

ژوانگه

www.book.zhowan.com

**مرجع دانلود مهندسی عمران
راهی برای دسترسی آسان و سریع، دریچه ای به افزایش دانایی**

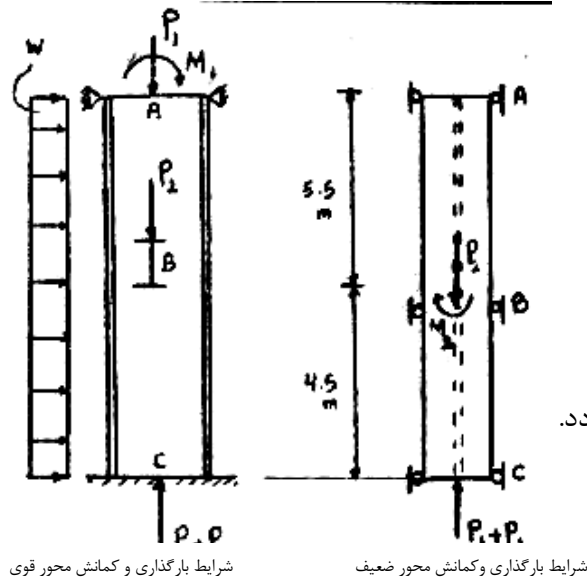
هدف سایت: پیشرفت همگانی

**نام فایل:
تیر ستون**

تماس با ما:

zhowanbeton@gmail.com

برای ارج نهادن به مطالبی که از مراجع دیگر اقتباس گردیده است
با همان سبک و سیاق آنها را با شما به اشتراک می گذاریم



1) مطلوبست انتخاب سبکترین مقطع IPB برای

تیرستون شکل مقابل :

معلومات : در نقطه A لنگر M_1 حول محور قوی و

در نقطه B لنگر M_2 حول محور ضعیف اعمال میگردد.

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_1 = 130 \text{ tan}$$

$$p_1 = 70 \text{ tan}$$

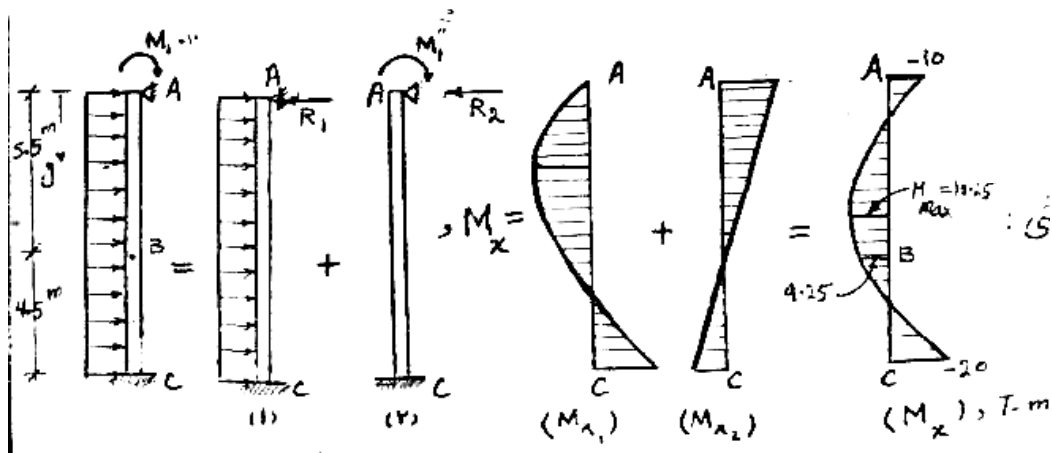
$$M_1 = 10 \text{ T.m}$$

$$w = 2 \text{ T/m}$$

$$M_2 = 4 \text{ T.m}$$

ترسیم دیاگرام لنگر خمشی M_x و M_y با توجه به بارگذاریهای مربوطه الزامی است. استفاده از اصل

آثار قوا برای ترسیم M_x بلامانع است.



نوجه: دیاگرامها با استفاده از اصل آثار قوا و جداول آخر کتاب طراحی سازه های فولادی شاپور

طاحونی ترسیم گردیده اند.

لنگر خمشی M_x را مطابق بالا برای دو تیر (1) و (2) رسم می کنیم. (تیر یکسرگیردار - یکسر

ساده)



عکس عملهای فوقانی را نیز می توان از همان جداول آخر کتاب بدست آورد و بنابراین می توان معادله M_x را تعیین نمود.

$$R_1 = \frac{3WL}{8} \quad \text{و} \quad R_2 = \frac{3M_1}{2L}$$

$$M_{x1} = R_1 \times y - Wy \times \frac{y}{2} = \frac{3wl}{8} y - \frac{wy^2}{2} = \frac{3 \times 2 \times 10}{8} y - y^2 = 7.5y - y^2$$

$$M_{x2} = R_2 \times Y - M_1 = \frac{3M_1}{2L} y - M_1 = \frac{3 \times 10}{2 \times 10} Y - 10 = 1.5Y - 10$$

$$M_x = M_{x1} + M_{x2} = 7.5y - y^2 + 1.5y - 10 \Rightarrow M_x = 9y - y^2 - 10 \Rightarrow \frac{dM_x}{dy} = 9 - 2y = 0 \Rightarrow y = 4.05 \Rightarrow M_{max} = 10.25$$

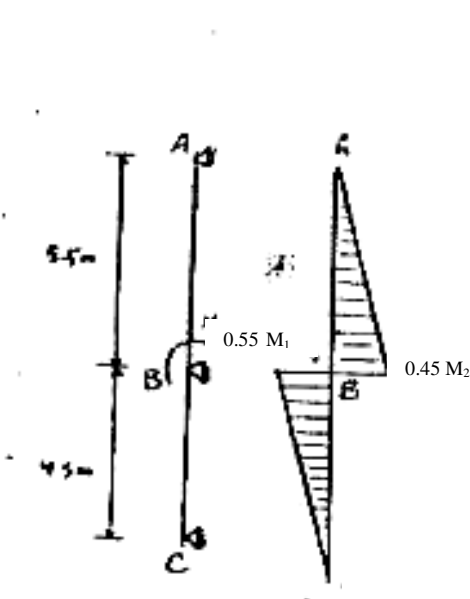
at B :

$$y = 5.5m \Rightarrow M_{x_B} = 9 \times 5.5 - 5.5^2 - 10 \Rightarrow M_{x_B} = 9.25T.m$$

(مقدار M_x در تکیه گاه میانی)

دیagram لنگر خمشی حول محور y: مطابق شکل زیر است :

مقطع بحرانی با توجه به نیروی محوری و لنگرهای خمشی می گردد.



قطعه AB

$$M_{x_B} = 9.25T.m$$

$$M_{x_A} = -10T.m$$

$$M_{max} = 10.25T.m$$

$$P = 70ton$$

$$L_y = 5.5m$$

$$L_x = 10m$$

$$M_{y_A} = 0$$

$$M_{y_B} = 1.8T.m$$

قطعه BC

$$M_{x_B} = 9.25T.m$$

$$M_{x_C} = -20T.m$$

$$P = 200ton$$

$$L_y = 4.5m$$

$$L_x = 10m$$

$$M_{y_B} = 2.2T.m$$

$$M_{y_C} = 0.0$$



ابتدا مقطع B از ستون BC را با $M_Y = 0.55M_2, M_x = 9.25\text{ton}, P = 200\text{ton}$ ملاک طراحی قرار می گیرد. کنترل مقاطع دیگر مشابه با کنترلهای ذیل خواهد بود که از ذکر آن صرفنظر می

شود. بر اساس بررسیها، مقاطع دیگر بحرانی نمی باشیم با فرض $B_X = 0.1 \frac{1}{\text{cm}}$ و $B_Y = 0.3 \frac{1}{\text{cm}}$

مقدار نیروی هم آرز را تعیین کرده و با سعی و خطا مقطع متناسب محاسبه می گردد (مقدار B_X و B_Y برای مقاطع IPB در حدود مقادیر فرض فوق میباشند).

$$P_{eq} = P + B_X M_X + B_Y M_Y = 200 + 10 \times 9.25 + 30 \times 2.2 \Rightarrow P_{eq} = 358.5\text{ton}$$

فرض : $F_a = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ در نتیجه داریم :

$$A_{req} = \frac{P_{eq}}{F_a} = \frac{358.5 \times 10^3}{1200} = 299\text{cm}^2$$

با توجه به سطح مقطع بدست آمده باید از (IPB700) استفاده کرد. اما بدلیل بزرگ بودن مقطع از نسبتهای B_X و B_Y کمتری استفاده می کنیم (مقادیر B_X و B_Y برای مقطع IPE700 با مقادیر فرضی اولیه نزدیک نمیباشد).

$$\text{Try} : B_X = 0.056 \frac{1}{\text{cm}}, B_Y = 0.284 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$P_{eq} = 200 + 5.6 \times 9.25 + 28.4 \times 2.2 \Rightarrow P_{eq} = 314\text{ton}$$

با فرض : $F_a = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$\Rightarrow A_{rep} = \frac{P_{eq}}{F_a} \Rightarrow A_{req} = \frac{314 \times 10^3}{1200} \Rightarrow A_{req} = 262\text{cm}^2$$

$$A_{rep} = 262\text{cm}^2 \Rightarrow \text{از جدول} : \text{IPB500}$$

مشخصات IPB 500 :

$$A = 239\text{cm}^2 \quad s_x = 4290\text{cm}_3 \quad s_y = 842\text{cm}^2$$

$$r_x = 21.2\text{cm} \quad r_y = 7.29\text{cm} \quad b_f = 30\text{cm} \quad t_f = 208\text{cm}$$

$$h = 50\text{cm} \quad t_w = 1.45\text{cm}$$



(میتوانستیم برای تامین $A=261\text{cm}^2$ از مقطع IPB550 استفاده نمائیم که $A=254\text{cm}^2$ است).

مقطع بدست آمده را برای قطعه BC کنترل می کنیم: (مقطع B)

$$L_x = 15\text{m} \quad k_x = 0.7$$

$$L_y = 4.5\text{m} \quad K_g = 1.0 \quad \left(\frac{kl}{r}\right)_x = \frac{0.7 \times 1000}{21.2} 33$$

(البته بهتر است با توجه به رفتار عملی ستونها بجای $k_x = 0.7$ از $k_x = 0.8$ استفاده می شود که تاثیری در محاسبات ندارد).

با توجه به $\frac{kl}{r}$ حداکثر تنش مجاز فشاری را از فصل ستونها بدست می آوریم:

$$F_a = 1155 \text{ kg/cm}^2$$

حال تنش مجاز خمشی را محاسبه میکنیم:

$$F_{bx}=? \quad L_b=4.5 \text{ m}$$

$$L_1 = \frac{637b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{637 \times 30}{\sqrt{2400}} = 390\text{cm} < 450$$

لذا مهار جانبی کافی نبوده و مانند تیر بدون اتکاء جانبی در این قسمت در نظر گرفته میشود.

$$\frac{L_d}{A_f} = \frac{450 \times 50}{30 \times 2.8} = 268 < 586 \Rightarrow F_{bx} = 0.6F_y = 1440 \text{ kg/cm}$$

تنش مجاز خمشی حول محور ضعیف طبق جدول مربوط به مقاطع فشرده فصل نهم:

$$F_{by}=?$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{30}{2 \times 2.8} = 5.4 < \frac{545}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow F_{by} = 0.75F_y = 0.75 \times 2400 = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{200 \times 10^3}{239} = 837 \text{ kg/cm}^2 \quad \frac{f_a}{F_a} = \frac{837}{1179} = 0.71 > 0.15$$

در اینجا بایستی روابط پایداری و مقاومت کنترل شوند.



با توجه به اینکه نقطه B نسبت به نقطه C انتقال جانبی دارد و علاوه بر آن بار جانبی نیز بر این قسمت از ستون وارد میشود خواهیم داشت $C_{mx}=1.0$ در نتیجه:

$$\delta_x = \frac{C_{Mx}}{1 - \frac{F_a}{F'_{ex}}}$$

$$F'_{ex} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(k \frac{L_b}{r_b}\right)} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{0.7 \times 1000}{21.2}\right)} \Rightarrow F'_{ex} = 6931 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F'_{ex}} = \frac{837}{6931} = 0.087$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - 0.087} = 1.095$$

$$\delta_y = \frac{C_{My}}{1 - \frac{F_a}{F'_{ey}}}$$

$$C_{my} = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = 0 \Rightarrow C_{my} = 0.6$$

$$F'_{ey} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{1 \times 4.5 \times 10^2}{7.27}\right)^2} \Rightarrow F'_{ey} = 2741 \text{ kg/cm}^2$$

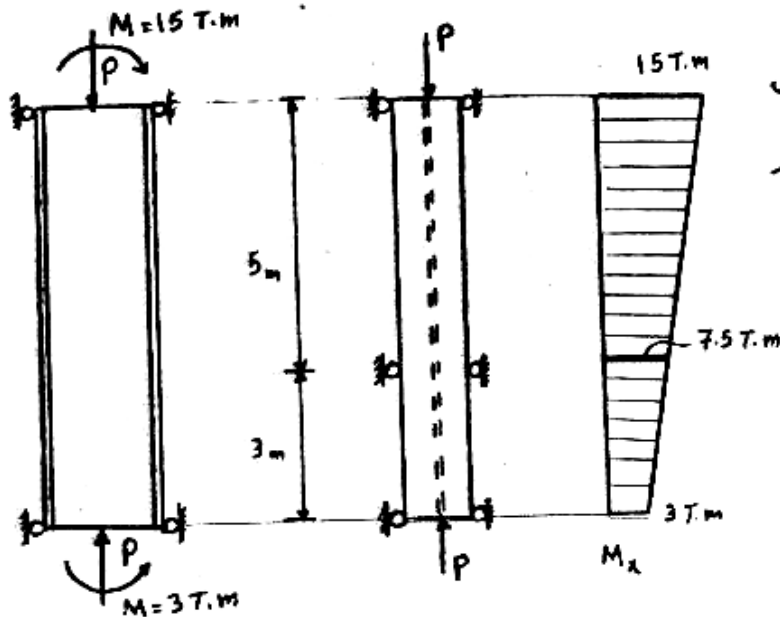
$$\frac{f_a}{F'_{ey}} = \frac{837}{2741} = 0.3$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} \cdot \delta_x + \frac{f_{by}}{F_{by}} \cdot \delta_y \leq 1.0 \Rightarrow \frac{837}{1155} + \frac{9.25 \times 10^5}{4290} \times 1.095 + \frac{2.2 \times 10^5}{842} \times 0.86 = 1.01 < 1$$

0.k

$$\frac{f_a}{0.6 F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \Rightarrow .058 + .015 + 0.145 = 0.88 < 1 \quad 0.k$$

بنابراین از IPB500 استفاده می شود.



2- مطلوبست بررسی کفایت

مقطع ستون IPB340 برای

تیر ستون شکل روبرو.

$$P = 52 \text{ ton}$$

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

AISC ضوابط

حل:

مشخصات IPB340 از جدول :

$$A = 171 \text{ cm}^2 \quad s_x = 2160 \text{ cm}^3 \quad r_x = 14.5 \text{ cm}$$

$$r_y = 7.53 \text{ cm} \quad b_f = 30 \text{ cm} \quad t_f = 2.15 \text{ cm} \quad h = 34 \text{ cm} \quad t_w = 1.2 \text{ cm}$$

تعیین مقطع بحرانی تیرستون :

مقدار نیروی P در تمام طول مقطع ثابت است ، حول محور ضعیف لنگری وجود ندارد و طول کمانش بحرانی برای این محور 3.5 متر است . طول کمانش محور قوی برابر 8 متر و بزرگترین لنگر وارده حول این محور 15 تن متر است که در ناحیه فوقانی تیر ستون وجود دارد. با توجه به نکات فوق خواهیم داشت.

$$L_x = 8 \text{ m}$$

$$L_y = 5 \text{ m}$$

$$k_y = 1.0$$

$$\left(\frac{kl}{r}\right)_x = \frac{1 \times 800}{14.5} = 55.2 \quad \text{و} \quad \left(\frac{kl}{r}\right)_y = \frac{1 \times 500}{7.53} = 66.4 \quad \left(\frac{kl}{r}\right)_{\max} = 66.4$$

از جدول →

$$F_a = 1127 \text{ kg/cm}^2$$

با توجه به $\frac{kl}{r}$ بزرگتر ، مقدار تنش مجاز (F_a) از جداول فصل ستونها با توجه به F_y مسئله تعیین می گردد



بررسی کفایت مقطع ستون:

رابطه کلی برای تعیین کفایت مقطع ستون عبارتست از :

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} \cdot \delta_x \leq 1.0 \quad (1) \quad IF \quad \frac{fa}{Fa} \leq 0.15$$

$$\frac{fa}{0.6fy} + \frac{F_{bx}}{F_{bx}} \leq 1(2) \quad f_a = \frac{P}{A} = \frac{52 \times 1000}{171} = 304 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{394}{1127} = 0.27 > 0.15 \quad \text{رابطه (2) نیز باید کنترل شود}$$

برای تعیین تنش مجاز F_{bx} بایستی روابط مربوط به تیرهای با اتکاء جانبی کنترل گردد .
در صورتیکه شرایط این گونه تیرها برآورده نشود بایستی از ضوابط مربوط به تیرهای بدون اتکاء جانبی استفاده کرد . حداکثر طول مجاز با توجه به ابعاد مقطع و تنش جاری شدن تعیین می شود (شرایط مقطع فشرده)
تیر بدون اتکاء جانبی:

$$L_1 = \frac{637b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{637 \times 30}{\sqrt{2400}} = 390 \text{ cm} < 500 \text{ cm}$$

$$\frac{L.d}{A_f} = \frac{500 \times 34}{30 \times 2.15} = 264 < 586 \Rightarrow F_{bx} = 0.6F_y = 0.6 \times 2400 = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{15 \times 10^5}{2160} = 694.44 \text{ kg/cm} \quad S_x = \frac{C_{mx}}{1 - \frac{fa}{F_{bx}}} = C_{mx} = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \Rightarrow C_{mx} = 0.6 + 0.4 \left(\frac{3}{15} \right)$$

$$C_{mx} = 0.68$$

ضریب با توجه به بارگذاری تعیین می شود



$$F'_{ex} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{kl}{r_b}\right)^2} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{1 \times 8.0}{14.2}\right)^2} \Rightarrow F'_{ex} = 3449 \text{ kg/cm}^2,$$

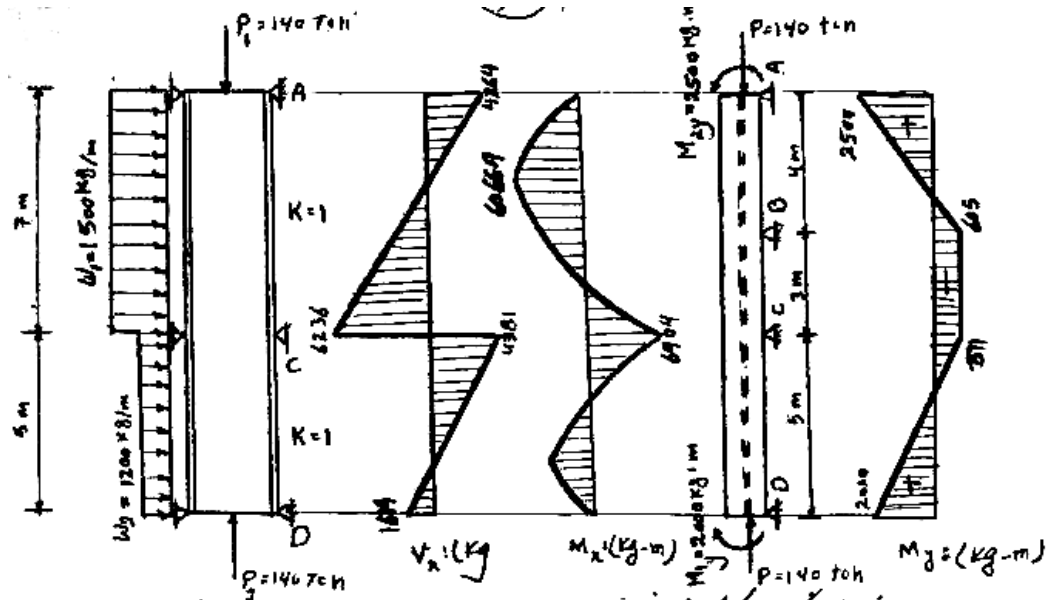
$$\delta_x = \frac{0.68}{1 - \frac{304}{3449}} \Rightarrow \delta_x = 0.75$$

$$(1) \Rightarrow \frac{304}{1127} + \frac{694.44}{1660} \times 0.75 = 0.063 < 1 \quad o.k$$

$$(2) \Rightarrow \frac{fa}{0.6fy} + \frac{f_{bx}}{F_{xx}} \leq 1 \Rightarrow \frac{304}{1440} + \frac{69444}{1490} = 0.214 + 0.45 = 0.69 < 1.0 \quad o.k$$

لذا مقطع IPB 340 برای تیر ستون مورد نظر کفایت می کند.

مقطع ستون زیرابرسی کنید قوی



شرایط بارگذاری و تکیه گاهی محور قوی

شرایط بارگذاری و تکیه گاهی محور ضعیف

3- مطلوبست طرح تیرستون بالا از IPB و $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$p_1 = p_2 = 140 \text{ ton} \quad m_{1y} = 2500 \text{ kg.m} \quad m_{2y} = 2000 \text{ kg.m} \quad \text{حل:}$$

ابتدا نیروی محوری معادل را بدست می آوریم با فرض IPB400

$$B_x = 6.9 \frac{1}{m} \quad B_y = 27.5 \frac{1}{m}$$

$$p_{eq} = M_x \cdot B_x + M_y \cdot B_y + p = 0 + 2500 \times 27.5 + 140 \times 10^3 \Rightarrow p_{eq} = 208750 \text{ kg}$$

با فرض $F_a = 1200$ خواهیم داشت

$$A_{req} = \frac{208750}{1200} = 173.96 \text{ cm}^2$$

با توجه به سطح مقطع مورد نیاز نیمرخ را تعیین می کنیم: $IPB = 360$ $A_{req} = 173.96 \Rightarrow$

$$IPB360 \quad \text{مشخصات} \quad A = 180.6 \text{ cm}^2 \quad S_x = 2400 \text{ cm}^3 \quad S_y = 676 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 15.5 \text{ cm} \quad r_y = 7.49 \text{ cm} \quad b_f = 30 \text{ cm} \quad t_f = 2.25 \text{ cm}$$

$$r_t = 8.3 \text{ cm} \quad d = 36 \text{ cm} \quad t_w = 1.35$$



$$B_x = 7.5 \frac{1}{m}$$

$$B_y = 26.5 \frac{1}{m} \quad (\text{در مورد } B_x \text{ و } B_y \text{ با فرض اولیه چندان تفاوتی ندارد و مقبول است})$$

قسمت AC تیر را در هر دو جهت x و y کنترل می کنیم.

$$K_x = 1.0 \quad L_x = 700 \text{ cm} \quad r_x = 15.5 \quad \left(\frac{kl}{r}\right)_x = \frac{1 \times 700}{15.5} = 45.16$$

$$K_y = 1.0 \quad L_y = 400 \quad r_y = 7.49 \text{ cm} \quad \left(\frac{kl}{r}\right)_y = \frac{1 \times 400}{7.49} = 53.4 \Rightarrow F_a = 1205 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_a = \frac{140 \times 10^3}{180.6} = 775.2 \text{ kg/cm}^2 \quad \frac{f_a}{F_a} = \frac{775.2}{1205} = 0.643 > 0.15$$

لذا کنترل هر دو معیار مقاومت + پایداری الزامی است.

$$\frac{ld}{A_f} = \frac{700 \times 36}{30 \times 2.25} = 373.3 < 586 \quad L_1 = \frac{637 b_f}{\sqrt{F_y}} = 390 \text{ cm} < 700 \text{ cm}$$

(تیر دارای مهار جانبی کافی برای بال فشاری نمیباشد.)

$$\Rightarrow F_{bx} = 0.6 f_y \Rightarrow F_{bx} = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{bf}{2t_f} = \frac{30}{2 \times 2.25} = 6.67 < \frac{595}{\sqrt{F_y}} = 11 \Rightarrow F_{by} = 0.75 F_y \Rightarrow F_{by} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{mx} = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2}, \quad \frac{M_1}{M_2} = 0 \Rightarrow C_{mx} = 0.6 \quad F'_{ex} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{1 \times 700}{15.5}\right)^2} = 5148 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F'_{ex}} = \frac{775.2}{5148} = 0.15 \quad \delta_x = \frac{C_{mx}}{1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}} = \frac{0.6}{1 - 0.15} \Rightarrow \delta_x = 0.706$$

در قطعه AB :

$$C_{my} = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} = 0.6 + 0.4 \left(-\frac{605}{2500}\right) = 0.5$$

.



$$F'_{ey} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{1 \times 400}{7.49}\right)^2} = 3681 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_y = \frac{C_{my}}{1 - \frac{f_a}{F'_{ey}}} = \frac{0.5}{1 - \frac{775.2}{3681}} \Rightarrow \delta_y = 0.63$$

برای قطعه BC

$$C_{my} = 0.6 + 0.4\left(\frac{511}{605}\right) = 0.94 \text{ و } F'_{ey} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{300}{7.49}\right)^2} \Rightarrow F'_{ey} = 6545 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow \delta_y = 1.066$$

مقطع A:

$$\frac{f_a}{F_a} + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x \cdot \delta_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y \cdot \delta_y = \frac{775.2}{1205} + 0 + \frac{2500 \times 10^2}{1800} \times 0.63 = 0.773 < 1.0$$

$$\frac{f_a}{0.6 f_y} + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y = \frac{775.2}{1440} + 0 + 0.205 = 0.743 < 1.0$$

مقطع B:

$$M_x = 5056 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 605 \text{ kg.m}$$

$$\frac{775.2}{1205} + \frac{5056 \times 10^2}{2400} \times 0.706 + \frac{605 \times 10^2}{1800} \times 0.63 = 0.779 < 1.0$$

$$\frac{775.2}{1440} + \frac{210.67}{1440} + \frac{89.5}{1800} = 0.734 < 1.0$$

مقطع C:

$$M_x = 6904 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 511 \text{ kg.m}$$

$$\left(\frac{kl}{r}\right)_y = \frac{300}{7.49} = 40.05 \Rightarrow F_a = 1282 \text{ kg/cm}^2$$



$$\frac{f_a}{F_a} + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x \cdot \delta_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y \cdot \delta_y = 0.605 + 0.2 \times 0.706 + 0.042 \times 1.066 = 0.791 < 1.0$$

$$\left(\frac{f_a}{0.6f_y}\right) + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y = 0.538 + 0.2 + 0.042 = 0.78 < 1.0$$

برای قطعه CD :

$$M_x = 0$$

$$M_y = 2000 \text{ kg.m}$$

$$k_y = 1.0 \quad l_y = 5 \text{ m} \quad r_y = 7.49 \Rightarrow \left(\frac{kl}{r}\right)_y = 66.75 \Rightarrow F_a = 1120 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{f_a} = \frac{775.2}{1120} = 0.692 \quad F'_{ey} = \frac{1.05 \times 10^7}{\left(\frac{500}{7.49}\right)} = 2356.2 \text{ kg/cm}^2 \quad \delta_y = \frac{c_{my}}{1 - \frac{f_a}{F'_{ey}}}$$

$$\delta_y = \frac{0.5}{1 - \frac{775.2}{2356.2}} = .745$$

$$F_{by} = 0.75 F_y = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{by} = \frac{2000 \times 100}{1676} = 295.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x \cdot \delta_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y \cdot \delta_y = 0.692 + 0.164 \times 0.745 = 0.814 < 1.0$$

$$\left(\frac{f_a}{0.6f_y}\right) + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_x + \left(\frac{f_b}{F_b}\right)_y = 0.538 + 0 + 0.164 = 0.702 < 1.0$$

بنابراین طرح مقطع از IPB 360 مناسب است.