



دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
خودرو معاونت آموزشی

امتحان میان ترم درس طراحی سازه‌های فولادی ۱ ترم اول سال تحصیلی: ۹۸-۹۹
تاریخ امتحان: ۱۳۹۸/۸/۲ مدت زمان امتحان: ۹۰ دقیقه وسایل مجاز: ماشین حساب - کتاب - جزوه

نام و نام خانوادگی دانشجو:

شماره شناسایی:

رشته تحصیلی:

امضاء استاد درس:

نمره نهایی دانشجو

نمره
پایان ترم
از

نمره
پایان ترم
از

نمره
پایان ترم
از

نمره
پایان ترم
از

نمره
پایان ترم
از

نمره میان ترم از

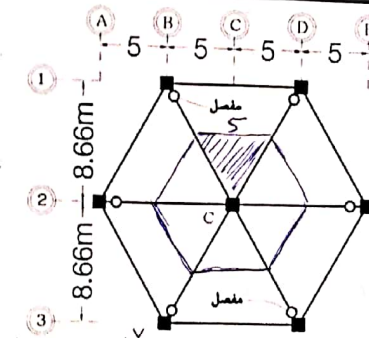
به عدد

به حروف

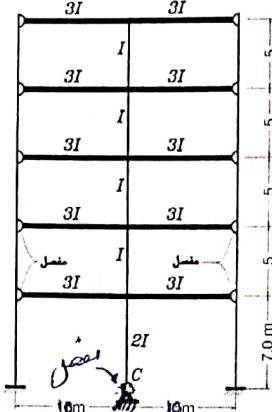
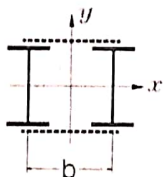
50

در حل تمامی مسائل زیر از ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و برای اعضا از فولادی با مشخصات $F_u = 3800 \text{ kg/cm}^2$ ، $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و برای پیچها $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ و $F_u = 10000 \text{ kg/cm}^2$ استفاده گردد.

۱



پلان
برای همه طبقات
 $W_D = 500 \text{ kg/m}^2$
 $W_L = 200 \text{ kg/m}^2$



قاب خمشی
مقطع تمام قابهای قطری

پلان و مقطع یک ساختمان پنج طبقه مطابق شکل است. شکل هندسی پلان یک شش ضلعی منظم و بارهای وارده به این سازه شامل بار مرده و زنده نشان داده شده در شکل بوده و برای تمامی طبقات یکسان است. مطلوبست:

- طراحی ستون C در پایین ترین طبقه از پروفیل دوپل IPE با بست مورب تک. (۶ نمره)
 - طراحی بستهای مورب تک از ورق با اتصال جوشی و زاویه $\alpha = 60^\circ$. (۲ نمره)
- (جهت برآورد بار محوری ستون، از روش تقریبی استفاده گردد.)

$$A_{\text{مقطع}} = 6 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{8.66}{2} \right) \times 5 \right] = 64.95 \text{ m}^2$$

$$P_u = 5 \times 64.95 (1.2 \times 500 + 1.6 \times 200) = 298770 \text{ kg} \quad (1)$$

انتقال جانبی سازه در تمامی جهات آزاد است. بنابراین در درازسای X و Y داریم:

$$K_x = 1.93 \quad (0.5) \quad K_y = 1.93 \quad (0.5) \quad \text{از جدول ۴-۱}$$

$$G_{\text{BOT}} = 10 \quad \text{و} \quad G_{\text{TOP}} = \frac{2/7 + 1/5}{2 \left[\frac{3}{10} \times \frac{1}{2} \right] + 4 \left[\frac{3}{10} \times \frac{1}{2} \right] \sin^2 60^\circ} = 1.08$$

$$G_{\text{BOT}} = 10 \quad \text{و} \quad G_{\text{TOP}} = \frac{2/7 + 1/5}{4 \left[\frac{3}{10} \times \frac{1}{2} \right] \sin^2 60^\circ} = 1.08$$

$$f_{cr} = 1700 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow A_{req} = \frac{298770}{0.9 \times 1700} = 195.3 \text{ cm}^2 \quad \text{و} \quad A_{req} \geq 97.6 \text{ cm}^2$$

$$I_{ry} \text{ 2IPE450 } \circ A = 98.8 \text{ cm}^2; I_x = 67470 \text{ cm}^4; r_x = 18.5 \text{ cm}; I_y = 1680 \text{ cm}^4; r_y = 4.12, b_p = 19$$

$$\frac{1.93 \times 700}{18.5} = \frac{1.93 \times 700}{r_y} \rightarrow r_y = 18.5 \text{ cm} \quad \text{بنابراین در تمامی جهات این سازه برابر است بنابراین}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{2(1680 + 988(\frac{b}{2})^2)}{2 \times 98.8}} \rightarrow b \geq 3 \text{ cm} \rightarrow \text{Say } b = 40 \text{ cm} \rightarrow I_y = 82400 \text{ cm}^4$$

$$\left(\frac{K_L}{r} \right)_c = \frac{1.97 \times 700}{18.5} = 74.54 \rightarrow f_e = \frac{\pi^2 E}{74.54^2} = 3730 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \frac{F_y}{F_e} = 0.643 < 2.25 \rightarrow$$

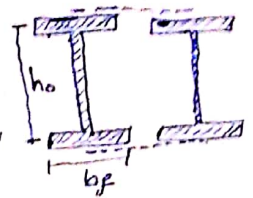
$$F_{cr} = 0.658^{0.643} \times 2400 = 1833 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow A_{req} = \frac{298770}{0.9 \times 1833} = 181 \text{ cm}^2 < 2 \times 98.8 \text{ o.k.}$$

بنابراین مقطع 2IPE450 برای گشتاها مناسب است. گشتاها می‌تواند در مرکز گشتاها به هم متصل شوند. نیست لیکن کنترل گشتاها هم الزامی است:

$$J = 2J_1 = 2 \times 267 = 534 \text{ cm}^4$$

$$b_f = 19 \text{ cm} ; t_f = 1.46 \text{ cm} ; t_w = 0.94 \text{ cm} \quad \therefore h_o = 45 - 1.46 = 43.54 \text{ cm}$$

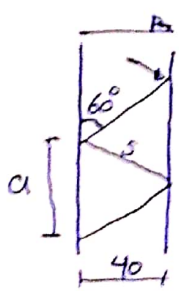
$$A_f = b_f \cdot t_f = 27.74 \text{ cm}^2 ; I_f = \frac{t_f b_f^3}{12} = 834.5 \text{ cm}^4 ; I_{xw} = \frac{t_w h_o^3}{12} = 6465 \text{ cm}^4$$



$$\therefore C_w = 4 \left[I_{yf} \left(\frac{h_o}{2} \right)^2 + A_f \left(\frac{h_o}{2} \right)^2 \left(\frac{b_f}{2} \right)^2 \right] + 2 I_{xw} \left(\frac{b_f}{2} \right)^2 = 2.7789 \times 10^7 \text{ cm}^6 ; k_x = 1.0$$

$$\rightarrow f_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{1.0 \times 700^2} + \frac{E}{2.6} \times 534 \right] \frac{1}{69480 + 82400} = 10720 > f_e \quad \text{OK} \quad (1)$$

بنابر این گانه بخشی تعیین کننده نمی باشد.



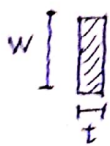
$$V_u = 0.02 \times 298770 = 5975.4 \text{ kg}$$

ب - طراحی کسب :

$$\therefore P_{bu} = \frac{5975.4}{2 \sin 60^\circ} = 3449.9 \text{ kg}$$

نسبت مورد به صورت یک عضو در دو طرفی در نظر گرفته شود :

$$a = S = \frac{40}{\sin 60^\circ} = 46.18 \text{ cm} \quad \therefore \frac{S}{\delta_{min}} < 140 \rightarrow \delta_{min} > 0.32 \text{ cm} \quad (*)$$



$$\frac{a}{r_i} = \frac{46.18}{4.12} = 11.21 < 40 \rightarrow \left(\frac{Kl}{r} \right)_m = \left(\frac{Kl}{r} \right)_0$$

$$\frac{Ka}{r_i} < \frac{3}{4} \left(\frac{Kl}{r} \right)_m = 0.75 \times 77.54 = 55.9 \quad \text{OK} \quad (1)$$

$$\delta_{min} = \frac{t}{\sqrt{12}} \quad (*) \rightarrow t > 0.32 \sqrt{12} = 1.14 \text{ cm} \quad \therefore \text{Say } t = 1.2 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \gamma_{min} = \frac{1.2}{\sqrt{12}} = 0.346 \rightarrow \frac{S}{\delta_{min}} = 133.3 < 140 \rightarrow f_e = \frac{\pi^2 E}{133.3^2} = 1165.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

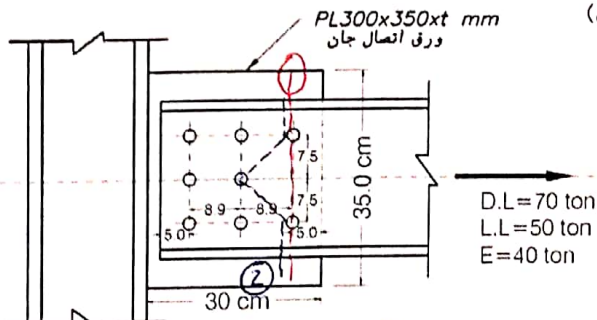
$$\frac{f_y}{f_e} = 2.05 \rightarrow f_{cr} = [0.658^{2.05}] \times 2400 = 1013.94 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow A_{req} = \frac{3449.9}{0.9 \times 1013.94} = 3.78 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow W = \frac{3.78}{1.2} = 3.15 \text{ cm} \quad \text{Say } W = 4 \text{ cm} \quad (1)$$

$$\therefore \boxed{\text{USE 2IPE450 + 1\phi 400x4x12} \quad \text{mm} \\ @ 40 \text{ cm} \quad \alpha = 60^\circ}$$

شکل زیر یک عضو تحت کشش از مقطع ناودانی دابل و اتصال آن تحت بارهای وارده را نشان می دهد. بارهای وارده شامل بار مرده (D.L)، بار زنده (L.L) و بار زلزله (E) و به مقادیر نشان داده شده در شکل می باشد. مطلوبست:

- ۱- طراحی قطر پیچها با فرض عبور سطح برش از قسمت دندانه شده پیچها. (۲ نمره)
- ۲- طراحی ناودانی ها بر اساس تمام حالات حدی حاکم. (۷ نمره)
- ۳- تعیین ضخامت ورق اتصال (t). (۳ نمره)



$$P_{u1} = 1.2 \times 70 + 1.6 \times 50 = 164 \text{ ton}$$

$$P_{u2} = 1.2 \times 70 + 50 + 40 = 174 \text{ ton}$$

$$P_u = \max\{P_{u1}, P_{u2}\} = 174 \text{ ton}$$

۱- طراحی ورقها: (۲)

$$V_u = \frac{P_u}{2} = \frac{174000}{2} < 8 A_v t [0.45 \times 10000 \times 0.75] \rightarrow A_v \geq 3.22 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{USE M22}$$

۲- الف - براساس تقسیم (۱)

$$A_{req} = \frac{174000}{0.9 \times 2400} = 80.55 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Try 2 UNP240}$$

$$A = 42.3 \text{ cm}^2, t_w = 0.95 \text{ cm}, b_f = 2.23 \text{ cm}$$

ب - حالت های گسشی:

$$A_n^{(1)} = 42.3 - 2(2.2 + 0.4) \times 0.95 = 37.36 \text{ cm}^2$$

$$A_n^{(2)} = 42.3 - 3(2.2 + 0.4) \times 0.95 + 2 \frac{8.9^2}{4 \times 7.5} \times 0.95 = 39.91 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 37.36 \text{ cm}^2 \quad (1)$$

ج - حالت های برشی:

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{l} = 1 - \frac{2.23}{2 \times 8.9} = 0.874$$

$$A_e = 37.36 \times 0.874 = 32.67 \text{ cm}^2$$

د - کنترل حالت های برشی:

$$\phi_t P_n = 0.75 \times [2 \times 32.67] \times 3800 = 186273 \text{ kg} > P_u = 174000 \quad (1) \quad \text{OK}$$

ه - کنترل حالت های کششی:

$$U_{bs} = 1.0$$

$$A_{nt} = (7.5 \times 2 - 2.6) \times 0.95 = 11.78 \text{ cm}^2 \quad (0.5)$$

$$A_{nv} = (8.9 \times 2 + 5 - 2.5 \times 2.6) \times 2 \times 0.95 = 30.97 \text{ cm}^2 \quad (0.5)$$

$$A_{gv} = (8.9 \times 2 + 5) \times 2 \times 0.95 = 43.32 \text{ cm}^2 \quad (0.5)$$

و - کنترل حالت های کششی و برشی:

$$R_n = \min\{[0.6 \times 3800 \times 30.97 \times 2 + 3800 \times 11.78 \times 2], [0.6 \times 2400 \times 43.32 \times 2 + 3800 \times 11.78 \times 2]\} = 214290 \text{ kg}$$

ز - کنترل حالت های کششی و برشی:

$$\phi R_n = 0.75 \times 214290 = 160717 < P_u = 174000 \quad \text{N.G.}$$

در این مسئله منحنی ترین تقسیم تغییر آرایش پیچها در راستای تدارک ظرفیت مناسب برش قالبی است. اما اگر فرض کنیم اجازه جوشکاری داده نشده است، لازم است روش جوشکاری انتخاب گردد که همان آن جوشکاری است. لذا:

ح - تعیین ضخامت ورق اتصال (۱.۵)

$$(t_w)_{req} = \frac{174000}{160717} \times 0.95 = 1.028 \text{ cm} \rightarrow \text{USE 2 UNP320}, t_w = 1.04 \text{ cm}$$

ط - تعیین ضخامت ورق اتصال (۱)

$$A_{req} = \frac{174000}{0.9 \times 2400} = 80.55 \text{ cm}^2 \rightarrow t \geq \frac{80.55}{35} = 2.3 \text{ cm}$$

ی - تعیین ضخامت ورق اتصال (۱)

$$\text{Say } t = 2.5 \text{ cm} \rightarrow A_n = (35 - 3 \times 2.6) \times 2.5 = 68 \text{ cm}^2 < 0.85(35 \times 2.5) = 74.37 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

ک - کنترل حالت های کششی و برشی:

$$0.75 \times 3800 \times 68 = 193800 > P_u = 174000 \quad \text{OK}$$

ل - بر وجه به سنج برش قالبی در بند ۲، این ضخامت برای برش قالبی مجاز است. (۱)

م - استفاده از ورق اتصال (۱)

$$\text{USE } t = 25 \text{ mm}$$