



جزوه محاسبات سازه های فولادی

آقای مهندس جمالی

آموزشگاه فنی و حرفه‌ای پسران بروجرد

Date: / /

Subject:

محاسبات فولاد

فصل یک: مقدمه و اکسای با استفاده از پایه و اولیای

فصل دوم: طراحی اعضای کششی (بادبند، خرپا، درق)

فصل سوم: طراحی اعضای فشاری (ستون، خرپا)

فصل چهارم: طراحی اعضای خمشی (تیر، تیر-ستون)

فصل پنجم: طراحی تیر و ستون

Date: / /

Subject:

مقدمه و آشنایی با مفاهیم پایه ای و اولیه فصل اول

آشنایی با فولاد و خصوصیات فیزیکی مربوطه در صد زبانی از گروهی زمین آتاکون تشکیل داده بهای کار با آهن آتاکون در صحت حرارت 800 - 900 حرارت می دهند بعضی مواقع بهای سهولت بر شکل پذیری فولاد از کاتالیزور استفاده می شود.

انواع فولاد را در سه گروه قرار می دهند:

- 1. فولاد کربنی (نرم معمولی)
- 2. پر مقاومت (اعلا)
- 3. فولاد های آلیاژی

1. فولاد کربنی: حاوی کربن حداکثر به مقدار 1.1 تا 1.7 و سیلیس و منگنز می باشد در فولاد نرمی معمولی درصد کربن بین 0.15 تا 0.29 و در فولاد نرمی اعلا (پر مقاومت) درصد کربن بین 0.3 تا 0.59 مقاومت است.

2. فولاد آلیاژی: در این نوع فولاد به منظور دستیابی به مقاومت تسلیم آنها با تحت عملیات باز پخت قرار می دهند و عملیات باز پخت سه می شود که شکل پذیری فولاد بالا رفته و از بروز ترک در فولاد در حین جوشکاری جلوگیری شود.

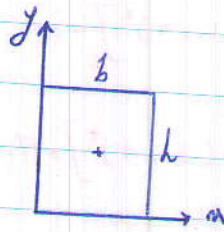
3. فولاد های پر مقاومت: بالا رفته مقاومت این فولاد تنها با افزایش منگنز آلیاژی تغییر گرم - کلسیم - منگنز و نیکل و عنصر صورت گرفته است و هیچ گونه عملیات حرارتی خاصی هنگام پخت آن صورت نمی گیرد.

نکته: افزایش درصد کربن باعث کاهش شکل پذیری در فولاد خواهد شد.

Date: / /

15

Subject:

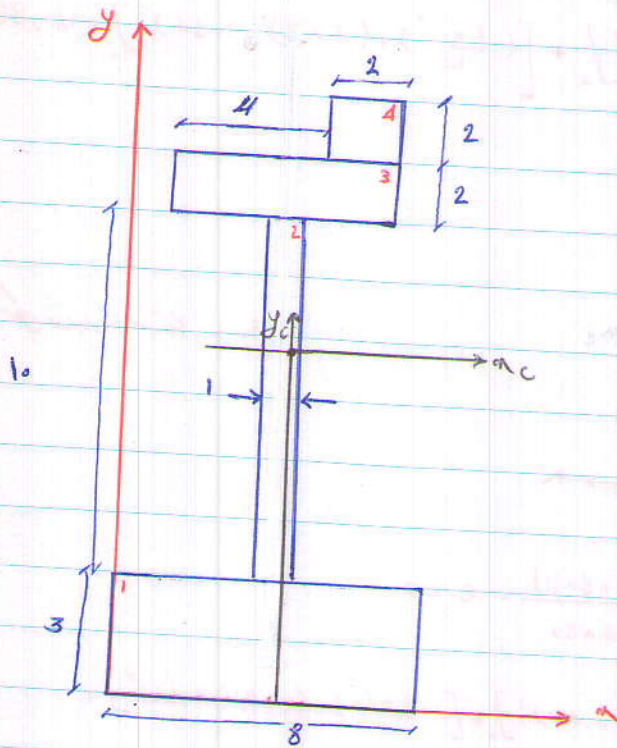


$$I_x = \frac{bh^3}{3}$$

$$I_y = \frac{hb^3}{3}$$

مساحت در دو محور (مکان اینرسی)

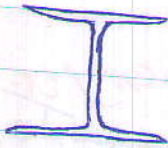
مثال: در ضلع متقاطع زیر با حساب کنید



$$\bar{x} = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i} = \frac{(3 \times 8 \times 4) + (1 \times 10 \times 4) + (2 \times 6 \times 4) + (2 \times 2 \times 6)}{(3 \times 8) + (1 \times 10) + (2 \times 6) + (2 \times 2)} = 4.16$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i A_i}{\sum A_i} = \frac{(3 \times 8 \times 1.5) + (1 \times 10 \times 8) + (2 \times 6 \times 14) + (2 \times 2 \times 16)}{(3 \times 8) + (1 \times 10) + (2 \times 6) + (2 \times 2)} = 6.96$$

انواع نیم رخ های استاندارد
 1. نیم رخ **INP**: از اولین مقاطع مورد استفاده است این مقاطع به تنهایی برای مقاطع قوس می مناسب نیست چون حول یک محور ثقی و حول محور دیگر ضعیف است. از نوع جفت آن برای ستون استفاده می شود.
 کاربرد این مقطع بصورت پل (تیر) به شللات برای همراه است.
 این مقطع بصورت $600 < INP < 800$ در استاندارد DIN است.



2. نیم رخ **IPE**: این نیم رخ بصورت $600 < IPE < 800$ وجود دارد. استفاده از این نوع نیم رخ بصورت تک برای ستون مناسب است ولی برای پل مناسب نیست.



3. **IPB**: به این مقاطع بال نهی نیز گفته می شود. I_y این مقاطع بیشتر شده و در حد I_{max} می باشد لذا به تنهایی برای ساخت ستون مناسب است.



4. نیم رخ **UNP**: کاربرد این مقاطع بیشتر در مبادینده می باشد. البته بصورت دوپل.



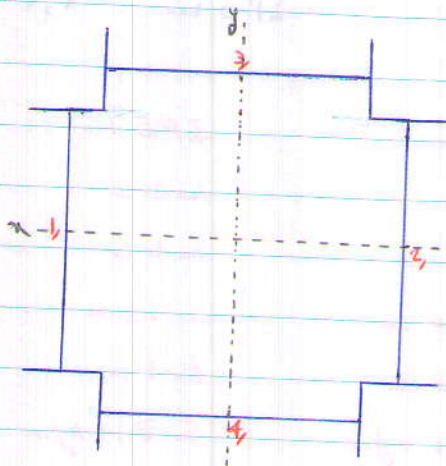
5. نیم رخ **Z**: کاربرد این مقاطع در پرشش مستقیم عالی است.



Date: / /

Subject:

مثال: مطلوب است خاصیت های هندسی مقطع زیر (S_y - S_x - r_y - r_x - I_y - I_x - A)



IPE 140

$$h = 14 \text{ cm}$$

$$b = 7.3 \text{ cm}$$

$$S = 0.47 \text{ cm}$$

$$t = 0.69 \text{ cm}$$

$$G = 12.9 \text{ kg/m}$$

$$I_x = 541 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 44.9 \text{ cm}^4$$

$$A_y = 16.4 \text{ cm}^2$$

$$A = 4 \times A_f = 4 \times 16.4 = 65.6 \text{ cm}^2$$

$$(I_x - x) = (2 \times 541) + 2 \left[44.9 + (16.4) \left(10.65 \right)^2 \right] = 4893 \text{ cm}^4$$

$$(I_y - y) = (2 \times 541) + 2 \left[44.9 + (16.4) \left(10.65 \right)^2 \right] = 4893 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{4893}{65.6}} = 8.64 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{4893}{65.6}} = 8.64 \text{ cm}$$

$$S_x = \frac{I_x}{b + h/2} = \frac{4893}{7.3 + 14.3} = 342 \text{ cm}^3$$

$$S_y = \frac{I_y}{c} = \frac{4893}{14.3} = 342 \text{ cm}^3$$

JK

وضوح معنی: طراحی اعضای کششی

چند تعریف مفهومی
 تنش تسلیم برای فولاد که در پدیده محدودی ارتجاعی می باشد که
 برای $St 37 = 24000 \text{ kg/cm}^2$ و برای $St 52 = 36000 \text{ kg/cm}^2$
 تنش نهایی (بنا): مدال کشش قابل تحمل توسط فولاد بوده به برای $St 37 = 37000 \text{ kg/cm}^2$
 زود معمولی) و برای $St 52 = 52000 \text{ kg/cm}^2$ (فولاد اعلا)
 مدول الاستیسیته و ضریب ارتجاعی (E) ضریب معینی تنش و کرنش فولاد در محدوده ارتجاعی
 بوده و برابر $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ انتخاب می گردد

اهداف طراحی:

الف) یعنی بی عملکرد مطلوب (ج) در تمام بارها
 بارها به گونه ای طراحی می شود که تحت هیچ بار از شرایط نامساعد بارگزارش به هیچ یک از حالات
 ویژه که اصطلاحاً حالات حدی نامیده می شود نرسد.

حالات حدی:

حالت حدی که بارها یا قسمت های از آن بار می بینند به آنها وظایف خود را کاهش انجام می دهند
 ولی بعد از آنها قادر بر انجام وظایف خود نمی باشند.
 حالات حدی به ۸ طبقه می باشد: حالات حدی مقاومت و حالات حدی بهره برداری تقسیم می شود.
 (نمای)

حالت بار صری نهایی:

تسلیم - کشش - گسیختگی - گسیختگی - ناپایداری در مقابل واکنش - گسیختگی - گسیختگی - خوردگی
 در نظر گرفته می شود.

طراحی اعضای کششی:
 در این بخش به طراحی اعضای که تحت اثر نیروی عمودی کششی که در امتداد محور مرکزی
 عضو کار کرده شده قرار دارد می پردازیم - تقریباً از ضرایب - بار بندگی - کاهش و ورق ۴ با ۵ توان
 به یک ضرایب این بخش طراحی کرد.

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

مقاومت کششی طرح:

مقاومت نهایی طرح اعضای کششی از رابطه $\phi_t \cdot T_n$ بدست می آید که کوچک ترین مقدار
 می باشد. برای آن حالات می تسلیم روی مقطع کل و کشش روی مقطع کل خالی
 (Ae) مورد خواهد بود.

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

(A_g) جاری شدن تسلیم

$$0.9 \cdot A_g \cdot f_y \geq T_u$$

طراحی $\rightarrow A_g \geq \frac{T_u}{0.9 \cdot f_y}$

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

کشش (A_e)

$$0.75 \cdot A_e \cdot f_u \geq T_u$$

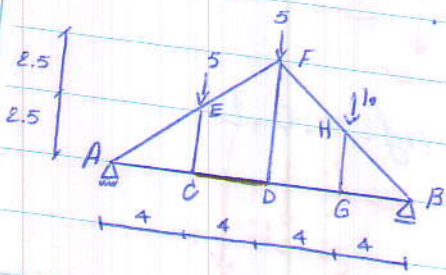
طراحی $\rightarrow A_e \geq \frac{T_u}{0.75 \cdot f_u}$

مقاومت کششی نهایی طرح: $\phi_t \cdot T_n = \min \left\{ \underbrace{0.9 f_y \cdot A_g}_{\text{در لحظاتی که کمتر بود برای طراحی انتخاب می شود}}, \underbrace{0.75 f_u \cdot A_e} \right\}$

2 IPE: $A_g \geq 23.14 \xrightarrow{\text{جد}} \frac{23.14}{2} = 11.57 \text{ cm}^2$

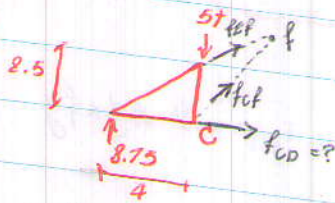
$\xrightarrow{\text{استد}}$ USE 2 IPE 120 $\xrightarrow{\text{کنست}}$ $0.9 \times 26.4 \times 2400 \geq 5 \times 10^3$

مثال: مطلوبیت طراحی عضو CD باضرب نامگذاری ST52



$\sum F_x = 0 \rightarrow A_m = 0$

$\sum M_B = 0 \rightarrow (16 \times A_y) = (5 \times 2) + (5 \times 8) + (10 \times 4) \quad | \quad 16A_y = 60 + 40 + 40$
 $\rightarrow A_y = 8.75$



$\sum M_F = 0 \rightarrow (8.75 \times 8) = (5 \times 4) + (F_{CD} \times 5)$

$\rightarrow T_0 = 20 + 5F_{CD}$

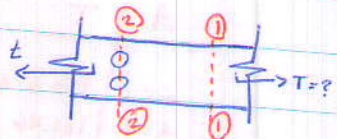
$5_0 = 5F_{CD} \Rightarrow F_{CD} = 10T$

$A_g \geq \frac{T_r}{0.9 \times f_y} \Rightarrow A_g \geq \frac{10 \times 10^3}{0.9 \times 3600} = A_g \geq 3.08 \xrightarrow{\text{جد}} A_g: 1.543$

USE 2 UNP 30 (A_g = 2.21 × 2)

3 اگر در مسیر مورد نظر، مسیر مورب وجود داشته باشد باید جمله $(\leq \frac{S^2}{4t})$ اضافه شود.

مثال: به طریقت تعیین تفاوت کششی نهایی در ورق نیز که از فولاد سرف (St 37) ساخته شده است. (سولخ کانس با جهت کشش شده است)



$$PL = \frac{15 \times 18}{6} = 2 \phi 80$$

$$(A_g)_{1-1} = b \cdot t = 15 \times 1.2 = 1.8 \text{ cm}^2$$

تفاوت کششی نهایی در صورت یکنواختی

$$T_{1-1} = 0.9 \times 18 \times 2400 = 38.88 \text{ ton}$$

$$(A_n)_{2-2} = A_g - n \cdot d \cdot t \Rightarrow (A_n)_{2-2} = 18 - 2 \times 2 \times 1.2 = 13.2 \text{ cm}^2$$

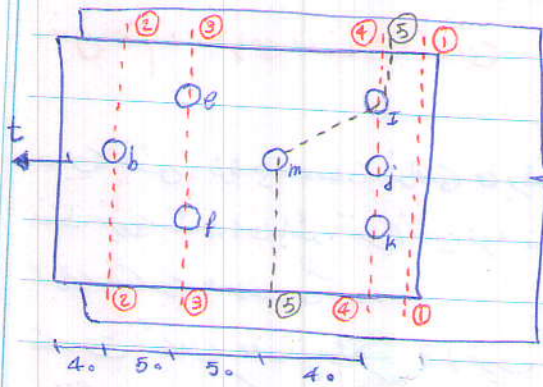
$$T_{2-2} = 0.75 \times A_n \times f_u = 0.75 \times 13.2 \times 3700 = 36.63 \text{ ton}$$

A	T
18	38.88
13.2	36.63

تفاوت کششی نهایی طرح $T = 36.63$

$$A_n = 13.2$$

نتیجه: اگر در مقطع مورد نظر خرابی رخ دهد از سستی عملی هیچ خطا در نظر گرفته نمی‌شود.



مسائل:

St: 37

T 025

t: 8 mm

مسیر a → $A_f = b \cdot t = 8 \times 8 = 4 \text{ cm}^2$

مسیر b → $A_n = t(b - nD) = 8(8 - 1 \times 8.5) = 35 \text{ cm}^2$

مسیر c → $A_n = t(b - nD) = 8(8 - 2 \times 8.5) = 30 \text{ cm}^2$

مسیر d → $A_n = t(b - nD) = 8(8 - 3 \times 8.5) = 25 \text{ cm}^2$

مسیر e → $A_n = t(b - nD + \frac{s^2}{4y}) = 8(8 - 2 \times 8.5 + \frac{4^2}{4 \times 6}) = 31.33 \text{ cm}^2$

$T_b = 0.9 \times 4 \times 8400 = 86.4 \text{ ton}$

$\frac{T}{7} = 0.75 \times 35 \times 3700 = 679.875 \text{ ton}$

$\frac{3T}{7} = 0.75 \times 30 \times 3700 = 194.85 \text{ ton}$

$T = 0.75 \times 25 \times 3700 = 69.375 \text{ ton}$

$\frac{5T}{7} = 0.75 \times 31.33 \times 3700 = 181.71 \text{ ton}$

جواب صحیح بر 1000 (t ← k)

فردی و هفت 7 قسم برینج 5

~~69.375~~

A | T

40 | 86.4 ton

35 | 679.875 ton

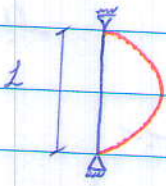
30 | 194.85 ton

بجای ترین مسیر ✓ 25 | 69.375 ton min

31.33 | 181.71



نکته مهم: اگر شرایط معادل سازی انتهای ستون (عقودت) باید تکلیف سازگار فراهم کرده شود. ستون از طرفه از رابطه معادله (K) باید تکلیف سازگار گرفته شود.



$K: 1$

$L_e: 1L$



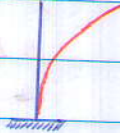
$K: 0.5 \sim 0.6$

$L_e: 0.5L$



$K: 0.7 \sim 0.8$

$L_e: 0.7L$

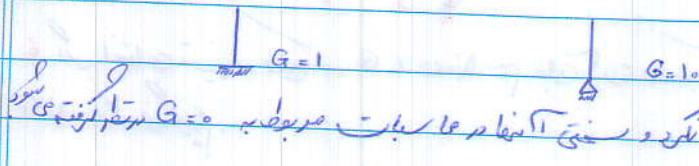


$K: 2$

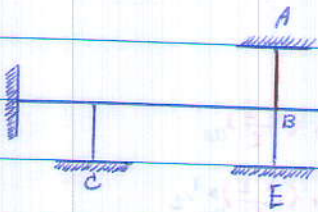
$L_e: 2$

نکات مهم برای درست کردن ضریب G_A و G_B .

1. مرتبه ای با انتهای مفصلی $K=1$ است.
2. اگر 2 به ستون نسبت به جایابی نیست پس ستون هم برنی شده توی ستون و K آن کمتر از 1 است.
3. برای تکلیف معادل سازی $G=10$ و برای تکلیف گیرگار $G=1$ است.



4. اسی طرحی سختی دورانی ایجاد شود و سختی آنها را نسبت به هم مقایسه $G=0$ در نظر گرفته شود.



$G_A = 10$

$G_B = \frac{(\frac{EI}{L})_{AB} + (\frac{EI}{L})_{BE}}{(\frac{EI}{L})_{CB} + (\frac{EI}{L})_{BD}}$

$G_B = \frac{(\frac{EI}{L})_{AB} + (\frac{EI}{L})_{BE}}{(\frac{EI}{L})_{CB} + (\frac{EI}{L})_{BD}}$

مرفوعه



$$1. K_{AB} = \begin{cases} G_A = 1 \\ G_B = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{BC} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{AB}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{BE}} = \frac{\frac{4E}{4} + \frac{6E}{6}}{\frac{8E}{3.5}} = \frac{2E}{8E} = \frac{7E}{8E} = 0.875 \end{cases}$$

$$1. K_{AB} = \sqrt{\frac{1.6(G_A \cdot G_B) + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5}} = \sqrt{\frac{1.6(1 \times 0.875) + 4(1 + 0.875) + 7.5}{1 + 0.875 + 7.5}} = 1.84$$

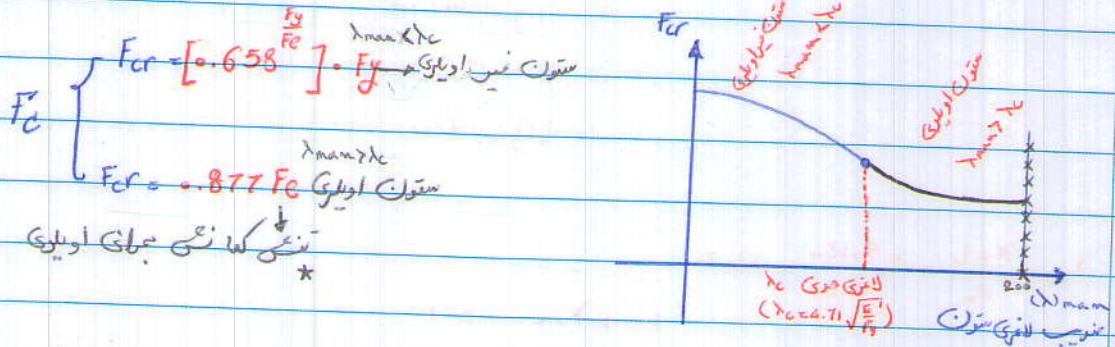
$$2. K_{GH} = \begin{cases} G_G = 1 \\ G_H = \frac{\left(\frac{4E}{4}\right) + \left(\frac{5E}{6}\right)}{\frac{10E}{4.5}} = \frac{E + \frac{5E}{6}}{\frac{10E}{4.5}} = \frac{\frac{11E}{6}}{\frac{10E}{4.5}} = \frac{49.5E}{60E} = 0.825^* \end{cases}$$

$$2. K_{GH} = \sqrt{\frac{1.6(1 \times 0.825) + 4(1 + 0.825) + 7.5}{1 + 0.825 + 7.5}} = 1.824$$

$$3. K_{IH} = \begin{cases} G_I = \frac{\frac{4E}{4}}{\frac{8E}{4} + \frac{7E}{4.5} \left(\frac{1}{2}\right)} = \frac{E}{\frac{2E}{1} + \frac{7E}{9}} = \frac{E}{\frac{25E}{9}} = 0.36 \\ G_H = 0.825^* \end{cases}$$

$$3. K_{IH} = \sqrt{\frac{1.6(0.36 + 0.825) + 4(0.36 + 0.825) + 7.5}{0.36 + 0.825 + 7.5}} = 1.809$$

مقاومت فشاری اسمی بر اساسی که تنش فشرشی است
 مقاومت اسمی اعضای فشاری (Pn) برای مقاطع غیرنازک بر اساسی که تنش فشرشی با استناد به از بارش
 این تعیین می شود.
 $P_n = A_g \times F_{cr}$ به مقاومت فشرشی بر اساسی
 تنش فشاری ناشی از بارش فشرشی \downarrow سطح مقطع کل



$$F_{cr} = \begin{cases} 0.658 \left[\frac{F_y}{E} \right] \cdot F_y & \lambda_{max} < \lambda_c \\ 0.877 F_y & \lambda_{max} > \lambda_c \end{cases}$$

ستون غیر اویاری / ستون اویاری

تنش فشرشی که از تنش بحرانی اویاری *
 $\lambda_c = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$\lambda_x = \frac{k_x \cdot L}{r_x}$
 $\lambda_y = \frac{k_y \cdot L}{r_y}$

$F_c = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda_{max}^2}$

ست 37 < $\lambda_{max} > 136$ اویاری
 غیر اویاری $\lambda_{max} < 136$
 ست 58 < $\lambda_{max} > 111$ اویاری
 غیر اویاری $\lambda_{max} < 111$

نکته: برای مقاطع بسته و مصالح با فولادی که دارای خاصیت تقارن (همچون مقاطع مربعی)
 مقاومت فشاری اسمی بر اساسی که تنش فشرشی کنترل کنندهی طرح بوده و معمولاً نیازی به بررسی
 گمانشده پیوستگی یا خمشی پیوستگی نخواهد بود.

مثال: مطلوب است ظرفیت فشاری نهایی طرح ستون دوجیب IPE 140 به ارتفاع 3 متر ساختمان در دو جهت قاب ساختمان ساده است. St 37. $K=1$ قاب ساختمانی ساده

$$L: 3m \rightarrow 300cm$$

$$(I_m): 2(I_n) = 2 \times 541 = 1082 cm^4$$

$$(I_y): 2[(I_y) + (A)(d^2)] \\ = 2[(44.9) + (16.8)(3.65)^2] = 526.78 cm^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_m}{A}} = \sqrt{\frac{1082}{2 \times 16.8}} = 5.74 cm^*$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{526.78}{2 \times 16.8}} = 4 cm$$

$$\lambda_x = \frac{K_m L}{r_m} = \frac{1 \times 300}{5.74} = 52.26$$

$$\lambda_{max} = 75 \rightarrow \lambda_{max} < 136 \text{ (غیر اویبری)}$$

$$\lambda_y = \frac{K_y L}{r_y} = \frac{1 \times 300}{4} = 75$$

$$F_{cr} = \left[(0.658)^{\frac{\lambda^2}{\lambda_c^2}} \right] \cdot f_y \rightarrow F_c = \left[(0.658)^{0.684} \right] \times 2400 = 1808.51 kg/cm^2$$

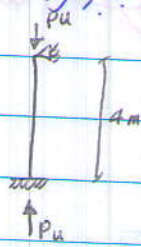
$$* F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda_{max}^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6}{75^2} = 3505.63 \quad * \frac{f_y}{F_e} = \frac{2400}{3505.63} = 0.684$$

$$P_n: A_g \times F_c = 1808.51 \times 32.4 = 58.401 ton$$

$$P_n \times \phi_c: 58.401 \times 0.9 = 52.561 ton$$

مثال: مطلوبیت مقاومت فشاری ستون طراحی کنید به طول 4 متر با بار مرده 9 و بار زنده 5 ton.

$$K = 0.8$$



$$DL = 9 \quad LL = 5$$

$$P_u = 1.25(9) + 1.5(5) = 187.5 \text{ ton}$$

فرض \rightarrow تنش فشاری: $F_{cr} = 0.8 f_y = 0.8 \times 240 = 192 \text{ kg/cm}^2$

$$\phi_c \times P_n > P_u$$

$$\phi_c \times A_g \times F_c > P_u$$

$$\rightarrow A_g \geq \frac{P_u}{\phi_c \times F_{cr}} \Rightarrow A_g \geq \frac{187.5 \times 1.0^3 \text{ kg}}{0.9 \times 192} = 108.5 \text{ cm}^2$$

* طراحی ستون فشاری

در انتخاب ترتیب برش به لحاظ است

USE IPB 260	h 260 cm
استیل	A_g 118 cm ²
	r_m 11.2 cm
	r_y 6.58 cm

$$\lambda_x = \frac{K_x \cdot l}{r_m} = \frac{0.8 \times 400}{11.2} = 28.57$$

$$\lambda_y = \frac{K_y \cdot l}{r_y} = \frac{0.8 \times 400}{6.58} = 48.63$$

$$\lambda_{max} = 48.63 \rightarrow$$

$$\lambda_{max} < 163 \text{ غیر اولیاری}$$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{f_y}{F_0}} \right] \cdot f_y \rightarrow F_{cr} = \left[0.658^{0.214} \right] \times 240 = 2139.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda_{max}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \times 10^6}{(48.63)^2} = 87642$$

$$\frac{F_d}{F_e} = \frac{87642}{2400} = 0.274$$

$$P_n = F_{cr} \times A_g = 2139.95 \times 118 = 252.5 \text{ ton}$$

$$P_n \times \phi_c = 252.5 \times 0.9 = 227.2 \text{ ton}$$

F_{cz} : کاهش پهنایی حول محور z است.
 (تنش فشار ناشی از پهنایی حول محور z که از آنجا به جای نیروی برشی می آید.)

$$F_{cz} = \frac{G_j}{A_f \cdot \bar{r}_0^2}$$

در این رابطه G : ضریب الاستیسیته برشی که برابر

$$G = \frac{E}{2.6}$$

\bar{r}_0 : شعاع ژیراسیون قطبی حول مرکز برشی است که به شرح زیر محاسب می شود.

$$\bar{r}_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_f}$$

و I_x, I_y و A_f :

x_0, y_0 : مختصات مرکز برشی نسبت به مرکز جرم بوده که به هر مقطع پرسی و نیز به نوع مقادیر x_0 و y_0 بستگی دارد.

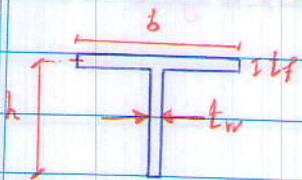
$$y_0 = e - \frac{t}{2}$$

e : فاصله از مرکز ثقل

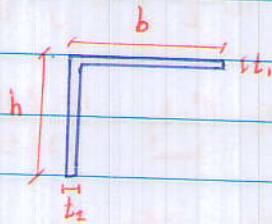
$$1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{\bar{r}_0^2}$$

H

J : ثابت پهنایی مقطع نامیده می شود و بصورت زیر قابل محاسب است:



$$J = \frac{1}{3} [b \cdot t_1^3 + h \cdot t_w^3]$$



$$J = \frac{1}{3} [b \cdot t_1^3 + h \cdot t_2^3]$$

$$F_{cr y} \rightarrow \lambda_y = 96.61 < 136 \quad \text{غیر اوربٹری}$$

$$F_{cr y} = \left[0.658^{\frac{f_y}{F_e}} \right] \cdot f_y \rightarrow [0.658^{1.08}] \times 2400 = 1527.19 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \times 10^6}{96.61^2} = 2220 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\frac{f_y}{F_e} = \frac{2400}{2220} = 1.08$$

$$y_0 = e \cdot \frac{t}{2} \rightarrow 8.88 - 0.5 = 8.38^*$$

$$F_{cr z} = \frac{G_j}{A_g \cdot \bar{r}_0^2} = \frac{769230.76 \times 32}{38.4 \times 31.77} = 641057.4 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$G = \frac{E}{2.6} \rightarrow \frac{2 \times 10^6}{2.6} = 769230.76 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$H = 1 - \frac{\alpha_0^2 + y_0^2}{\bar{r}_0^2} \rightarrow \frac{(2.32)^2}{31.77} = 0.83$$

$$\bar{r}_0^2 = \alpha_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g} \rightarrow \bar{r}_0^2 = \alpha_0^2 + (2.32)^2 + \frac{354 + 659.372}{38.4} = 31.77$$

$$F_{cr} = \left[\frac{1527.19 + 641057.4}{2(0.83)} \right] \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4(1527.19)(641057.4)(0.83)}{(1527.19 + 641057.4)^2}} \right] =$$

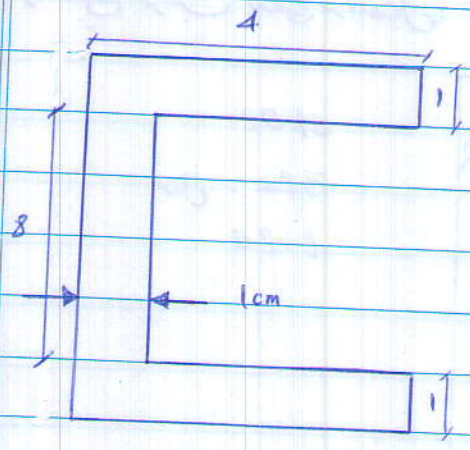
$$F_{cr} = 1525.17 \text{ Kgf/cm}^2$$

$F_{cr(\min)}$

$$P_n = F_{cr} \times A_g = 1039.11 \times 38.4 = 39.90 \approx 40 \text{ ton}$$

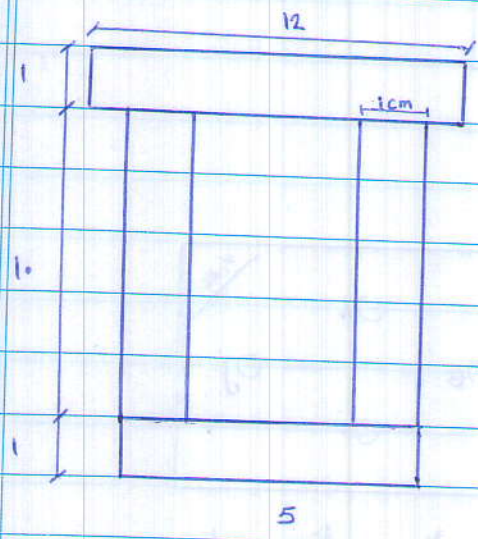
$$P_u = P_n \times \phi_c = 40 \times 0.9 = 36 \text{ ton}$$

تمرینات درین محاسبات نکاتی!

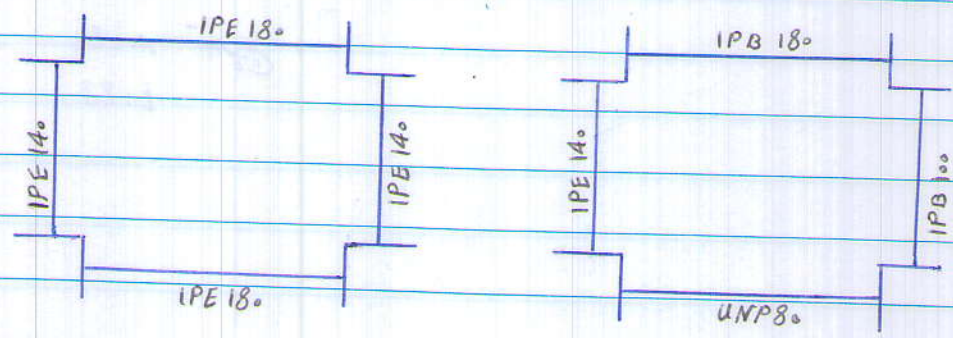


مقطع اول

با توجه به مقاطع زیر با دست اکوئید

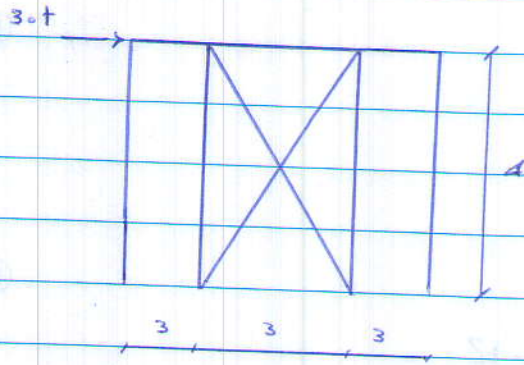


2. مطلوب است محاسبات مقاطع زیر: (A , I_x , I_y , S_x , S_y , r_x , r_y)

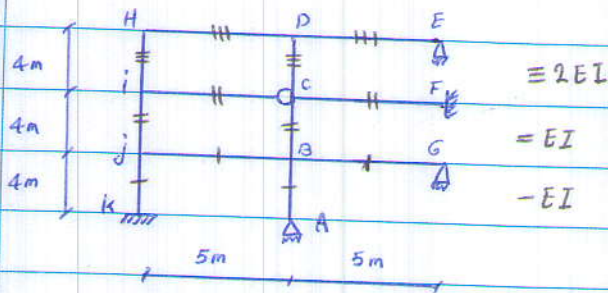


محاسبه فولاد

4. تیرچه بادبند در سقف تیر از مقاطع IPE (فولاد St 37) از تقاطع - تقاطع هر طرف نظر شود.



5. K ستونها به دست آورید

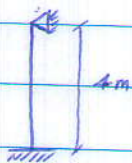


6. محاسبه نیروی داخلی و خارجی طرح



St 37

D.L. 1.0 ton L.L. 5.0 ton



D.L. 9.0 L.L. 5.0

St 52