جزوه محاسبات ساختمانهای فلزی

مهندس پیرزاده

فهرست مطالب :

سطع مقطع

رابطه کشش به صورت مایل

اعضای فشاری (ستون ها)

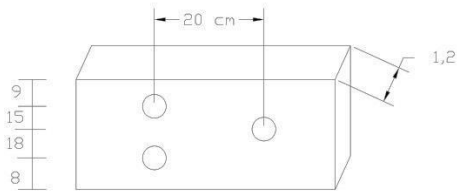
جدول اشتایل

سطح مقطع :

طراحی ← نیروها معلومند ← عضو طراحی می شود.

تحلیل ← مشخصات عضو معلوم است ← نیروهای قابل تحمل عضو تحلیل می شوند.

مثال :



T=1/2 cm

$An_1 \Rightarrow b \times t = 50 \times 1/2 \ = 60\ cm^2$

$An_2 \Rightarrow (50\text{-}2/5) \times 1/2 = 57\ cm^2$

$An_3 \Rightarrow (50\text{-}\ 3\text{-}2) \times 1/2 = 54\ cm^2$

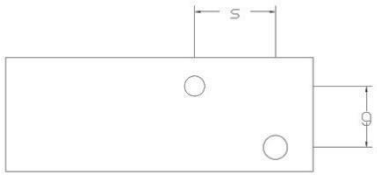
$An_4 \Rightarrow (50\times1/2)\text{-}(2\times1/2+2/5\times1/2) + \frac{20^2}{4\times15} \times 1/2 \ = 62/6\ cm^2$

$An_5 \Rightarrow 50\times1/2\ \text{-}(2\times1/2+2/5\times1/2+3\times1/2) + \frac{20^2}{4\times15} \times 1/2 + \frac{20^2}{4\times18} \times 1/2$

$= 65/7\ cm^2$

$A_{n\ min} = An_3 = 54\ cm^2$

* رابطه ی کشش به صورت مایل :



$$An = Ag - \sum d \times t + \sum \frac{s^2}{4g} \times t$$

* اگر تعداد سوراخ ها ۳ در هر ردیف باشد u را ۰/۸۵ در نظر می گیریم.

* اگر تعداد سوراخ ها ۲ در هر ردیف باشد u را ۰/۷۵ در نظر می گیریم.

* برای بدست آوردن نیروی محوری T $\Rightarrow \begin{matrix} T \leq 0/6\ Fy\ Ag \\ T \leq 0/5\ Fu\ Ae \end{matrix}$

* از بین این دو رابطه باید Tmin را بدست بیاوریم.

مثال : $St_{37} \begin{cases} Fy = 2400\ kg/Cm^2 \\ Fu = 3600\ kg/Cm^2 \end{cases}$

$A_e = 54 \times 1 = 54$

* اعضای فشاری (ستون ها) :

* در مورد اعضای فشاری فقط نیروهای محوری مورد استفاده قرار می گیرد.

* تیر آهنی که سطح مقطع آن کمتر باشد زودتر دچار خمش می شود (A)

* هرچه طول تیر آهن بیشتر باشد نیرو بیشتر وارد می شود (L)

---

* هرچه جرم به اطراف پخش شود شعاع ژیراسیون بیشتر می شود.

شعاع ژیراسیون یا شعاع پراکندگی $\rightarrow Y=\sqrt{\frac{I}{A}}$

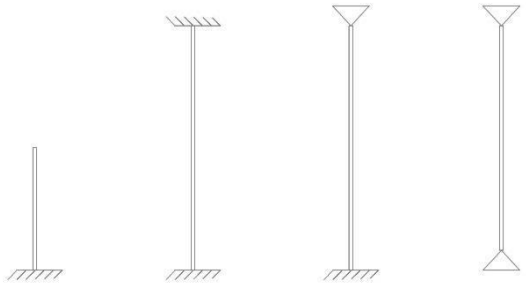
---

* هرچه جرم به مرکز نزدیک تر باشد ممان اینرسی آن بیشتر است.

* دلیل استفاده از لوله به جای میلگرد به خاطر کمانش کمتر است.

* حداکثر نیرویی که تیر می تواند تحمل کند نیروی محوری بحرانی گویند. که بیشتر از آن سازه در نزدیکی تخریب است. که از فرمول زیر استفاده می شود :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 . E . I}{K^2 . L^2}$$



$$* \lambda = \frac{K.L}{R \rightarrow r=\sqrt{\frac{I}{A}}}$$

L ← طول ازاد یا طول مهار نشده

KL ← طول مؤثر

R ← شعاع ژیراسیون

K^2 ← ضریب طول مؤثر

P_{Cr} ← نیروی فشاری بحرانی

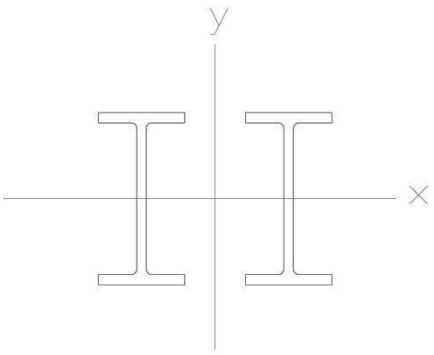
E ← ضریب ارتجاعی الا ستیسیته

I ← همان اینرسی

روی فشاری بحرانی → $*P_{cr}x=\frac{\lambda^2.E.IX}{K_x^2.L_x^2}$

روی فشاری بحرانی → $*P_{cr}y=\frac{\lambda^2.E.IX}{K_y^2.L_y^2}$

* محور قوی محوری است که حول ان نقطه دیرتر کمانش کند.



* نیروهای (P_{crx}) و (P_{cry}) هر کدام که کمتر باشد در نظر می گیریم یعنی min آنها

* $P_{cr} = \min \{P_{crx} , P_{cry}\}$

تنش فشار بحرانی $= \sigma_{cr} = \frac{p_{cr}}{A} = \frac{\lambda^2.E.I}{K^2.L^2.A} = \frac{\lambda^2.E.r^2}{K^2.L^2} = \frac{\lambda^2.E}{\lambda^2}$

$$\lambda = \frac{KL}{r} \Rightarrow \lambda^2 = \frac{K^2.L^2}{r^2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda^2} = \frac{r^2}{K^2.L^2} \Rightarrow \lambda^2$$

* در نهایت $\rightarrow \sigma_{cr} = \frac{\lambda^2.E}{\lambda^2}$

---

* آن تیری که لا نداری (λ) بیشتری داشته باشد رودتر دچار (کمانش) خواهد شد.

* $Cc = \sqrt{\frac{2\lambda^2.E}{Fy}}$

* ستون $\lambda = Max \{\lambda x. \lambda y\}$

ستون چاق

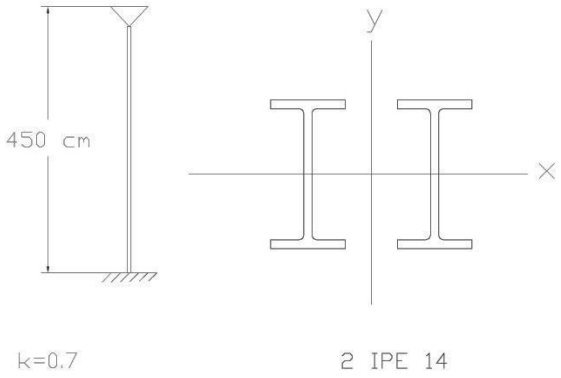
$$\lambda < C_c \longrightarrow F_a = \frac{1 - 0/5(\frac{\lambda}{C_c})2}{5/3 + \frac{3}{8}\left(\frac{\lambda}{C_c}\right) - 1/8\,(\lambda/C_c)} \times Fy$$

ستون لاغر

$$\lambda \geq C_c \longrightarrow Fa = \frac{105 \times 10^5}{\lambda^2}$$

* تمام واحدهای داخل آئین نامه به $\begin{Bmatrix} cm\ ,\ kg \\ mm\ ,\ N \end{Bmatrix}$ است.

سوال ← این ستون چه مقدار نیرو تحمل می کند؟



A=16/4 cm^2

I_x= 541 cm^4

I_6= 44/9 cm^4

B= 7/3 cm

H= 14 cm

E= $2\times10^{+6}$ kg/cm^2

Fy= 2400 kg/cm^2

IX= 2 IX → 2 × 541 = 1082 cm^4

Iy= 2 ($Iy+Ad^2$)→ 2 ×(44/9 + 16/4 $(\frac{7/3}{2})^2$= 527 cm^4

Ay= 2 × 16/4 = 32/8 cm^2

$$r_x = \sqrt{\frac{Ix}{A}} \Rightarrow \sqrt{\frac{1082}{32/8}} = 5/74 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{Iy}{A}} \Rightarrow \sqrt{\frac{527}{32/8}} = 4/01 \text{ cm}$$

$$\left.\begin{aligned} \lambda_x &= \frac{KL_x}{r_x} \Rightarrow \frac{0/7 \times 450}{5/74} = 54/9 \\ \lambda_y &= \frac{KL_y}{r_y} \Rightarrow \frac{0/7 \times 450}{4/01} = 78/6 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \lambda = 78/6 \text{ max}$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\lambda^2.E}{Fy}} \Rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 3/14^2 \times 2 \times 10^6}{2400}} = 128/3$$

$$\lambda = 78/6 < C_c = 128/3 \Rightarrow F_a = \frac{1 - 0/5(\frac{\lambda}{C_c})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{\lambda}{C_c}\right) - {}^1\!/_8 (\frac{\lambda}{C_c})^3} \times F_y$$

$$F_a = \frac{1 - 0/5(\frac{78/6}{128/3})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{78/}{128/3}\right) - {}^1\!/_8 (\frac{78/6}{128/3})^3} \times 2400 = F_a$$

$$= 1043/9 \text{kg/cm}^2$$

$$F_a = \frac{P}{A} \Rightarrow p = F_a \times A \Rightarrow p = 1043/9 \times 32/8 = 3424.\text{kg}$$

34/2 Ton

$$P_{crx} = \frac{\lambda^2 . E . Ix}{K_x^2 . L_x^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 1082}{0/7^2 \times 450^2} = 21524. kg$$

$$\Rightarrow 215/2 \text{ Ton}$$

$$P_{cry} = \frac{\lambda^2 . E . Iy}{K_y^2 . L_y^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 527}{0/7^2 \times 450^2} = 104838. kg$$

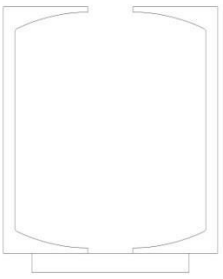
$$\Rightarrow 104/8 \text{ Ton}$$

* بین این دو فرمول یعنی نیروهای فشاری بحرانی کمترین یعنی مینیمم آنها را در نظر می گیریم.

نیروی فشاری بحرانی $P_{crmin} = 104/8$ Ton

* هرچه طول ستون کمتر باشد کمانش کمتر است و جزء گروه چاق ستون محسوب می شود.

مثال :



«2 uNp 10 + PL 10×0/8»

کمانش حول محور A-A	
Kx=1	کمانش حول محور y
L_x=500cm	Ky=0/7
	Ly=3x = 300 cm

مشخصات 10 UNP

A = 13/5 cm^2	H=10 cm
Ix=206 cm^4	B = 5 cm
Iy=29/3 cm^2	E = 1/55 cm

$$\bar{y} = \frac{yiAi}{4Ai} \Rightarrow \frac{(0/4 \times 10 \times 0/8) + (5/8 \times 13/5) + (5/8 \times 13/5)}{10 \times 0/8 + 13/5 + 13/5}$$

$$= 4/6cm$$

مماس انرسی :

$$I_x = \frac{10 \times 0/8^3}{12} + 10 \times 0/8 \times 4/2^2 + 206 + 13/5 \times 1/2^2$$

$$+ 206 + 13/5 \times 1/2^2 = 592/4^{cm4}$$

$$I_y = \frac{0/8 \times 10^3}{12} + (29/3 + 13/5 \times 5/95^2) \times 2 = 1081/1cm^4$$

$$A = 2 \times 13/5 = 27cm^2$$

$$ru = \sqrt{\frac{Iu}{A}} = \sqrt{\frac{592/4cm^4}{27cm^2}} = 4/68$$

$$ry = \sqrt{\frac{Iy}{A}} = \sqrt{\frac{1081/1}{27}} = 6/33$$

$$\lambda_x = \frac{KL_x}{r_x} = \frac{1 \times 500}{4/68} = 106/84$$

$$\lambda_y = \frac{KL_y}{r_y} = \frac{0/7 \times 300}{6/33} = 33/18 \quad \{\Rightarrow \lambda_{max} = 106/84$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\,\lambda^2 \times E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \times 3/14^2 \times 2 \times 10^6}{2400}} = 128/2$$

$$\lambda_{max} = 106/84 \; < \; C_c = 128/2$$

$$F_a = \frac{1 - 0/5(\frac{\lambda}{C_c})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{\lambda}{C_c}\right) - {}^1\!/_8\,(\frac{\lambda}{C_c})^2} \times 2400$$

$$= \frac{1 - 0/5(\frac{106/84}{128/2})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{106/84}{128/2}\right) - {}^1\!/_8\,(\frac{106/84}{128/2})^2} \times 2400$$

$$F_a = 821/55 kg/cm^2$$

$$F_a = \frac{P}{A} \Rightarrow p = F_a \times A \Rightarrow P = 821/55 \times 27 = 22181/85K$$

P = 22/18 t

$$P_{crx} = \frac{\lambda^2 . E . Iy}{K_y^2 . L_y^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 592/4}{1^2 \times 500^2} = 46726/6 . kg$$

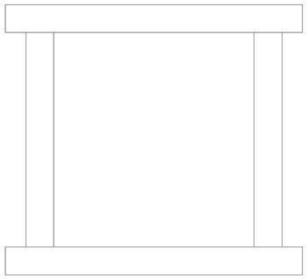
$$\Rightarrow 4673$$

$$P_{cry} = \frac{\lambda^2 . E . Iy}{K_y^2 . L_y^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 1081/1}{0/7^2 \times 300^2} = 483411 . kg$$

$$\Rightarrow 483/4t$$

نیروی فشاری بحرانی $\rightarrow$ $P_{crmin} = 46/73$ t

مثال : مطلوبست محاسبه ی نیروی مجاز ستون به طول ۶ متر ، دو سر فصل و تکیه گاه جانبی به فاصله ی ۲ متر از پای ستون در راستای محور x .



روش حل : $Ix=Ix+Ad^2$

$$Ix = \left[\frac{20 \times 13}{12} + 20 \times 1 \times \frac{10^2}{5}\right] \times 2 + \left[\frac{1 \times 20^3}{12} + 1 \times 20 \times 0\right]$$

$$\times 2 = Ix = 5747 cm^4$$

$$I_y = I_y + Ad^2$$

$$I_y = \left[\frac{1 \times 20^3}{12} + 20 \times 1 \times 0\right] \times 2 + \left[\frac{20 \times 1^3}{12} + 20 \times 1 \times 7/5^2\right]$$

$$\times 2 = I_y = 3587 cm^4$$

$$yA = \times 1 \times 4 = 80cm^2$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{5747}{80}} = 8/48$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3587}{80}} = 6/7$$

$$K_x = 1 \qquad L_x = 600$$

$$K_y = 1 \qquad L_y = 400$$

$$\lambda_x = \frac{K_x \times L_x}{r_u} = \frac{1 \times 600}{8/48} = 70/7$$
$$\lambda_y = \frac{K_y \times L_y}{r_u} = \frac{1 \times 400}{6/7} = 59/7 \quad \Rightarrow \lambda_{max} = 70/7$$

$$\lambda_{max} = 70/7 < C_c = 131/46$$

$$\mathrm{F_a} = \frac{1 - 0/5(\frac{\lambda}{\mathrm{C_c}})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{\lambda}{\mathrm{C_c}}\right) - {}^{1}\!/_{8}\,(\frac{\lambda}{\mathrm{C_c}})^2} \times 2400$$

$$= \frac{1 - 0/5(\frac{70/7}{131/146})^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{70/7}{131/46}\right) - (\frac{1}{8})(\frac{\frac{70}{7}}{\frac{131}{46}})} \times 2400$$

$$F_a = 1110/34kg\ /cm^2$$

$$F_a = \frac{P}{A} \Rightarrow p = F_a \times A \Rightarrow P = 1110/38 \times 80 = 88827/6 \text{ kg}$$

P = 88/8 ton

$$P_{crx} = \frac{\lambda^2 . E . Ix}{K_x^2 . L_x^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 5747}{1^2 \times 600^2} = 314/8 \text{ ton}$$

$$P_{cry} = \frac{\lambda^2 . E . Iy}{K_y^2 . L_y^2} \Rightarrow \frac{3/14^2 \times 2 \times 10^6 \times 3587}{1^2 \times 400^2} = 442/1 \text{ton}$$

جدول اشتال

IPE	h	b	I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
10	100	55	171	159	4,07	1,24	34,2	5,79
12	120	64	318	277	4,90	1,45	53,0	8,65
14	140	73	541	449	5,74	1,65	77,3	12,3
16	160	82	869	683	6,58	1,84	109	16,7
18	180	91	1320	101	7,42	2,05	145	22,2
20	200	100	1940	142	8,26	2,24	194	28,5
22	220	110	2770	205	9,11	2,48	252	37,5
24	240	120	3890	282	9,97	2,69	324	47,3
27	270	135	5790	420	11,2	3,02	429	62,2