a-3$  و  $a+7$  می‌باشد. با توجه به این که  $a$  معمولاً حداکثر برابر با ارتفاع مؤثر است و چون ارتفاع مؤثر در این مسأله کمتر از  $40cm$  (ارتفاع کل تیر) می‌باشد پس گزینه (۲) صحیح می‌باشد.

۱۳- گزینه (۲) صحیح می‌باشد.



۱۴- گزینه (۴)

$$\varepsilon_1 = \frac{y}{(d-x)} \varepsilon_s = \frac{y}{(d-x)} \frac{f_s}{E_s} = \sum w$$

$$\varepsilon_e = \varepsilon_t - \varepsilon_p, \quad M_r = \frac{\sigma}{\varepsilon_e} = \frac{2000}{0.007 - 0.004} = 666/7$$

۱۵- گزینه (۲)

۱۶- گزینه (۴) صحیح است.

۱۷- گزینه (۴) صحیح است.

۱۸- گزینه (۱) صحیح است.

۱۹- گزینه (۳) صحیح است.

۲۰- گزینه (۴) صحیح است.