

طراحی سازه های فولادی ۲

مدرس: دکتر پاجناری

طراحی تیورق ها

الزامات ویژه بال ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

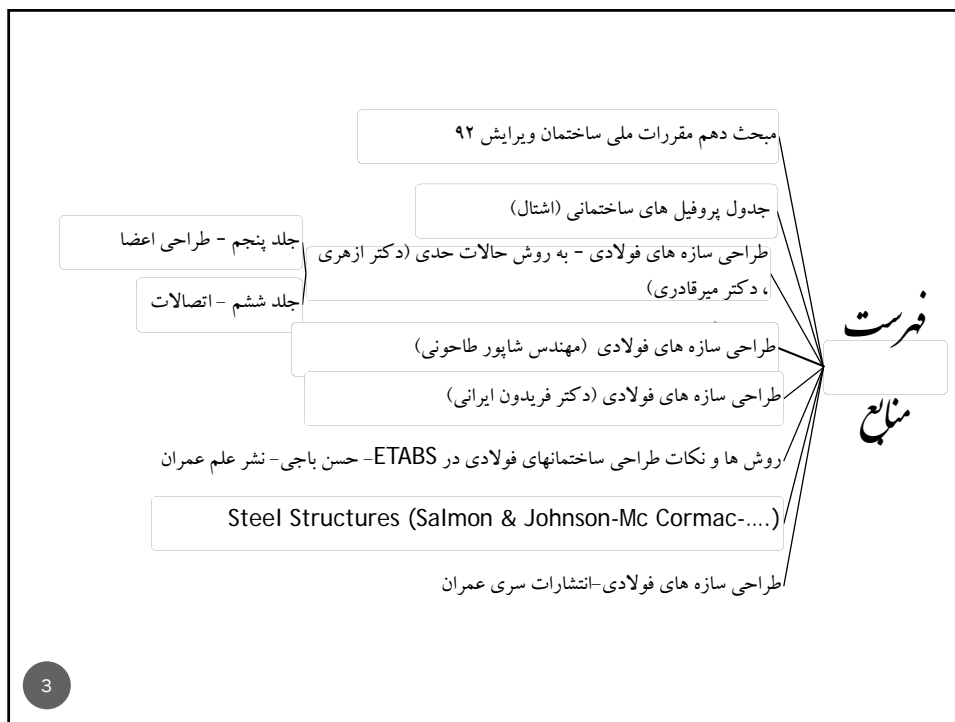
طراحی تیر ستون ها

آشنایی با ضوابط طراحی وسایل اتصال (پیچ و جوش)

آشنایی با کلیات طراحی برخی اتصالات ساده و گیردار رایج در سازه های فولادی

آشنایی با ضوابط ویژه لرزه ای در سازه های فولادی

سرفصلها

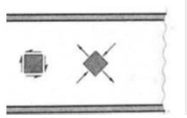
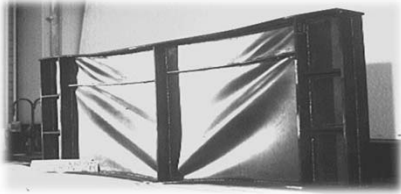


ارزشیابی

+ امتحان میان ترم : 10 نمره

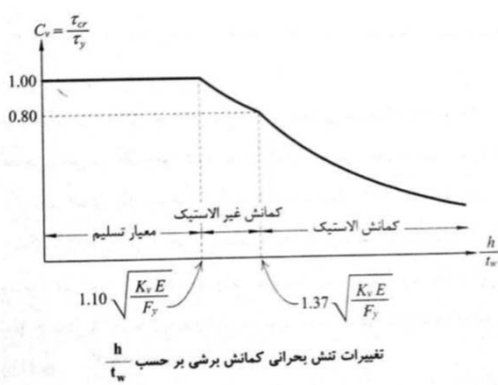
+ امتحان پایان ترم : 10 نمره

کنترل مصلاتی برش تیرهای I شکل بدون توجه به عمل میدان کششی و بدون استفاده از سخت کننده



5

رابطه ضریب برشی جان بالانتری جزئی جان

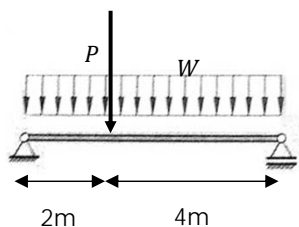


$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

6

ادامه آخرین مثال فولاد 1

تیر مثال قبل را برای برش در حالت بهره برداری کنترل نمایید.



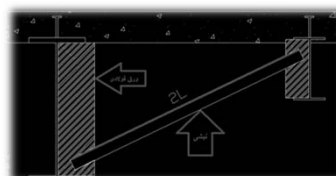
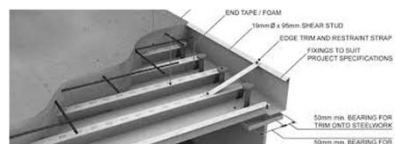
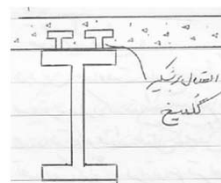
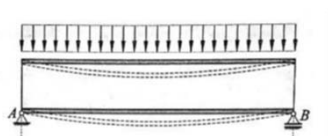
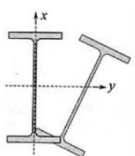
$$E = 2.1e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$W_u = 1.5 \frac{ton}{m}$$

$$P_u = 6 \text{ ton}$$

برخی راهکارهای مقابله با پدیده کمانش جانبی پیچشی تیرها

راهکار ۱: گلمیخ یا برشگیر



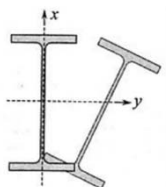
برخی راهکارهای مقابله با پدیده کمانش جانبی پیچشی تیرها

راهکار ۲: اتصال به تیر فرعی

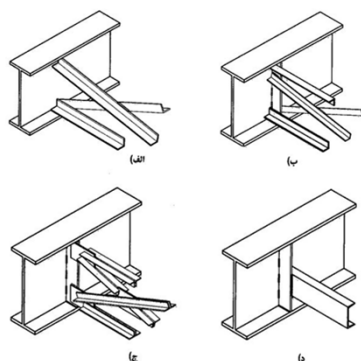
9

10

برخی راهکارهای مقابله با پدیده کمانش جانبی پیچشی تیرها



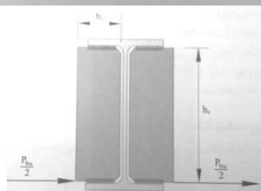
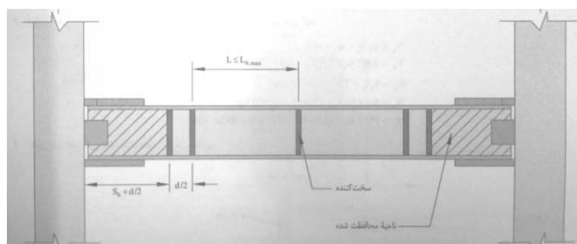
راهکار ۳: بستن تیرهای مجاور به یکدیگر



11

برخی راهکارهای مقابله با پدیده کمانش جانبی پیچشی تیرها

راهکار ۴: تعبیه سخت کننده قوی در دل تیر



12

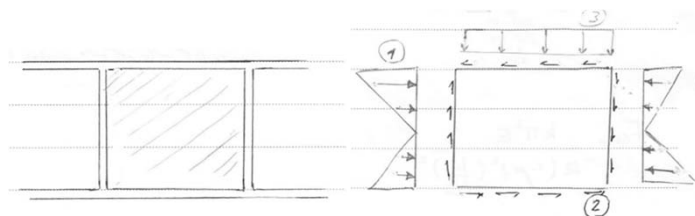
فصل اول

تیورق‌ها

مروری بر مزایای و معایب تیوررق نسبت به پروفیل‌های نورد شده متداول



مودهای ناپایداری جان تیورق



شماره صفحه

روش مقابله در آیین نامه:

مود ناپایداری:

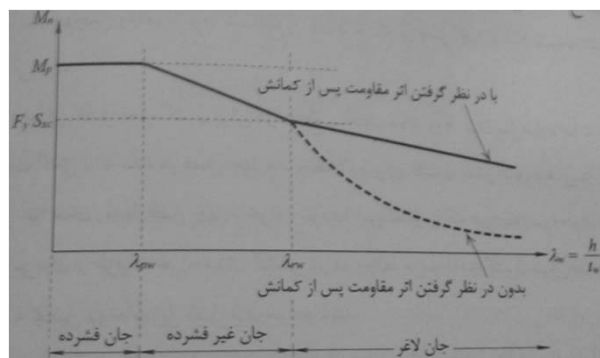
15

مروری بر ضوابط بند ۱۰-۲-۵-۵ آیین نامه ای در طراحی تیورق

$$M_n = R_{pg} F_y S_{xc}$$

الف) تسلیم بال فشاری

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1200 + 300 a_w} \left(\frac{h_c}{t_w} - 0.5 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \leq 1.0$$



16

ب) کمانش پیچشی - جانبی

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc}$$

$$\begin{cases} F_{cr} = C_b \left[F_y - (\cdot/\varphi F_y) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq F_y & L_p < L_b \leq L_r \\ F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \leq F_y & L_b > L_r \end{cases}$$

17

پ) کمانش موضعی بال فشاری

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc}$$

$$F_{cr} = \left[F_y - (\cdot/\varphi F_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right]$$

ت) تسلیم بال کششی

$$M_n = F_y S_{xt}$$

18

رابطه ای برای حدس اولیه ابعاد تیورق ها

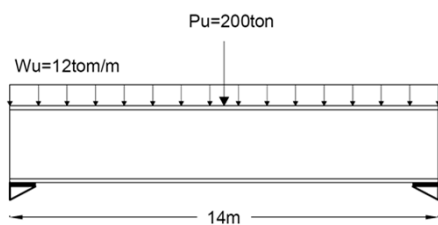
$$\left. \begin{aligned} M_u &\leq \phi_b M_n = 0.9 \alpha S_x F_y \\ S_x &= \dots \cong A = \left(\frac{A_w}{6} + A_f \right) h \end{aligned} \right\} \Rightarrow A_f = \frac{M_u}{0.9 \alpha F_y h} - \frac{A_w}{6}$$

19

مثال 1

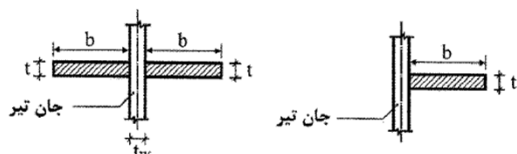
یک تیورق ۱۴ متری تحت یک بار گسترده ۱۲ton/m و یک بار متمرکز ۲۰۰ton در وسط دهانه خود قرار دارد. مطلوبست طراحی این تیورق برای خمش. فرض کنید در محل بار متمرکز و در تکیه گاه ها مهار جانبی وجود دارد.

$$E = 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$



20

ضوابط طراحی سخت کننده عرضی بدون میدان کششی



$$I_{st} = b t_w^3 j$$

$$j = \frac{r/\delta}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} - r \geq 0.5$$

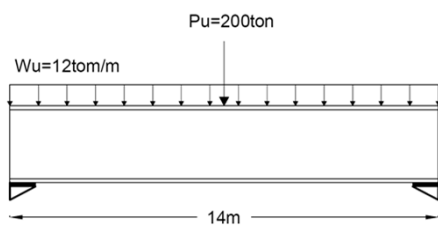
h و a مقدار b کوچکترین مقدار

21

مثال 2

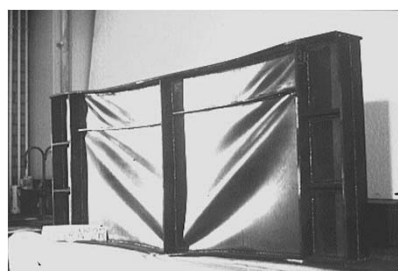
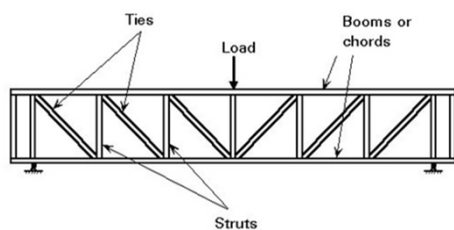
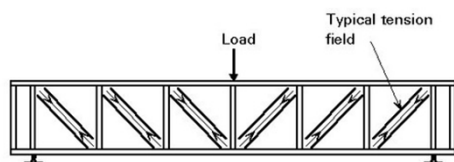
مطلوبست کنترل تیرورق مثال قبلی برای برش و طراحی فواصل و ابعاد سخت کننده های عرضی لازم بدون استفاده از عملکرد میدان کششی.

$$E = 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$



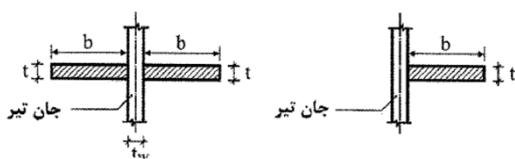
22

پدیده میدان کشش در طراحی برشی تیورق



23

ضوابط طراحی سخت کننده عرضی با میدان کششی



$$I_{st} \geq I_{st1} + (I_{str} - I_{st1}) \left[\frac{V_u - V_{c1}}{V_{cr} - V_{c1}} \right]$$

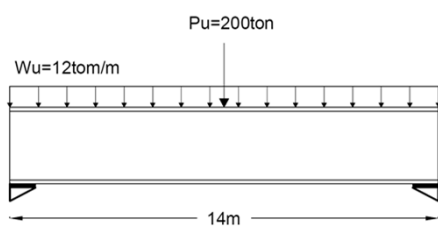
$$I_{st1} = bt_w^3 \quad I_{str} = \frac{h^3 \rho_{st}^{1/3}}{4.0} \left[\frac{F_y w}{E} \right]^{1/2}$$

24

مثال 3

مطلوبست کنترل تیوروق مثال قبلی برای برش و طراحی فواصل و ابعاد سخت کننده های عرضی لازم با استفاده از عملکرد میدان کششی.

$$E = 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$



25

فصل دوم

الزامات ویژه بال و وجان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

طبقه‌بندی الزامات ویژه بال باوجان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز در آیین نامه (ص 176 تا 187)

بال (یا بال‌ها) و جان اعضایی که تحت اثر بار متمرکز بر بال قرار می‌گیرند، باید دارای مقاومت طراحی کافی جهت اقناع معیارهای زیر باشند.

- ۱- خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۱)
- ۲- تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۲)
- ۳- لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۳)
- ۴- کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۴)
- ۵- کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز متقابل فشاری، که به هر دو بال عضو اثر می‌کند (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۵)
- ۶- برش در چشمه اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۶)

27

طبقه‌بندی الزامات ویژه بال باوجان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز در آیین نامه (ص 176 تا 187)

توجه ۱!

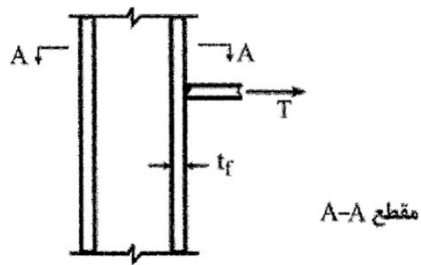
علاوه بر معیارهای فوق، رعایت مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷)، مقررات تکمیلی برای ورق‌های تقویتی جان (ورق مضاعف) در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۸) و الزامات پایداری ورق‌های چشمه اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۹) الزامی است.

توجه ۲!

الزامات این بند مربوط است به بررسی جان و بال (یا بال‌های) مقاطع اعضایی که به یک یا هر دو بال آنها نیروهای متمرکز در امتداد عمود بر صفحه بال و به طور متقارن نسبت به جان اثر می‌کند. نیروهای متمرکز می‌توانند به صورت تک یا زوج نیرو باشند. نیروی متمرکز تکی به صورت فشاری یا کششی، و زوج نیرو یکی کششی و دیگری فشاری بوده و ایجاد لنگر در عضو می‌نماید.

28

۱۰-۲-۹-۱۰-۱ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی



مقطع A-A

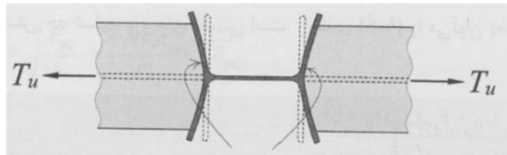
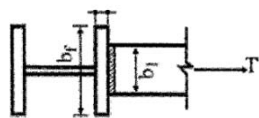
$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi_b = 0.9)$$

← مقاومت مورد نیاز R_u
 ← مقاومت اسمی R_n
 ← ضریب کاهش مقاومت ϕ

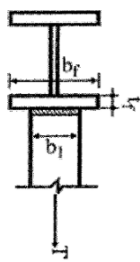
$$R_n = \epsilon / \gamma \omega F_{yf} t_f^2$$

= t_f ضخامت بال تحت نیروی کششی

= F_{yf} تنش تسلیم بال



29



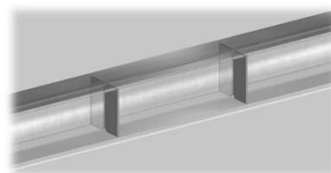
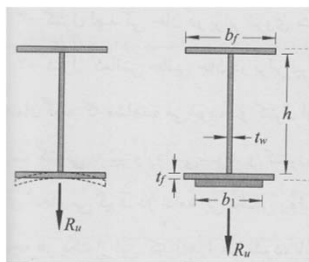
$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi_b = 0.9)$$

← مقاومت مورد نیاز R_u
 ← مقاومت اسمی R_n
 ← ضریب کاهش مقاومت ϕ

$$R_n = \epsilon / \gamma \omega F_{yf} t_f^2$$

= t_f ضخامت بال تحت نیروی کششی

= F_{yf} تنش تسلیم بال

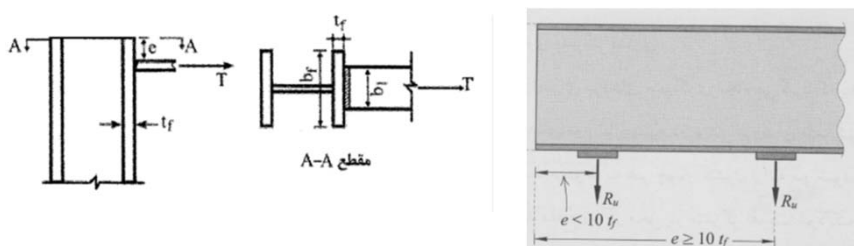


30

دو حالت خاص در تعیین مقاومت اسمی:

طول بارگذاری شده در امتداد پهنای بال (b_1)، کوچکتر از $0.15b_f$ باشد

نیروی کششی در فاصله‌ای کمتر از $10t_f$ از انتهای عضو اثر نماید ($e < 10t_f$)



31

تبصره برای تعیین نیروی طراحی سخت کننده‌ها:

در صورتی که مقاومت مورد نیاز R_u از مقاومت طراحی (ϕR_n) بیشتر باشد، تعبیه یک جفت سخت کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری می‌باشد. سخت کننده‌های مورد نیاز باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

32

۲-۱۰-۹-۲-۱۰ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری

مقاومت مورد نیاز

$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi = 1.0)$$

مقاومت اسمی

ضریب کاهش مقاومت

دو حالت محتمل در تعیین مقاومت اسمی:

(or N)

$$R_n = F_{yw} t_w (\Delta k + l_b)$$

$$R_n = F_{yw} t_w (\gamma / \Delta k + l_b)$$

d = ارتفاع کلی مقطع تیر

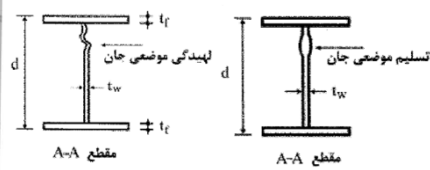
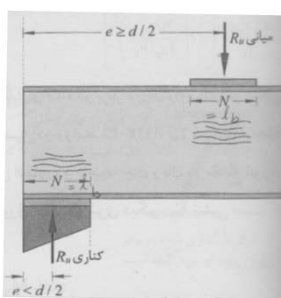
l_b = طول اتکای بار متمرکز (برای عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مقدار l_b نباید کمتر از k در نظر گرفته شود)

تبصره برای تعیین نیروی طراحی سخت کننده ها:

در صورتی که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیه یک جفت سخت کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت موجود در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

35

۱۰-۲-۹-۱۰-۳ لهدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری



$$R_u \leq \phi R_n$$

$$(\phi = 0.75)$$

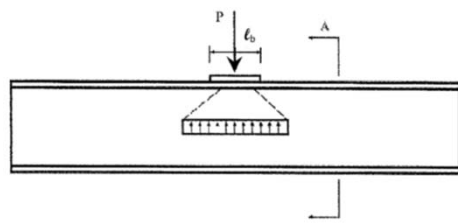
$$R_n = 0.18 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}}$$

$$l_b/d \leq 0.75 \quad R_n = 0.4 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}}$$

$$l_b/d > 0.75 \quad R_n = 0.4 \cdot t_w^2 \left[1 + \left(\frac{l_b}{d} - 0.75 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yw} t_f}{t_w}}$$

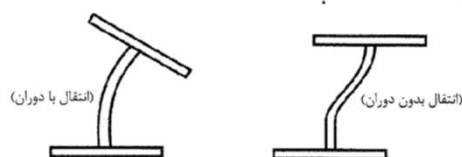
36

۴-۱۰-۹-۲-۱۰ کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری



$$R_u \leq \phi R_n$$

$$(\phi = 0.85)$$

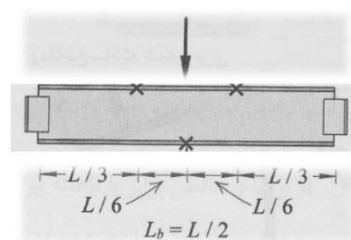
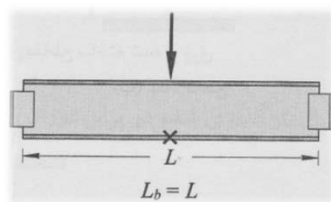


(ب) حالتی که بال فشاری در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری نشده است (مقطع A-A).

(الف) حالتی که بال فشاری در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری شده است (مقطع A-A).

37

$L_b =$ بزرگترین طول بدون مهار جانبی هر دو بال در محدوده اعمال بار متمرکز



38

مثال 1

در تیر IPB600 نشان داده شده، کلیه کنترل‌های لازم در محل بارهای متمرکز را انجام دهید. عرض و ضخامت ورق‌های انتقال بار متمرکز به ترتیب ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر بوده و بال‌های پایینی تیر در محل اعمال عکس العمل‌های تکیه گاهی و بال بالایی در

$$E = 2e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

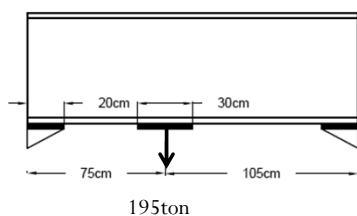
محل بار متمرکز وارده دارای مهار جانبی هستند.

$$b_f = 30cm$$

$$t_f = 3cm$$

$$k = 5.7cm$$

$$t_w = 1.55cm$$

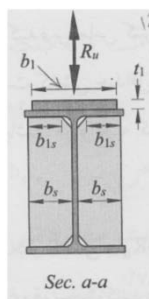


39

۷-۱۰-۹-۲-۱۰ مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز و در انتهای آزاد

تیرها و شاه‌تیرها

در انتهای آزاد تیرها و شاه‌تیرهایی که در مقابل دوران در حول محور طولی نگهداری نشده است، باید یک جفت سخت‌کننده عرضی که در تمام ارتفاع جان دارد، تعبیه گردد.



الف) ضوابط عمومی:

$$b_s \geq \min\left(\frac{b_f}{3}, \frac{b_1}{3}\right) - \frac{t_w}{2}$$

$$t_s \geq \frac{1}{3} \times \min(t_f, t_1)$$

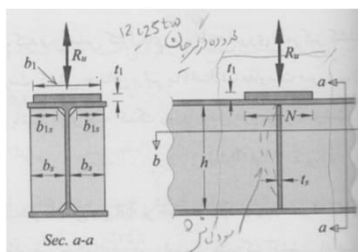
$$t_s \geq \frac{b_s}{15}$$

ارتفاع ورق سخت‌کننده باید مساوی ارتفاع آزاد جان (فاصله بین دو بال) باشد.

40

ب) ضوابط مخصوص سخت کننده کششی:

سخت کننده‌ها باید دارای مقاومت کششی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل‌های بارهای متمرکز مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ باشد.



41

مثال ۲

در تیر IPB600 مثال ۱، سخت کننده های کششی لازم را طراحی کنید. عرض و ضخامت ورقهای انتقال بار متمرکز به ترتیب ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر بوده و بالهای پایینی تیر در محل اعمال عکس العمل های تکیه گاهی و بال بالایی در محل بار

متمرکز وارده دارای مهار جانبی هستند.

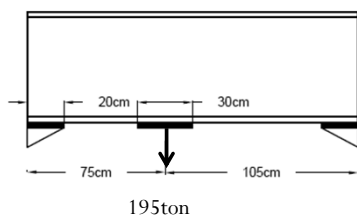
$$E = 2e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$b_f = 30cm$$

$$t_f = 3cm$$

$$k = 5.7cm$$

$$t_w = 1.55cm$$



42

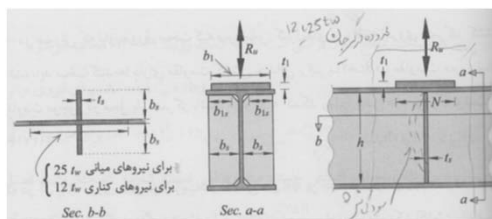
پ) ضوابط تکمیلی مخصوص سخت کننده فشاری:

1- ارزیابی مقاومت ستونی:

این سخت کننده‌ها باید به صورت یک ستون فرضی با بار محوری فشاری طراحی شوند.

$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi = 0.9)$$

$$R_n = F_{cr} \cdot A_g$$



$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi = 0.75)$$

$$R_n = 1.8 F_y \cdot A_{pb}$$

$$A_{pb} = \text{سطح تصویر اتکا}$$

2- ارزیابی مقاومت اتکائی:

43

مثال 3

در تیر IPB600 مثال ۱، سخت کننده های فشاری لازم را طراحی کنید. عرض و ضخامت ورقهای انتقال بار متمرکز به ترتیب

۲۰ و ۲.۵ سانتیمتر بوده و بالهای پایینی تیر در محل اعمال عکس العمل های تکیه گاهی و بال بالایی در محل متمرکز وارده

دارای مهار جانی هستند.

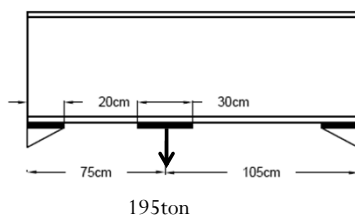
$$E = 2e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$b_f = 30cm$$

$$t_f = 3cm$$

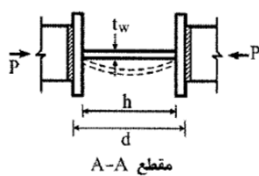
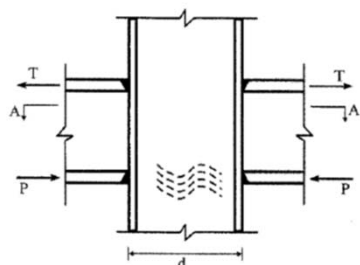
$$k = 5.7cm$$

$$t_w = 1.55cm$$



44

۱۰-۲-۹-۱۰-۵ کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری



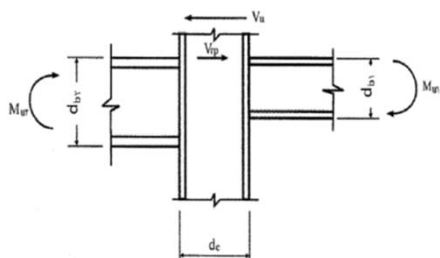
$$R_u \leq \phi R_n$$

$$(\phi = 0.9)$$

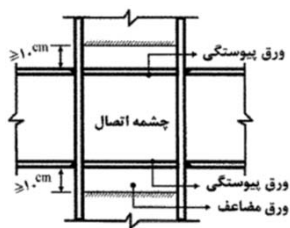
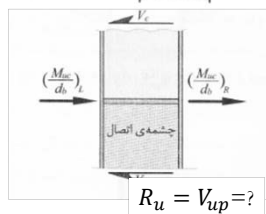
$$R_n = \frac{\gamma_t t_w \sqrt{E F_y w}}{h}$$

45

۱۰-۲-۹-۱۰-۶ برش در چشمه اتصال



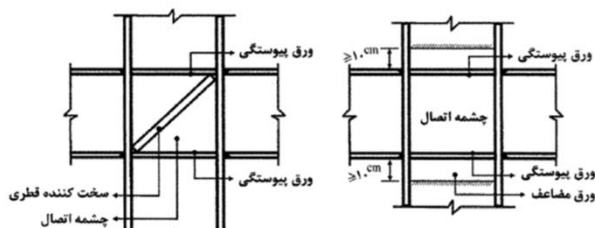
$$R_u \leq \phi R_n \quad (\phi = 0.9)$$



46

تبصره برای تعیین نیروی طراحی ورق مضاعف!

در صورتی که مقاومت برشی مورد نیاز چشمه اتصال از مقاومت برشی طراحی بیشتر باشد، تعبیه ورق تقویتی جان (ورق مضاعف) یا یک جفت سخت‌کننده قطری دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محدوده چشمه اتصال ضروری است. ورق‌های مضاعف باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۸ را تأمین نمایند.



$$V_{up} \leq \phi R_n + 2(0.6F_{yst})t_z \cdot w_z$$

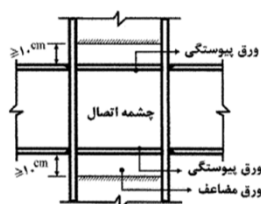
d_z = عمق چشمه اتصال که فاصله آزاد بین ورق‌های پیوستگی می‌باشد.

w_z = پهناي چشمه اتصال که فاصله آزاد بین بال‌های ستون می‌باشد.

47

۱۰-۲-۹-۱۰-۹ پایداری ورق‌های چشمه اتصال

ضخامت هر یک از ورق‌های واقع در چشمه اتصال، شامل جان (یا جان‌های) ستون و ورق‌های تقویتی چشمه اتصال (ورق‌های مضاعف) باید رابطه زیر را برآورده نمایند.



$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{90}$$

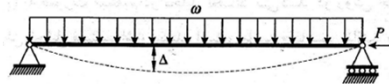
d_z = عمق چشمه اتصال که فاصله آزاد بین ورق‌های پیوستگی می‌باشد.

w_z = پهناي چشمه اتصال که فاصله آزاد بین بال‌های ستون می‌باشد.

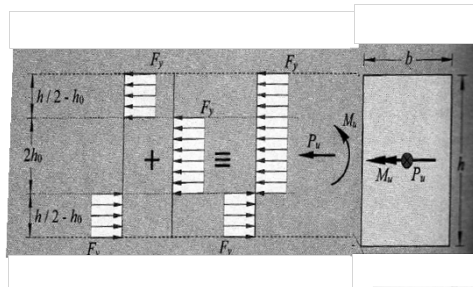
48

فصل سوم

طراحی تیر ستون



الف) توجه به افزایش لنگر خمشی طراحی:



ب) توجه به کاهش ظرفیت خمشی:

$$P_u = F_y b (\nu h_0) \Rightarrow h_0 = \frac{P_u}{\nu F_y b}$$

$$M_u = F_y b \left(\frac{h}{\nu} - h_0 \right) \left(h_0 + \frac{h}{\nu} - \frac{h_0}{\nu} \right) \times \nu = F_y b \left(\frac{h^2}{\nu} - h_0^2 \right)$$

$$\Rightarrow M_u = F_y \frac{bh^2}{\nu} \left[1 - \left(\frac{P_u}{F_y bh} \right)^2 \right]$$

$$P_n = F_y bh$$

$$M_n = F_y Z = F_y \frac{bh^2}{\nu}$$



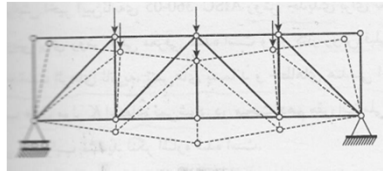
$$M_u = M_n \left[1 - \left(\frac{P_u}{P_n} \right)^2 \right] \Rightarrow \frac{M_u}{M_n} + \left(\frac{P_u}{P_n} \right)^2 = 1$$

انواع روشهای تحلیل و تفاوت آنها

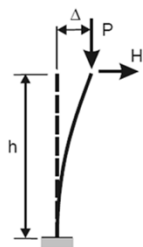
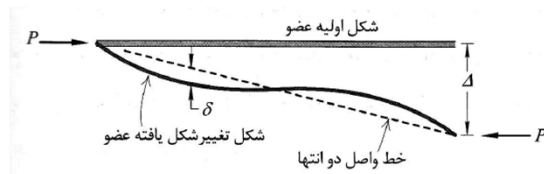
روشهای تحلیل

تحلیل مرتبه اول

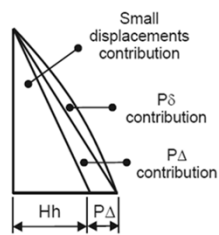
تحلیل مرتبه دوم



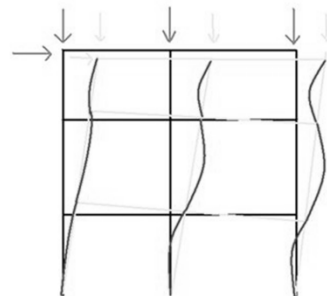
تعریف آثار مرتبه دوم در آیین نامه



52 (a) Column



(b) Bending Moments



Big P-Delta
Small p-delta

تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته در آیین نامه

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

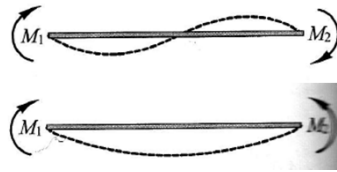
B_1 = ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر $P-\delta$.

B_2 = ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر $P-\Delta$.

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - (P_u/P_{e1})}$$

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 (EI)^*}{(K_1 L)^2}$$

$$C_m = \frac{0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2}}{M_r}$$



53

تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته در آیین نامه

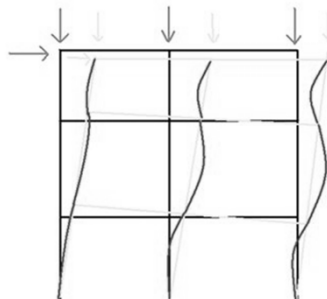
$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

$$B_2 = \frac{1}{\left[1 - \frac{P_{story}}{P_{e story}}\right]} \geq 1.0$$

$$P_{e story} = \left(1 - 0.1 \Delta \frac{P_{mf}}{P_{story}}\right) \frac{HL}{\Delta H}$$

$$P_{e story} = \sum \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$



— $P-\Delta$ Big P-Delta
 — $p-\delta$ Small p-delta

54

نحوه تعیین مقادیر M_{lt} و P_{lt} ، M_{nt} ، P_{nt} مطابق مبحث ۱۰

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

The diagrams illustrate the application of the ACI 318 moment modification factor. The top part shows a frame with a horizontal beam and two vertical columns. The left diagram shows the frame under vertical loads P_1 and P_2 with reactions R_1 and R_2 . The right diagram shows the frame under horizontal loads H_1 and H_2 with reactions R_1 and R_2 . A circle with the number 55 is located in the bottom left corner.

مثال ۱

مطلوبست تعیین لنگر و نیروی محوری مرتبه دوم برای ستون AB در قاب مفروض یک دهانه و یک طبقه از روش تحلیل مرتبه اول تشدید یافته. فرض کنید ترکیب بار 1.2D+L+E حاکم باشد.

$$E = 2.04e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$H_1 = 2 \text{ ton}, H_2 = 3 \text{ ton}, H_3 = 4 \text{ ton}$

The diagram shows a three-story frame with columns AB, BC, and CD. Each story is 3m high. Horizontal loads H_1, H_2, H_3 are applied at the top of each column. Vertical loads w_D and w_L are applied to the beams. A table below the diagram summarizes the load values for each load type (D, L, E) at different points (a and b).

	M_a (t.m)	P_b (t.m)	P (ton)
D	1.34	0.83	24.48
L	0.33	0.21	5.96
E	2.77	3.37	2.93

56

مروری بر الزامات آیین نامه ای طراحی اعضا برای ترکیب نیروها و لنگرها

۱۰-۲-۷-۲-۲ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان لنگر خمشی و نیروی محوری کششی

$$\left[\begin{array}{l} \frac{P_u}{P_t} \geq 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{P_t} + \frac{\lambda}{\phi} \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \\ \frac{P_u}{P_t} < 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{\phi P_t} + \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \end{array} \right.$$

57

مروری بر الزامات آیین نامه ای طراحی اعضا برای ترکیب نیروها و لنگرها

۱۰-۲-۷-۲-۱ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان لنگر خمشی و نیروی محوری فشاری

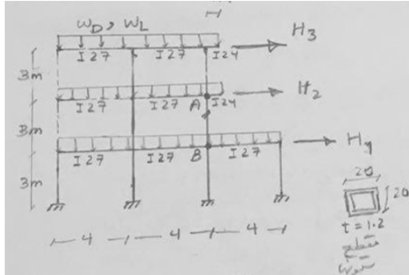
$$\left[\begin{array}{l} \frac{P_u}{P_c} \geq 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{P_c} + \frac{\lambda}{\phi} \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \\ \frac{P_u}{P_c} < 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{\phi P_c} + \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \end{array} \right.$$

58

مثال 2

مطلوبست کنترل عضو AB در مثال ۱ با فرض مهار شده بودن قاب در جهت عمود بر صفحه.

$$E = 2.04e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

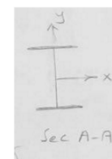
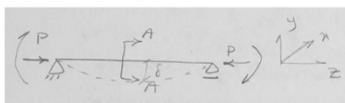


59

مروری بر الزامات آیین نامه ای طراحی اعضا برای ترکیب نیروها و لنگرها

۱۰-۲-۲-۳ اعضای با مقطع نوردشده فشرده دارای دو محور تقارن تحت اثر همزمان نیروی

محوری فشاری و لنگر خمشی حول یک محور



✓ الف) حالت حدی کمانش داخل صفحه

✓ ب) حالت حدی کمانش خارج از صفحه

$$\frac{P_u}{P_{cy}} \left[\frac{1}{\delta} - \frac{0.5 P_u}{P_{cy}} \right] + \left(\frac{M_{ux}}{C_b M_{cx}} \right)^2 = 1.0$$

60

مثال 3

نتایج تحلیل مرتبه دوم یک عضو تیر-ستون با مقطع IPB340 به صورت زیر داده شده است. مطلوبست بررسی کفایت ابعاد آن.

$$E = 2.04e6 \frac{kg}{cm^2}, F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}, K_x = 1.58, K_y = 1, (KI)_z = 700cm$$



61

طراحی تیرستون با استفاده از مفهوم بار معادل

$$\frac{P_u}{P_c} \geq 0.7 \quad \longrightarrow \quad \frac{P_u}{P_c} + \frac{\lambda}{9} \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$

$$P_u + \frac{\lambda}{9} \left(\frac{\varphi_c P_n}{\varphi_b M_{nx}} \right) M_{ux} + \frac{\lambda}{9} \left(\frac{\varphi_c P_n}{\varphi_b M_{ny}} \right) M_{uy} = \varphi_c P_n = P_{u,EQ}$$

$$P_{u,EQ} = P_u + \left(\frac{\lambda \varphi_c F_{cr}}{9 \varphi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_x} \right) M_{ux} + \left(\frac{\lambda \varphi_c F_{cr}}{9 \varphi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_y} \right) M_{uy}$$

62

مثال 4

با داشتن نیروهای ناشی از تحلیل مثال ۳، مقطع مناسب برای آن را حدس بزنید.