تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

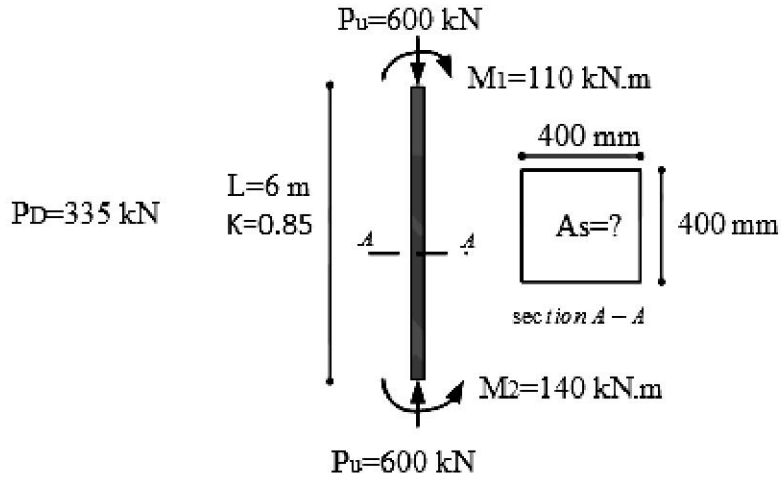
عنـــوان درس : سازه های بتن آرمه ۲

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی عمران۱۳۱۳۰۹۳

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

صرفاً استفاده از منبع درسی کتاب و ماشین حساب مهندسی مجاز می باشد.

۱- ستونی با مقطع ۴۰۰× ۴۰۰ میلیمتر، به طول ۶ متر و ضریب طول موثر ۰/۸۵ تحت بارهای ضریبدار $P_U=600\ kN$ ، $M_1=110\ kN.m$ و $M_2=140\ kN.m$ قرار دارد. بار محوری مرده بدون ضریب ستون برابر $P_D=335\ kN$ می باشد. فولاد لازم را در دو وجه موازی ستون طرح کنید. (لنگرهای وارده بر ستون، ایجاد انحنای یک طرفه می کنند.) $f'c=21\ MPa$ ، $fy=420\ MPa$ ۳،۵۰ نمره



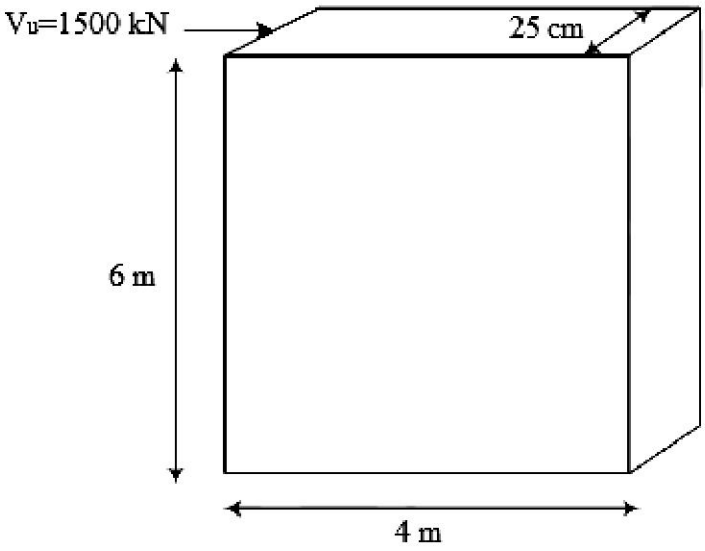
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : سازه های بتن آرمه ۲

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی عمران۱۳۱۳۰۹۳

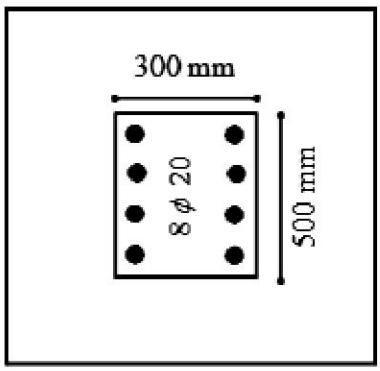
۲- یک دیوار برشی واقع در یک ساختمان صنعتی به طول ۴ متر و ارتفاع ۶ متر و ضخامت ۲۵ سانتیمتر تحت بار جانبی $Vu=1500\ kN$ در تراز بام قرار دارد. دیوار را در مقابل اثر توام برش و خمش طراحی کنید. ۳،۵۰ نمره

$fy=400\ MPa$ ، $f'c=25\ MPa$



۳- یک ستون مستطیلی با مقطع ۵۰۰× ۳۰۰ میلیمتر و با ۸ آرماتور۲۰ φ تحت بارهای بدون ضریب $P_D=800\ kN$ ، $P_L=400\ Kn$ و $M_D=300\ kN.m$ و $M_L=210\ kN.m$ قرار دارد. یک پی منفرد مناسب را برای این ستون طوری طراحی کنید که توزیع تنش در خاک زیر پی یکنواخت باشد. تنش مجاز خاک ۰/۲ مگاپاسکال و ارتفاع خاکریزی روی پی ۰/۵ متر است. ۳،۵۰ نمره

$fy=400\ MPa$ ، $f'c=25\ MPa$



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : سازه های بتن آرمه ۲

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی عمران۱۳۱۳۰۹۳

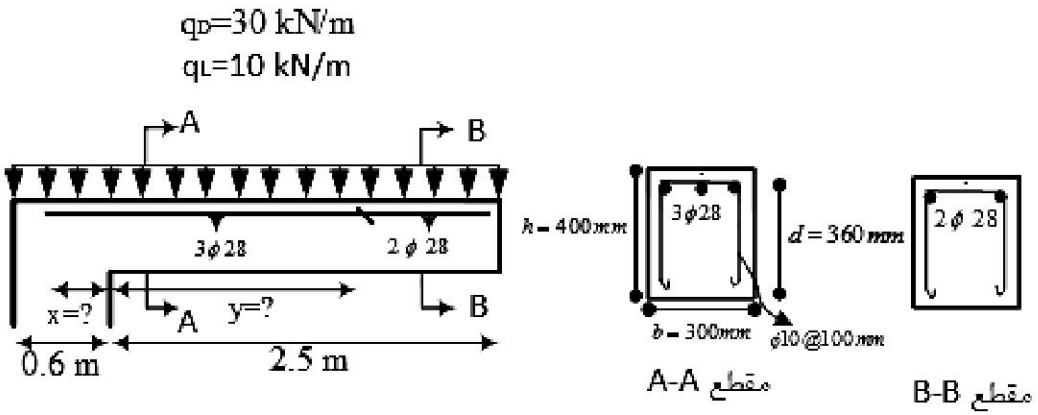
۴- تیر کنسول نشان داده شده به طول ۲/۵ متر و با مقطع ۴۰۰×۳۰۰ میلیمترتحت بارهای مرده $q_D=30\ kN/m$ (با احتساب وزن تیر) و بار زنده $q_L=10\ kN/m$ قرار دارد. طراح از ۳ φ ۲۸ برای مسلح سازی این تیر استفاده نموده است. ۳.۵۰ نمره

الف) طول مهاری میلگردهای خمشی تیر در ستون را طبق ضوابط مربوطه طرح نمایید. (تعیین طول x)

ب) طبق ضوابط مربوطه مشخص کنید در چه محلی می توان یکی از این آرماتورهای نمره ۲۸ را قطع نمود.

(تعیین طول y)

$f'_c=30\ MPa$ ، $f_y=400\ MPa$



20file.org

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۴ | زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰

نام درس: سازه های بتن آرمه ۲

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی عمران-۱۳۱۳۰۹۳

--

استفاده از: ماشین حساب مهندسی، کتاب درسی مجاز است.

پاسخ سوال ۱

ج-۱

$\frac{k L_u}{r} = \frac{0.85 \times 6000}{0.3 \times 400} = 42.5 > 34 - 12\left(\frac{110}{140}\right) = 24.6$

لاغری در جهت ۲ زیاد است.

$\beta_d = \frac{1.2 P_D}{P_u} = \frac{1.2 \times 335}{600} = 0.67$

$EI = \frac{0.4 \times 4700\sqrt{21} \times \frac{1}{12}(400)^4}{1+0.67} = 1.1 \times 10^{13}\ N.mm^2$

$P_c = \frac{\pi^2 \times 1.1 \times 10^{13}}{(0.85 \times 6000)^2} = 4176\ kN$

$C_m = 0.6 + 0.4\left(\frac{110}{140}\right) > 0.4 \Rightarrow C_m = 0.91$

$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 P_c}} = \frac{0.91}{1 - \frac{600}{0.75 \times 4176}} = 1.13$

$M_{2,min} = P_u(15 + 0.03h) = 600 \times 10^{-3} \times (15 + 0.03 \times 400) = 16.2 \times 10^6\ N.mm$

$M_2 = 140\ kN.m > 16.2\ kN.m$ ok

$M_c = 1.13 \times 140 = 158.2\ kN.m$

$\gamma = \frac{400 - 2(40 + 10 + 22/2)}{400} = 0.7$ ϕ20 و فولاد طولی ϕ10 با دورمتر سنگ و مطابق نمودار شکل ۱۸-۱ کتاب

$k_n = \frac{P_u}{\phi f'_c A_g} = \frac{600 \times 10^3}{0.9 \times 21 \times 400^2} = 0.2$

$R_n = \frac{M_u}{\phi f'_c A_g h} = \frac{158.2 \times 10^6}{0.9 \times 21 \times 400^2 \times 400} = 0.13$ ⟹ تقریبا بر منحنی $\varepsilon_t = 0.005$ واقع است و $\phi = 0.9$

$\rho_g = \rho_{g_{min}} = 0.01$ صحیح است. ولی ρ_g بدست آمده حداقل آیین نامه قرار نداشت بنابراین

$A_{st} = \rho_g b h = 0.01 \times 400^2 = 1600\ mm^2 \Rightarrow$ USE 8ϕ16

20file.org

پاسخ سوال ۲-

ج-۲

$V_u \le \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}\, h d$, $d = 0.8 L_w = 0.8 \times 4.0 = 3.2\,m$

$(\phi V_n)_{max} = \frac{5}{6} \times 0.75 \times \sqrt{35} \times 250 \times 3200 = 2500 \times 10^3\,N$

$V_u = 1500 < 2500\,kN$ OK

ضلع مقطع جوانی تحت ی که V_c از آن گذر میرا $= \min\left\{\frac{L_w}{2}, \frac{h_w}{2}\right\} = 2.0\,m$

تعیین ظرفیت برشی دیوار :

$V_{c1} = \frac{1}{4} \times \sqrt{25} \times 250 \times 3200 + 0 = 1000\,kN$

$V_{c2} = \left[\frac{1}{2}\sqrt{25} + \frac{400 \times (\sqrt{25}+0)}{2000}\right] \times \frac{150 \times 3200}{10} = 1000\,kN$

$V_u = 1500\,kN$, $M_u = 1500 \times (6-2) = 6000\,kN.m$

$\frac{M_u}{V_u} - \frac{L_w}{2} = \frac{6000 \times 10^6}{1500 \times 10^3} - \frac{4 \times 10^3}{2} = 2000\,mm > 0$ ok ✓

$V_c = \min\begin{cases} V_{c1} \\ V_{c2} \end{cases} = 1000\,kN$

فولاد برشی افقی : $\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{V_u/\phi - V_c}{f_y d}$

$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{(1500 \times 10^3/0.75) - 1000 \times 10^3}{400 \times 3200} = 0.78\,mm$

$S_{max} = \min\{3 \times 250, 400/5, 500\,mm\} = 500\,mm$

دو شاخه میلگرد $2\phi 12 \Rightarrow A_v = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 12^2 = 226\,mm^2$

$S_{req} = \frac{A_v}{(A_v/s)_{req}} = \frac{226}{0.78} = 290\,mm$

$\rho_t \ge 0.0025 \longrightarrow \frac{226}{S \times 250} \ge 0.0025 \Rightarrow S \le 362\,mm$

USE $2\phi 12 @ 300\,mm$, $\rho_t = \frac{226}{300 \times 250} = 0.003$

20file.org

پاسخ سوال ۳- استفاده از: مجاز است.

۳- با فرض ضخامت پی حدود ۰.۶ متر، $W_c = 24\ kN/m^3$ و $W_s = 17\ kN/m^3$ تنش های زیر پی برابر

$$q_{a,net} = 200 - (24\times0.6 + 17\times0.5) = 0.177\ MPa$$

$$P_{D+L} = 800+400 = 1200\ kN \quad , \quad M_{D+L} = 300+210 = 510\ kN.m$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{510}{1200} = 0.425\ m$$

چون توزیع تنش زیر پی تحت بار برابر با برآیند تنش باید
لذا ابعاد از یک پی مستطیلی که بطوری مرکز ثقل با خروج
از مرکزیت $e = 43\ cm$ تحت ستون واقع
اعمال لنگر خمشی قرار گرفته انتخاب کنیم. با فرض $L/B = 1.5$

$$q_{a,net} = \frac{P_{D+L}}{B\times1.5B} \rightarrow 1.5B^2 = \frac{1200\times10^3}{0.177} \Rightarrow B = 2125\ mm$$

USE $2.0\times3.4\ m$

ابعاد پی مناسب با توزیع یکنواخت تنش

$$P_u = 1.2\times800 + 1.6\times400 = 1600\ kN$$
$$M_u = 1.2\times300 + 1.6\times210 = 696\ kN.m$$

$$\Rightarrow e = \frac{696}{1600} = 0.435\ m \text{ ok} \Rightarrow 43\ cm$$

با فرض توزیع یکنواخت تنش

$$q_{ult} = \frac{1600\times10^3}{2000\times3400} = 0.24\ MPa$$

- تعیین ضخامت پی بر اساس کنترل برش

برش در بزرگترین فاصله لبه از مستطیل به فاصله $d/2$ از بر ستون

$$x = (3.4/2 + 0.43 - 0.25) - d = 1880 - d\ (mm)$$

$$V_u = W_u x = 0.24\times2000\times(1880-d) = 480(1880-d)$$

$$\phi V_c = 1/6\times0.75\times\sqrt{25}\times2000\times d = 1250\,d$$

$$V_u = \phi V_c \rightarrow 1250\,d = \ldots \quad \therefore d = 522\ mm$$

USE $h = 600\ mm \Rightarrow d = 520$

- طرح مقاطع برای خمش

در جهت بلند $M_u = \frac{W_u x^2}{2} = \frac{1}{2}(0.24\times2000)\times1880^2 = 848\times10^6\ N.mm$

20file.org

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۴ | زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰

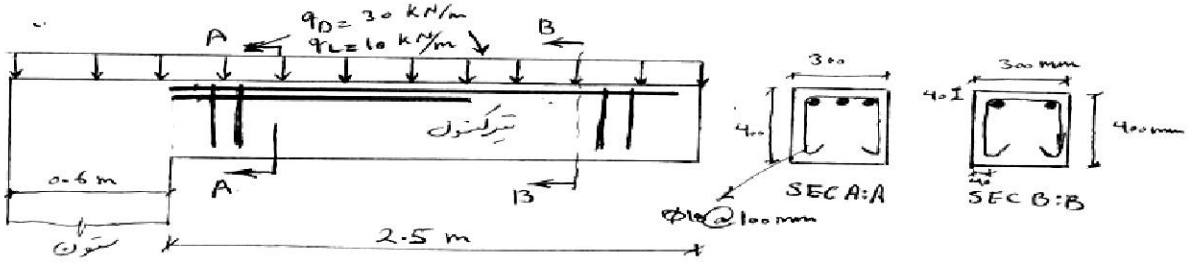
نام درس: سازه های بتن آرمه ۲

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی عمران-۱۳۱۳۰۹۳

--

استفاده از: مجاز است.

پاسخ سوال ۴-



۴-۲.

$q_u = 1.2\times 30 + 1.6\times 10 = 52 > 1.4 q_D$ ok

$M_{max} = \frac{q_u l^2}{2} = \frac{1}{2}\times 52\times 2.5^2 = 162.5$ kN.m

$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{162.5\times 10^6}{0.9\times 300\times 335^2} = 5.36$ MPa , $m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = 15.7$

$\rho = \frac{1}{15.7}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2\times 15.7\times 5.36}{400}}\right\} = 0.0152$

$\rho_{tcL} = 0.319\times 0.85\times 1\times \frac{30}{400} = 0.02 > \rho$

$A_{s,req} = 0.0152\times 300\times 335 = 1527\ mm^2$

$A_{s,Pro} = 3\times\pi\times\frac{28^2}{4} = 1846 \Rightarrow \eta = 0.83$

$L_d = \left(\frac{9}{10}\frac{f_y}{\sqrt{f'_c}}\frac{\psi_t\psi_e\psi_s\lambda}{\left(\frac{c_b+K_{tr}}{d_b}\right)}\right) d_b$

• محاسبه طول مهاری : با فرض $K_{tr}=0$

$c_b = \min\begin{cases} 40+10+\frac{28}{2} = 64\ mm \\ \frac{1}{2}\times\left[\frac{1}{2}\times(300-2\times(40+10)-28)\right] = 57\ mm \end{cases} \Rightarrow c_b = 57\ mm$

$\frac{c_b+K_{tr}}{d_b} = \frac{57+0}{28} = 2.03 < 2.5$ ok

بیشتر از ۳۰cm بتن بعد از زیر بگذاری میلگردها ریخته شده است. $\psi_t = 1.3$

$L_d = \left(\frac{9}{10}\times\frac{400}{\sqrt{30}}\frac{1.3\times 1\times 1\times\alpha}{2.03}\right) 28 = 1178$ mm

$L_d = 0.83\times 1178 = 978$ mm

این طول مهاری در عرض ۶۰ سانتی متر ستون ها نیز صدق می کند و نیاز به طراحی خاصی ندارد.