ضوابط لرزه ای طراحی اتصالات مطابق با مبحث دهم

شکل پذیری

۱- حد شکل پذیری زیاد

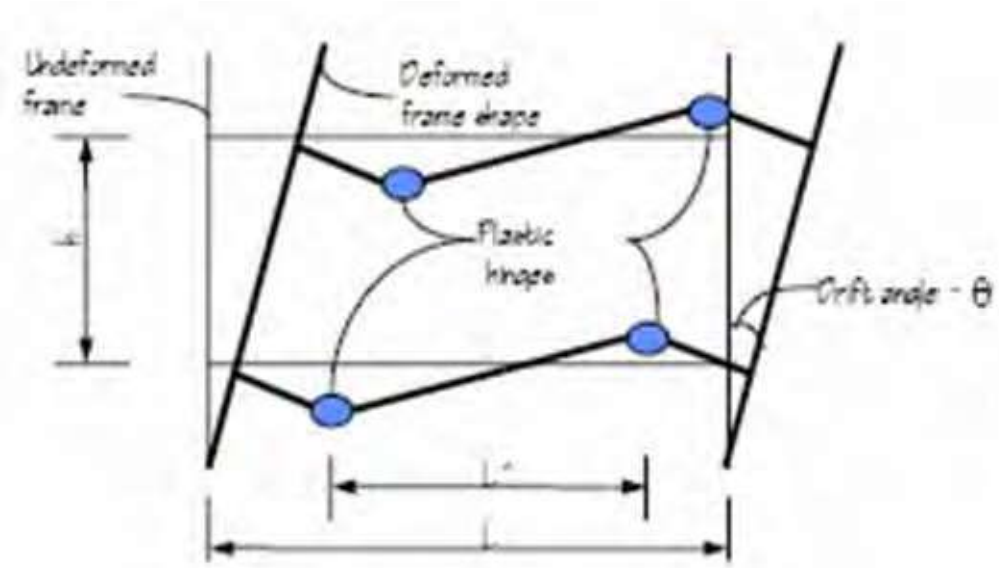
دوران نظیر تغییر مکان نسبی طبقه در آن ۰.۰۴ رادیان باشد که حدود ۰.۰۳ رادیان آن فرا ارتجاعی باشد.

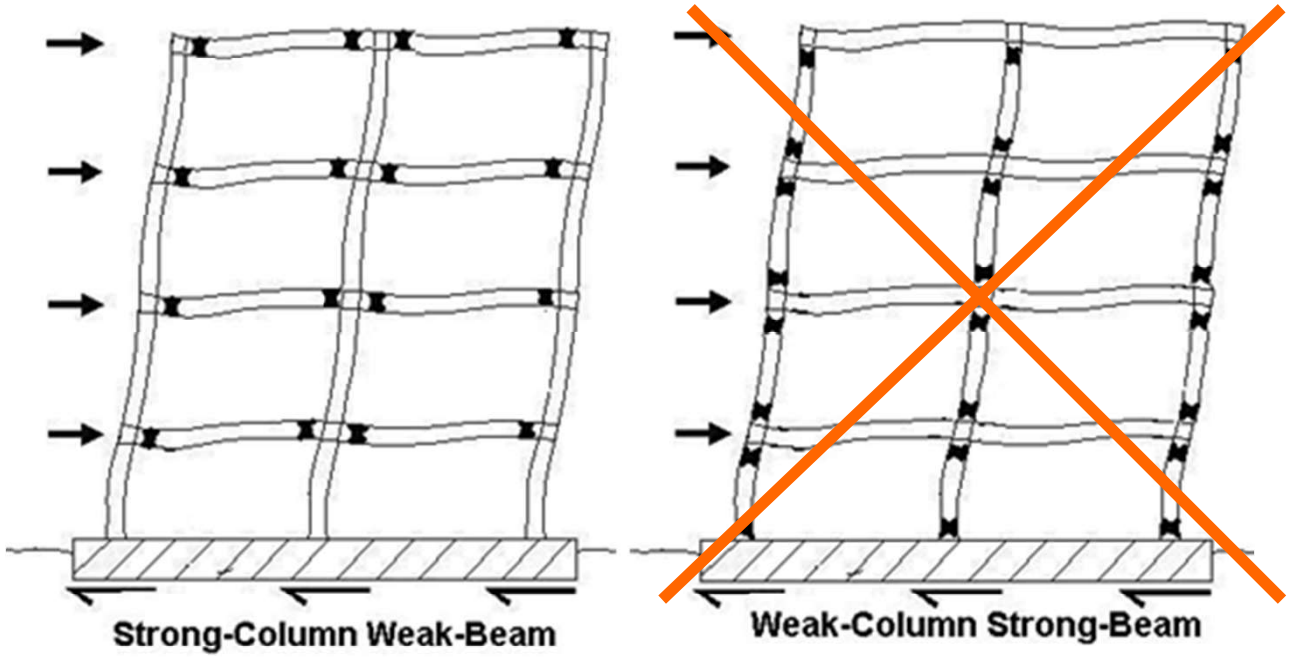
۲- حد شکل پذیری متوسط

دوران نظیر تغییر مکان نسبی طبقه در آن ۰.۰۲ رادیان باشد که حدود ۰.۰۱ رادیان آن فرا ارتجاعی باشد.

۳- حد شکل پذیری کم

ظرفیت دورانی مورد انتظار در گره ها کم است و سازه عملا تغییر شکل فرا ارتجاعی ندارد.


Undeformed frame
Deformed frame shape
Plastic hinge
Drift angle - θ

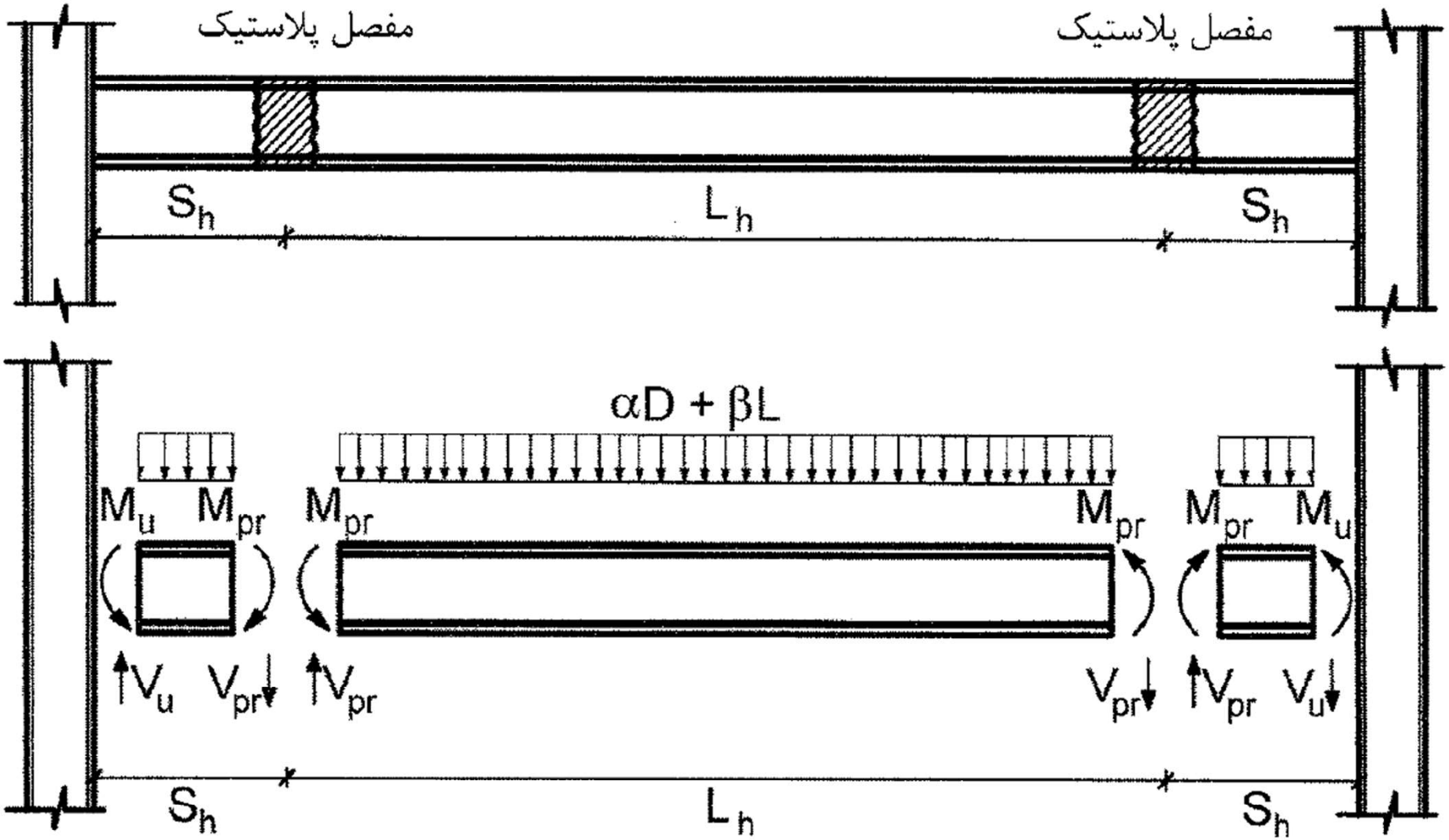

Strong-Column Weak-Beam
Weak-Column Strong-Beam

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱۰-۳-۲-۲ ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ اعضا

ناحیهٔ حفاظت‌شده در یک عضو از سازه، که به ناحیهٔ شکل‌پذیر عضو نیز موسوم است، به ناحیه‌ای از عضو اطلاق می‌شود که انتظار می‌رود در آن مفصل پلاستیک تشکیل شود. نظر به اهمیت این ناحیه و رفتار حساس آن در حرکات رفت و برگشتی سازه، این ناحیه باید عاری از هر گونه عملیاتی که موجب دگرگونی عملکرد عضو در این ناحیه می‌شود، باشد. ناحیهٔ حفاظت‌شده در دو انتهای تیر، فاصلهٔ بین بر ستون تا نصف عمق تیر از محل تشکیل مفصل پلاستیک به سمت داخل دهانه در نظر گرفته می‌شود. همچنین ناحیهٔ حفاظت‌شده برای مهاربندی‌های ویژه در تمام طول عضو و برای تیرهای پیوند قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا تمام طول آن می‌باشد.

مفصل پلاستیک در تیرها



شکل ۱۰-۳-۸-۱ نمودار پیکرهٔ آزاد تیرهای باربر جانبی

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱۰-۳-۸-۳ اتصال تیر به ستون

کلیهٔ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی متوسط که نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌کنند، باید دارای شرایط زیر باشند.

الف) اتصالات خمشی تیر به ستون باید توانایی تحمل تغییرشکل‌های دورانی حداقل به میزان ۰/۰۲ رادیان را بدون کاهش قابل توجه در مقاومت خود دارا باشند. برای احراز این شرط لازم است اتصالات خمشی به‌کار رفته در قاب‌های خمشی متوسط از طریق آزمایشات توصیه شده توسط مراجع معتبر تایید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تأیید شدهٔ ارائه شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع می‌باشد.

ب) اتصال تیر به ستون باید به‌گونه‌ای طراحی شود که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را در داخل تیر فراهم نماید. انجام این امر می‌تواند از طریق ضعیف کردن مقطع تیر در فاصله‌ای محدود از بر ستون صورت گیرد. روش‌های دیگر برای دستیابی به‌منظور فوق در اتصالات از پیش تأیید شدهٔ بخش ۱۰-۳-۱۳ ارائه شده است.

پ) مقاومت خمشی مورد نیاز (M_u) و مقاومت برشی مورد نیاز (V_u) اتصال باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr}= C_{pr}R_yM_p$ در محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شوند (شکل ۱۰-۳-۸-۱). که در آن، M_p، R_y و C_{pr} مطابق تعاریف بند ۱۰-۳-۸-۲ می‌باشد.

۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد

طبق تعریف، ضریب R_y عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شده، که به منظور در نظرگرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز باید در محاسبات مدنظر قرار گیرد. کاربرد ضریب R_y در محاسبات لرزه‌ای سازه‌های با شکل‌پذیری مختلف در بخش‌های مربوطه ارائه شده است. مقدار ضریب R_y از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y} \qquad (۱۰-۳-۲-۱)$$

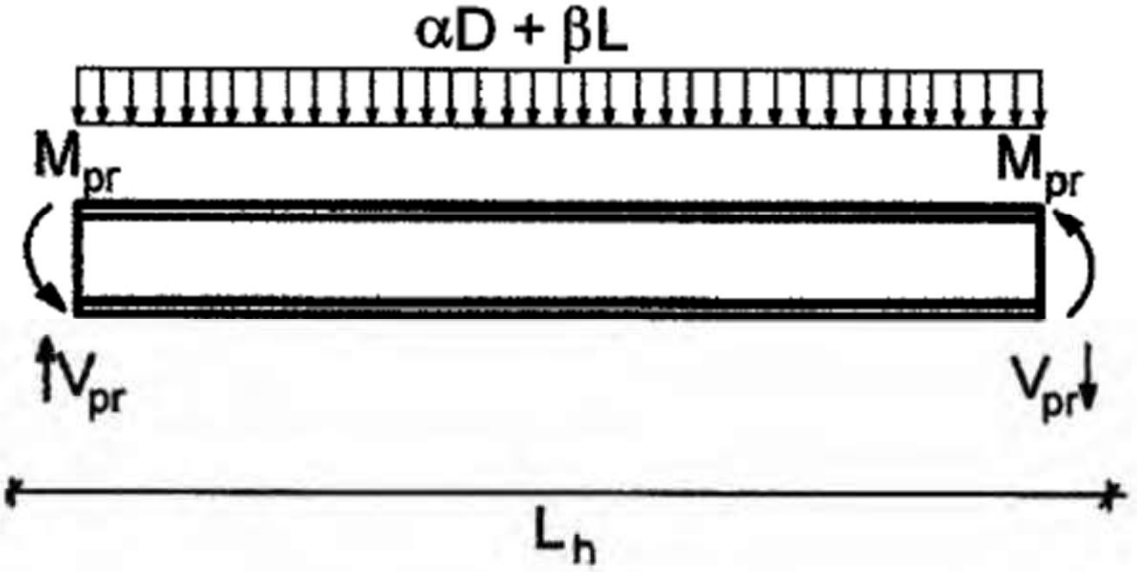
جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد

نوع محصول	R_y
مقاطع لوله‌ای و قوطی‌شکل نوردشده	۱/۲۵
سایر مقاطع نوردشده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری	۱/۲۰
مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها	۱/۱۵

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

C_{pr}= ضریبی است که دربرگیرندهٔ آثار عواملی از قبیل سخت‌شدگی، قیدهای موضعی و ملحقات موجود در اتصال تیر به ستون است و برای محاسبهٔ حداکثر نیروی ایجاد شده در اعضا و وسایل اتصال به‌کار گرفته می‌شود. به‌جز در موردی‌که در بخش ۱۰-۳-۱۳-۶ برای C_{pr} عدد خاصی پیش‌بینی شده است، مقدار آن باید از رابطهٔ زیر تعیین شود

$$۱/۱ \leq C_{pr} = \frac{(F_y + F_u)}{۲F_y} \leq ۱/۲ \qquad (۱۰-۳-۸-۱)$$



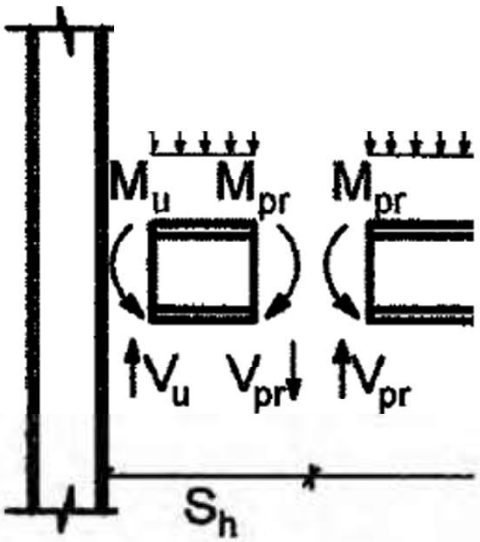
$$V_{pr} = \frac{2\times M_{pr}}{L_h} + \frac{q_u W L_h}{2} = \frac{2\times M_{pr}}{L_h} + \frac{(\alpha D+\beta L) W L_h}{2}$$

q_u: وزن ضریب دار واحد سطح سقف می باشد که بر اساس ترکیب بار لرزه ای باید انتخاب شود با توجه به اینکه ترکیب بار لرزه ای 1.2D+L+0.2S+E می باشد، مقدار $q_u = \alpha D + \beta L$ برابر kN/m^2 (1.2Dead+Live+0.2Snow) باید اختیار شود.

تحت شرایط خاصی به جای Live می توان از 0.5Live استفاده کرد (جهت مشاهده شرایط استفاده از ضریب 0.5 برای بار زنده به مبحث ششم مراجعه نمایید).

W: عرض بارگیر تیر بر حسب متر.

محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هرکدام که بزرگتر است)، در نظر گرفته شود.



مقدار برش طراحی در بر ستون (V_U) بر حسب kN مطابق بند ۱۰-۳-۸-۱-۲-۲ برابر است با:

$$V_U = V_{pr} + q_u W S_h$$

مطابق بند ۱۰-۳-۸-۱-۳-۲ مقدار M_U در بر ستون بر حسب kN.m بدست می آید:

$$M_U = M_{pr} + V_{pr} S_h + \frac{q_u W {S_h}^2}{2}$$

کنترل خمش موضعی در بال ستون در مقابل بال کششی (بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۱ مبحث ۱۰)

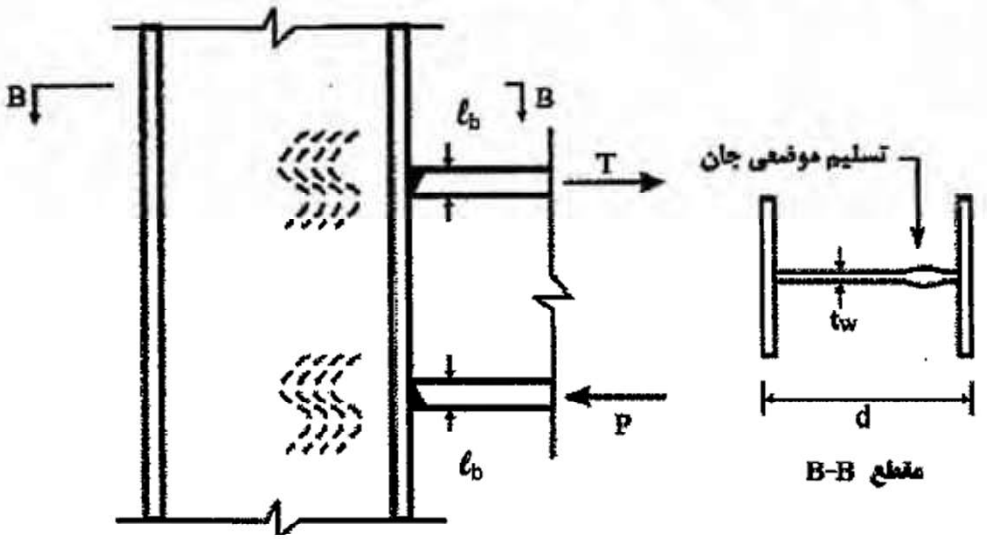
$$R_u = \emptyset R_n$$

$$\emptyset = 0.9$$

$$R_n = ۶/۲۵\, F_{yf} t_f^{۲}$$

تبصره: در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز (T_u) از مقاومت طراحی (ϕR_n) بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری می‌باشد. سخت‌کننده‌های موردنیاز باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

کنترل تسلیم موضعی جان ستون در مقابل بال فشاری و یا کششی(بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۲ مبحث ۱۰)



$$R_u = \emptyset R_n$$

$$\emptyset = 1$$

۱- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای بزرگتر از d از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n=F_{yw}t_w(5k+l_b) \qquad (۱۰-۲-۹-۲۴)$$

۲- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا کوچکتر از d از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n=F_{yw}t_w(2/5k+ l_b) \qquad (۱۰-۲-۹-۲۵)$$

سوال: اگر رابطه فوق ارضا نشد (یعنی اگر ضخامت جان ستون کمتر از مقدار داده شده بود) چه باید کرد؟

پاسخ: یا باید ضخامت جان ستون را افزایش داد و یا از ورقهای پیوستگی استفاده نمود.

که در روابط فوق:

F_{yw} = تنش تسلیم فولاد جان

t_w= ضخامت جان

d = ارتفاع کلی مقطع تیر

k= فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای دو ماهیچهٔ جان و بال در مقاطع نوردشده و فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای جوش گوشه اتصال بال و جان در مقاطع ساخته‌شده از ورق.

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

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

کنترل لهیدگی (چروکیدگی) در جان ستون در مقابل بال فشاری(بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۳ مبحث ۱۰)

$$R_u = \emptyset R_n$$

$$\emptyset = 0.75$$

۱- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا بزرگتر از d/۲ از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n = ۰/۸۰ t_w^۲ \left[۱ + ۳\left(\frac{l_b}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۱۰-۲-۹-۲۶)$$

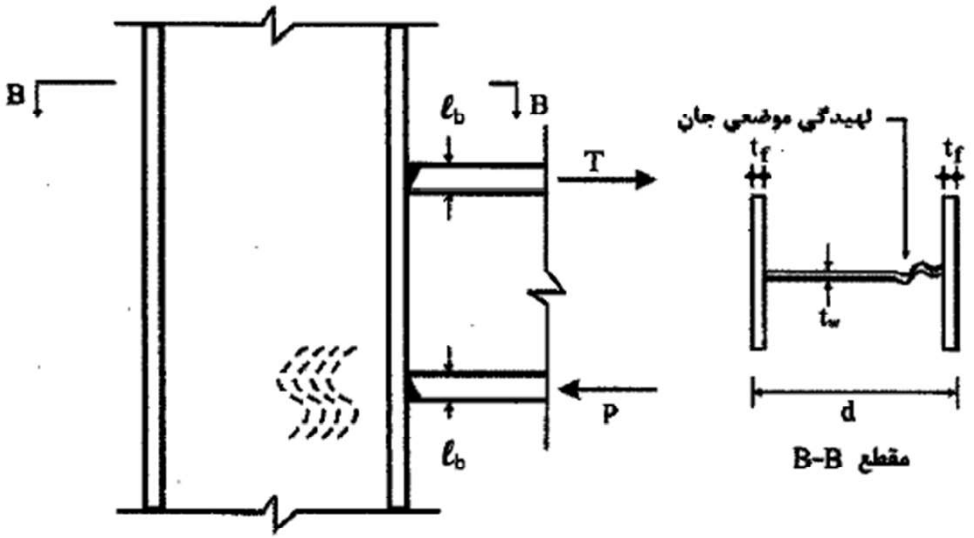
۲- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای کوچکتر از d/۲ از انتهای عضو وارد می‌شود:

- در صورتی که $l_b/d \leq ۰/۲$ باشد:

$$Rn = ۰/۴۰ t_w^۲ \left[۱ + ۳\left(\frac{l_b}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۱۰-۲-۹-۲۷)$$

- در صورتی که $l_b/d > ۰/۲$ باشد:

$$R_n = ۰/۴۰ t_w^۲ \left[۱ + \left(\frac{۴l_b}{d} - ۰/۲\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۱۰-۲-۹-۲۸)$$



در روابط فوق:

d= ارتفاع کلی مقطع

t_w = ضخامت جان

t_f = ضخامت بال تحت بار

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

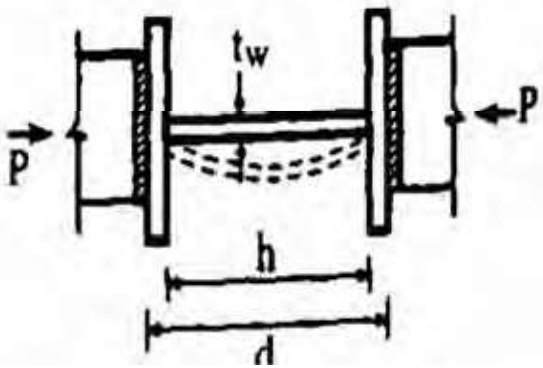
F_{yw}= تنش تسلیم فولاد جان

E = مدول الاستیسیته فولاد

تبصره: در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت‌کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

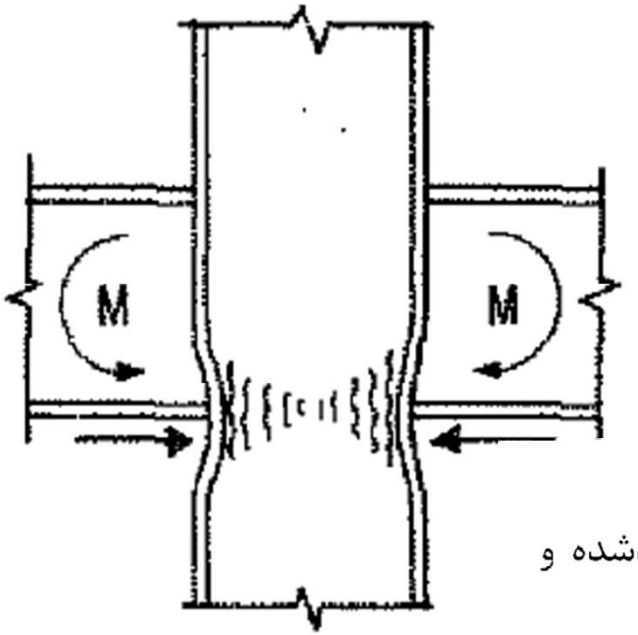
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

کنترل کمانش فشاری در جان ستون در مقابل بال فشاری(بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۵ مبحث ۱۰)



$$R_u = \emptyset R_n$$

$$\emptyset = 0.9$$



$$R_n = \frac{۲۴ t_w^۳ \sqrt{E F_{yw}}}{h}$$

t_w = ضخامت جان

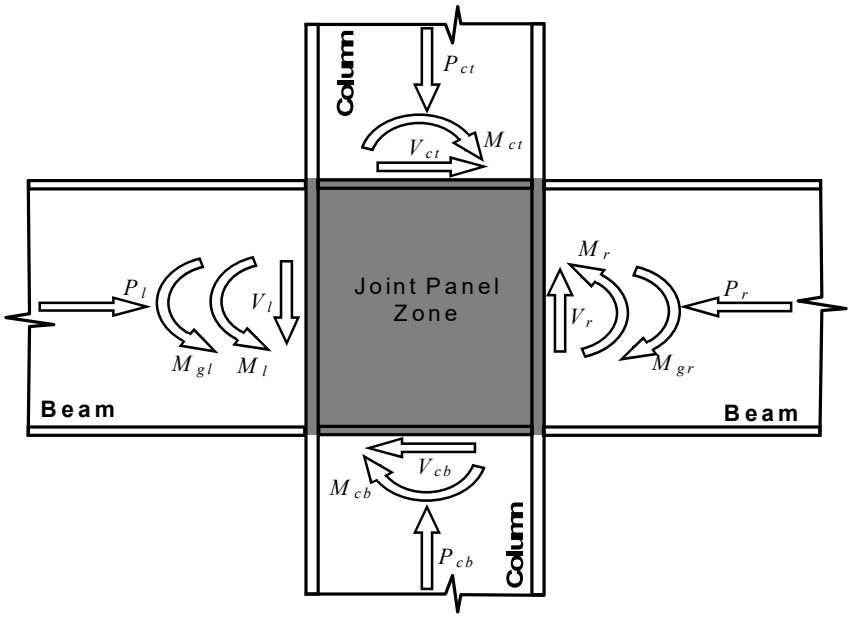
h= ارتفاع آزاد جان (فاصله بین انتهای دو ماهیچهٔ جان و بال در روی جان در مقاطع نوردشده و فاصلهٔ بین دو بال در مقاطع ساخته‌شده از ورق)

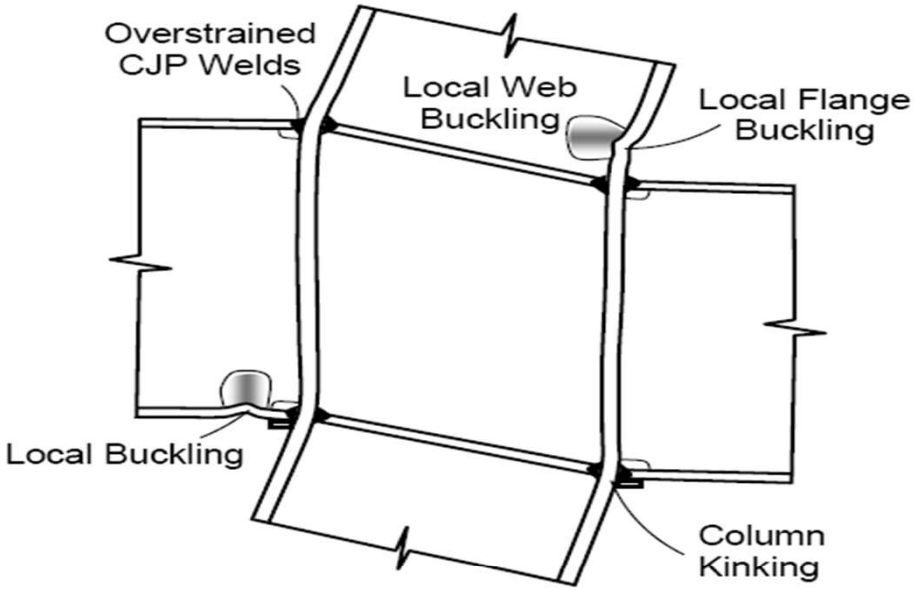
تبصره۱: در صورتی‌که جفت نیروی فشاری در فاصله‌ای کمتر از d/۲ از انتهای عضو اثر نماید، مقدار R_n حاصل از رابطهٔ ۱۰-۲-۹-۳۱ باید ۵۰ درصد کاهش یابد.

تبصره۲: در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت‌کننده‌های مورد نیاز باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

چشمه اتصال





مقاومت برشی طراحی در چشمهٔ اتصال مساوی ϕR_n می‌باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و R_n مقاومت اسمی است که بر اساس حالت حدی تسلیم برشی به شرح زیر تعیین می‌گردد.

۱. در حالتی‌که تأثیر تغییرشکل چشمهٔ اتصال در تحلیل سازه منظور نشود:

- برای حالتی‌که $P_u \leq ۰/۴P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w \qquad (۱۰-۲-۹-۳۲)$$

- برای حالتی‌که $P_u > ۰/۴P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w \left(۱/۴ - \frac{P_u}{P_c}\right) \qquad (۱۰-۲-۹-۳۳)$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۲. در حالتی‌که تأثیر تغییرشکل چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور شود:

- برای حالتی که $P_u \leq ۰/۷۵P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w \left(۱ + \frac{۳b_{cf}t_{cf}^{۲}}{d_b d_c t_w}\right) \qquad (۳۴-۹-۲-۱۰)$$

- برای حالتی‌که $P_u > ۰/۷۵P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶\, F_y d_c t_w \left(۱ + \frac{۳b_{cf}t_{cf}^{۲}}{d_b d_c t_w}\right)\left(۱/۹ - \frac{۱/۲P_u}{P_c}\right) \qquad (۳۵-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

b_{cf} = پهنای بال ستون

t_{cf} = ضخامت بال ستون

d_c = ارتفاع کلی مقطع ستون

d_b = ارتفاع کلی مقطع تیر

t_w = ضخامت جان مقطع ستون

F_y = تنش تسلیم فولاد

P_u = مقاومت محوری مورد نیاز ستون

$(P_c = P_y = A_g F_y)$ = مقاومت محوری تسلیم

A_g = سطح مقطع کل مقطع ستون

در روابط فوق:

b_{cf} = پهنای بال ستون

t_{cf} = ضخامت بال ستون

d_c = ارتفاع کلی مقطع ستون

d_b = ارتفاع کلی مقطع تیر

t_w = ضخامت جان مقطع ستون

F_y = تنش تسلیم فولاد

P_u = مقاومت محوری مورد نیاز ستون

$(P_c = P_y = A_g F_y)$ = مقاومت محوری تسلیم

A_g = سطح مقطع کلی مقطع ستون

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

تبصره۱: مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۲۱، مقاومت برشی مورد نیاز در چشمهٔ اتصال، V_{up}، از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

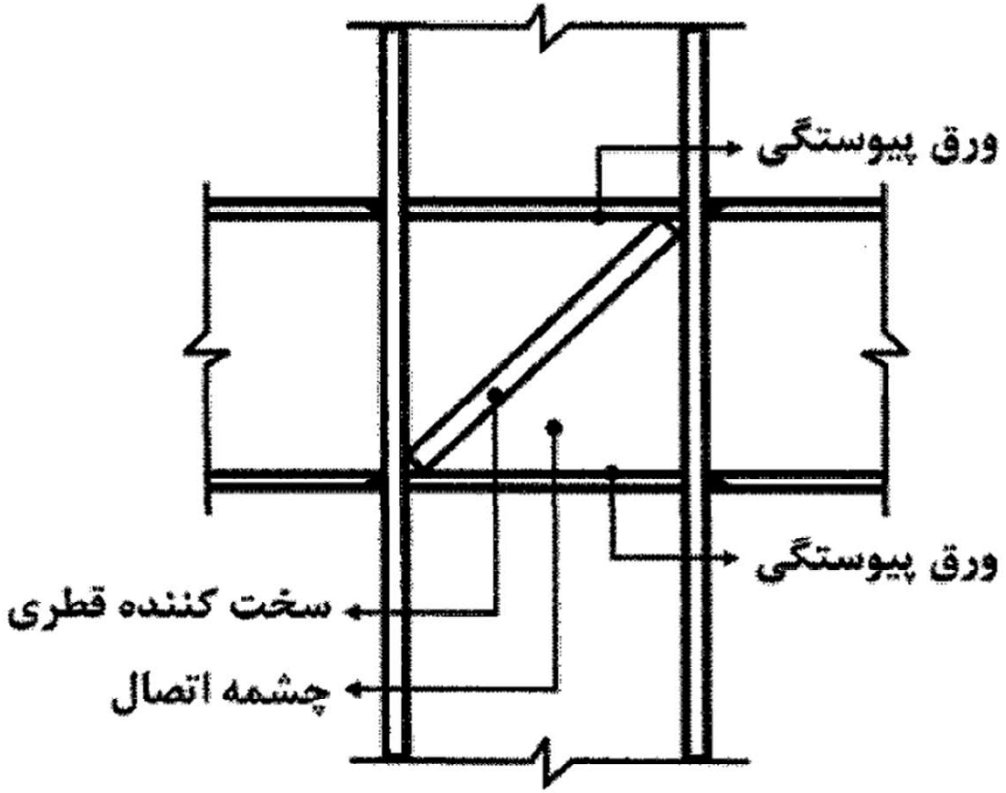
$$V_{up}=\frac{M_{u1}}{d_{b1}}+\frac{M_{u2}}{d_{b2}}-V_u \qquad (۱۰-۲-۹-۳۶)$$

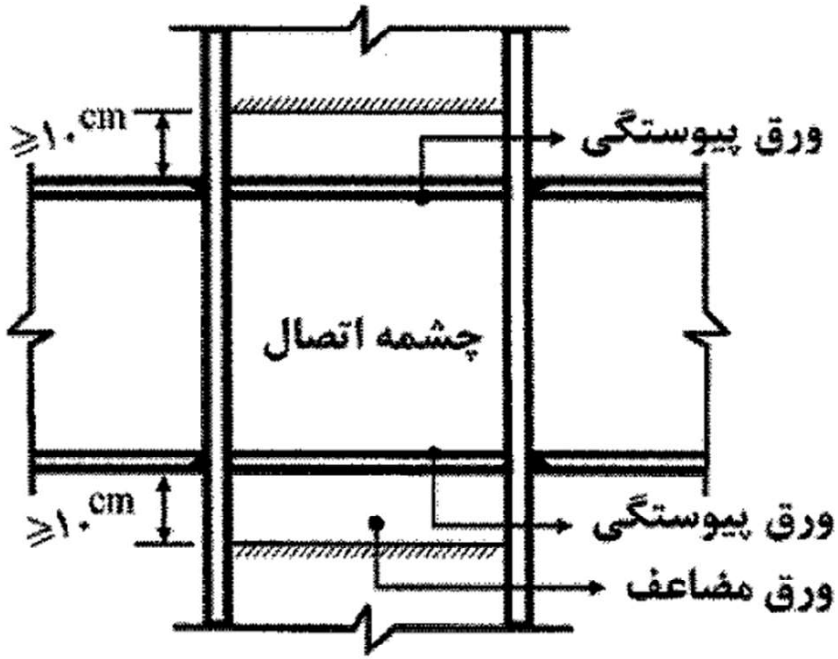
که در آن:

M_{u1} و M_{u2} = به ترتیب لنگرهای خمشی انتهایی تیرهای سمت چپ و راست چشمهٔ اتصال است.

V_u = نیروی برشی ستون در بالای چشمهٔ اتصال

d_{b1} و d_{b2} = به ترتیب ارتفاع‌های کل مقاطع تیرهای سمت چپ و راست چشمهٔ اتصال است.


ورق پیوستگی
ورق پیوستگی
سخت کننده قطری
چشمه اتصال


≥۱۰ cm
ورق پیوستگی
چشمه اتصال
≥۱۰ cm
ورق پیوستگی
ورق مضاعف

۱ کنترل ها لازم

۱) طراحی ورق دوسر مفصل و ساده

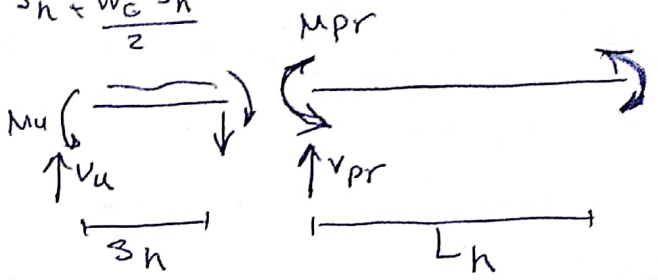
$$C_u = T_u = \frac{M_u}{d} < \phi F_y A_g$$

قاب خمشی معمولی

$$M_u = 1.1 R_y F_y Z$$

$$\begin{cases} M_u = (C_{pr} R_y Z F_y) + V_{pr} \times S_h + \frac{w_c S_h^2}{2} \\ V_u = V_{pr} + w_c S_h \end{cases}$$

$$V_{pr} = \frac{2 M_{pr}}{L_h} + \frac{w_c S_h}{2}$$



در قاب خمشی معمولی $C_{pr} = 1.1$

$S_h = 0$

کنترل ها لازم است ضخامت ورق پیوستگی

$$R_u < \phi R_n \quad , \quad R_{n_1} = 6.25 F_{yf} t_f^2 \quad , \quad \phi = 0.9$$

t_p = ضخامت ورق یا بال تیر

$$\begin{cases} R_{n_2} = F_y (5K_c + t_p) t_{wc} \\ R_{n_2} = F_y (2.5 K_c + t_p) t_{wc} \end{cases} \quad , \phi = 1$$

$$\begin{cases} R_{n_3} = 0.8 t_{wc}^2 \left[1 + \frac{3 t_p}{d_c} \left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1.5}\right] \sqrt{\frac{E F_y t_{fc}}{t_{wc}}} & \phi = 0.75 \\ = 0.4 t_w^2 \left[1 + \text{〃} \right) \sqrt{\text{〃}} & \frac{t_p}{d} < 0.2 \\ = 0.4 t_w^2 \left(1 + \left(\frac{4 t_p}{d_b} - 0.2\right) \left(\frac{6 t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1.5} \sqrt{\text{〃}} & \frac{t_p}{d} > 0.2 \end{cases}$$

$$R_{n_4} = \frac{24 t_{wc}^3 \sqrt{E F_y}}{h} \quad , \quad \phi = 0.9$$

۱

$$A_{st} = \frac{R_u - (\phi R_n)}{0.9 F_y}$$

ورق پیوستگی توسط جوش شیاری به بال ستون

و به جوش گوشه به جان ستون متصل می‌گردد.

$$b_s t_s \geq A_{st}$$

$$\frac{b_s}{t_s} < 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

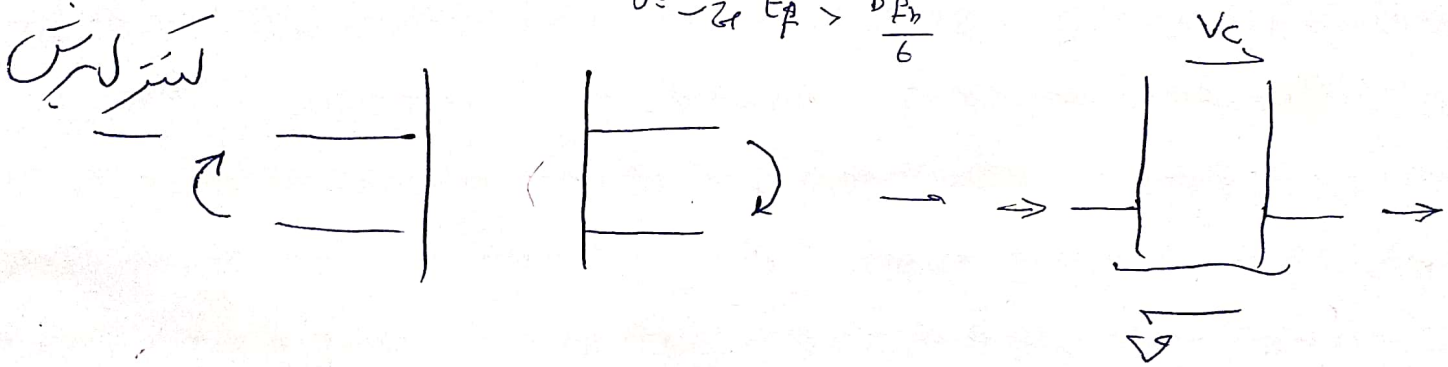
اگر ورق پیوستگی در ستون بدون سخت‌کننده

$$t_s \geq \max\left(\frac{t_{fb}}{2}, \frac{t_p}{2}, \frac{b_s}{16}\right)$$

$$b_s > \frac{b_{fb}}{3} - \frac{t_{wc}}{2}$$

ضخامت مورد نیاز بال ستون $t_{fb} > 0.4\sqrt{1.8\dfrac{b_{fb} t_{fb} R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}}$

$t_{fb} > \frac{b_{fb}}{6}$ در غیر این صورت



$$R_u = V = \frac{M_{u1}}{d_1} + \frac{M_{u2}}{d_2} - V_c$$

$$R_u < \phi R_n \qquad R_n = 0.6 F_y d_c t_{wc} \qquad \frac{P_u}{P_c} < 0.4$$

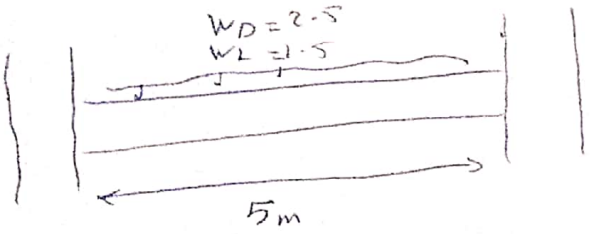
$$R_n = 0.6 F_y d_c t_w (1.4 - \frac{P_u}{P_c}) \qquad \frac{P_u}{P_c} > 0.4$$

ضخامت ورق پیوستگی ← ضخامت آزاد ورق پیوستگی

t ورق پیوستگی $> \dfrac{d + w}{q_0}$ بین بال ستون

Scanned by CamScanner

برای اتصال تیر شرح ستون IPE400 از نوع ریسری دیرسری IPB240



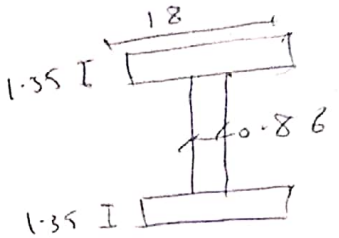
$F_{yb} = F_{yc} = 24$, $F_{ub} = F_{uc} = 37$

$F_{yp} = 36$

$F_{ub} = 52$

IPE400

d = 40
b = 180
$t_{fb} = 1.35$ cm
$t_w = 0.86$
Z = 1308

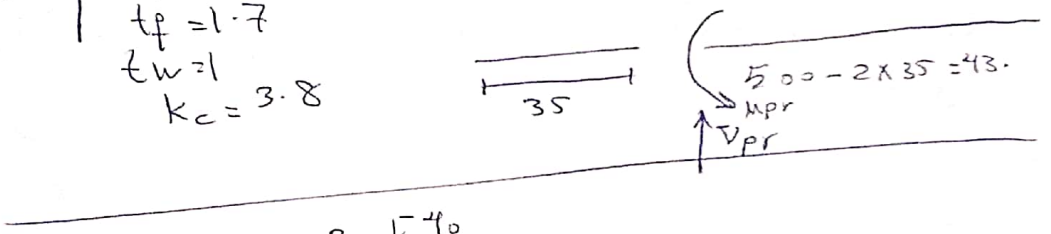


$Z = 18 \times 1.35 \times (40 - 1.35) + (40 - 2 \times 1.35)^2 \times \frac{0.86}{4}$

=

IPB240

d = 24
b_f = 24
t_f = 1.7
t_w = 1
k_c = 3.8



S_h = 20 ~ 40 cm

و از راه آسان $S_h = 35$

$M_{pr} = C_{pr} R_y Z F_y$

$1.1 < C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} = \frac{240 + 370}{2 \times 240} = 1.27 < 1.2 \longrightarrow C_{pr} = 1.2$

$M_{pr} = 1.2 \times 1.2 \times 1308 \times 240 = 45.2$ ton.m , $W_G = 1.2D + L =$

$= 1.2 \times 2.5 + 1.5 = 4.5$

$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} + \frac{W_G \times L_h}{2} = \frac{2 \times 45.2}{4.3} + \frac{4.5 \times 4.3}{2} = 30.7$

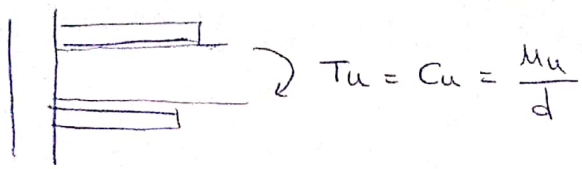
$M_u = M_{pr} + V_{pr} \times S_h + W_G \times \frac{S_h^2}{2} = 45.2 + 30.7 \times 0.35 + 4.5 \times \frac{0.35^2}{2}$

$M_u = 56.22$ t.m

$V_u = V_{pr} + W_G S_h = 30.7 + 4.5 \times 0.35 = 32.3$ ton

۲

Scanned by CamScanner



$T_u = C_u = \frac{M_u}{d}$

$T_u = C_u = \frac{56.22}{0.4} = 140.55\ t$

تعیین تعداد پیچ

$R_u < \phi R_n$

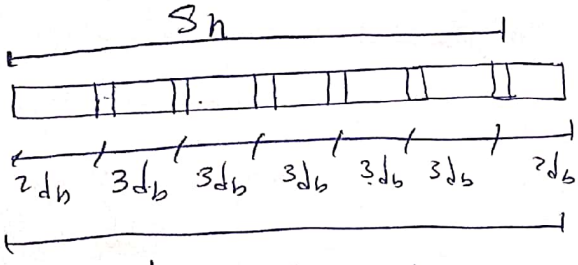
$R_n = \mu D h_f n (0.55 F_u A_b)$

$R_n = 0.5 \times 1.13 \times 0.55 \times 1000 \times n A_b = 3107.5\, n A_b$

$\phi = 1$

$R_u = 140.55 \times 1000 < 1 \times 3107.5\, n A_b \longrightarrow n A_b > 45.23$

$\longrightarrow$ M22 $\longrightarrow$ $A_b = 3.8$ $\longrightarrow$ $n = 12$ $\quad n A_b = 45.6$ ✓



$L = 15 d_b + 4 d_b = 41.8$

فاصله پیچ‌ها $\quad S_h = 15 d_b + 2 d_b = 37.4 \sim 35$

کنترل ورق اتصال
تعیین ضخامت

$R_u < \phi F_y A_g$

$140.55 \times 1000 < 1 \times 36 \times b_p t_p$ $\quad \phi = 1$ برای کشش

$b_p = 18\ cm \longrightarrow t_p > 2.17$

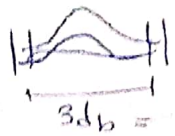
$R_u < \phi F_u A_e$

$140.55 \times 1000 < 0.9 \times 52 \times [18 - 2 \times 2.6] \times t_p \longrightarrow t_p > 2.35$

$\longrightarrow$ $t_p = 2.4\ cm$

Scanned by CamScanner

کنترل کش
و تیر بین طبقه



$\frac{kl}{r} = \frac{6.6}{0.3 \times 24} = 9.17 < 25 \rightarrow F_{cr} = F_y$

$R_u < \phi R_n$

$110.55 < 1 \times F_y \times 24 \times 18 = 155.52$ ✓

(Fy = 36)

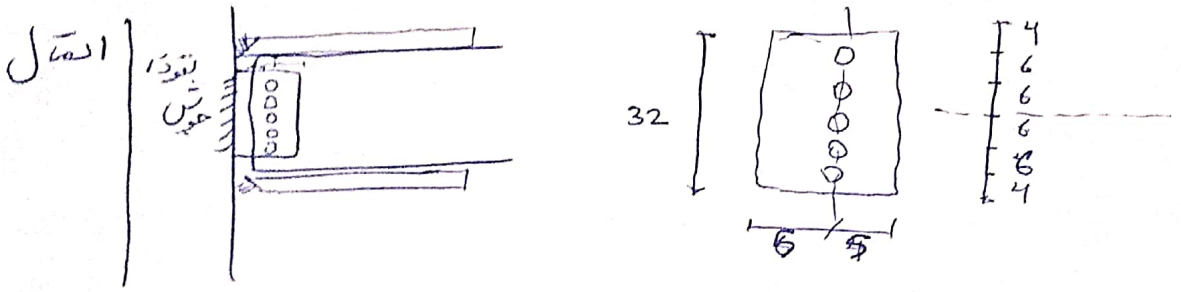
طراحی و کنترل اتصال برشی

$V_u = 32.3 \times 10^3 < \phi V_n$

$< 1 \times 0.6 \times 24 \times t L$

$22.43 < tL \rightarrow L = 32\ cm$

$t = 0.8$



$R_{nv} = \mu D \times 0.55 F_u \times n A_b = 0.5 \times 1.13 \times 0.55 \times 10000 \times n A_b$

$R_{nv} = 3107.5 \times n A_b$

تعداد پیچ مورد نیاز

$\frac{32.3 \times 10^3}{3107.5} = 10.4 = n A_b \rightarrow$ Φ2 $\quad n = 33$

use n=5 Φ2

$J = 2 \times 12 \times (6^2 + 12^2) = 1130$

$T = 32.3 \times 5 = 161.5\ ton \cdot cm$

$f_r < \phi \frac{R_{nv}}{n A_b} = 3107.5$

ok ✓

$f_{ux} = \frac{T y}{J} = \frac{161 \times 10^3}{1130} \times 12 = 1715$

$f_{uy} = \frac{V}{nA} = \frac{32.3 \times 1000}{5 \times 3.14} = 2057$

$f_r = \sqrt{\quad} = 2678$

Scanned by CamScanner

کنترل با مربوط به ورق پیوستگی:

$R_u = 140.55$ ton

$R_n = 6.35 \times F_{yf} t_f^2 = 6.35 \times 24 \times 1.7^2 = 44$ ton

$\phi R_n = 0.9 \times 44 = 39.6$ ton $< R_u$ ✗

$R_n = F_y (5K_c + t_p) t_w = 2400 (5 \times 3.8 + 2.4) \times 1 = 51.36$

$\phi R_n = 51.36 > R_u$ ✗

$R_n = 0.8 \times 1 \times \left[1 + \frac{3 \times 2.4}{24} \times \left(\frac{1.7}{1.7}\right)^{1.5}\right] \sqrt{2.1 \times 1.6 \times 24 \times \frac{1.7}{1}} = 92.189$

$R_u < 0.75 \times 92.189 = 69.15$ ton ✗

$R_{n4} = \frac{24 t_w^3 \sqrt{E F_y}}{h} = \frac{24 \times 1 \times \sqrt{2.1 \times 1.6 \times 24}}{(24 - 2 \times 3.8)} = 103.9$ ton

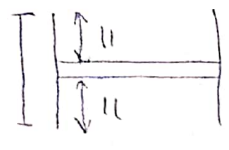
$R_u < 0.9 \times 103.9 = 93.5$

$t_{fc} \geq 0.4 \sqrt{1.8 b_{fb} t_{fb} \times \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}}$

$1.7 \geq 0.4 \sqrt{1.8 \times 18 \times 1.35 \times \frac{1.5 \times 36}{1.2 \times 24}} = 2.65$ ✗

$t_{fc} \geq \frac{b_{fb}}{6} = \frac{18}{6} = 3$ ✗

$t_\beta \geq \left(\frac{2.4}{2}, \frac{b_s}{16}\right)$



$\Rightarrow t_s = 1.5$

$A_s = \frac{(140.55 - 39.6) \times 1000}{0.9 \times 3600} = 31.2 \text{ cm}^2$

$2 b_s t_s = 31.2 \rightarrow \begin{cases} b_s = 14 \text{ cm} \\ t_s = 1.5 \end{cases} \rightarrow t_s =$

Scanned by CamScanner

کنترل جان اتصال

$V_u = 140.55 < \phi V_n$

$= 140.55 \times 1000 < 0.9 \times 24 \times 1.7 \times 24 \times 0.6$

$52.88\ t$

$2 \times 0.9 \times F_y A_s = (140.55 - 52.88)\ kg/m$

$A_s = 21\ cm^2$

$b_2 t_2 = 21$

$(24 - 2 \times 1.7) \times t_2 = 21$

$t_2 = 1\ cm$

ضخامت ورق $t_2 >$ $\frac{d_q t_w}{q_0}$

جوش ورق پوششی $\min(F_1, F_2)$

جوش ورق پوششی مقاومت برشی $F_1 = 0.6 F_y h_c t_s$

$F_2 = \frac{2M_u}{d}$

h_c = عرض ورق

t_s = ضخامت ورق

Scanned by CamScanner