

فصل مربوط به اعضا خمشی - ماخذ: کتابی سری عمران + فولاد در تیرهای خمیده نشده: علی فساد ص ۱۷۱

گام ۱، گام ۲ مراحل طراحی یک عضو خمشی

نوشتن رابطه کلی LRFD

$$M_u \leq \phi \cdot M_n$$

برای محاسبه M_u اول بار

ضریب در برابر سازه اعمال می کنیم

$$\text{مثلاً: } 1/2D + 1/4L$$

سازه را تحلیل کرده و

تیر و برش Max

را بدست می آوریم

(در به زبان ساده: حالایی را می بینیم که تیر

برای مقابله باجه ندری باید آماده کنیم.)

اعضای خمشی وابسته به این که چه نوع حالتی بر آن حاکم هست، از خود مقاومت نشان می دهند

پس با توجه به شکل مقطع که می خواهیم برای عضو انتخاب

کنیم به جدول ۱۰-۲-۵-۱، ص ۱۶ کتاب مراجعه کرده و حالت های حاکم بر مقطع را بررسی می کنیم

مثلاً: مقطع تیر اگر قرار هست از پروفیل I ساخته شود

و این پروفیل مطابق شکل I-I - حول محورهای تحت

خمشی قرار گیرد همین هست، در لحظه آخر عمر خود به سن سیم ۷

برسد و یا تاثیر پیچشی جانبی انجام دهد پس مقاومت عضو

در این دو حالت را بدست می آوریم و مقدار Min از آن دو

را به عنوان مقاومت اسمی عضو (M_n) در نظر می گیریم

M_n را در $\phi = 0.9$ ضرب کرده و با

M_u مقایسه می کنیم

اگر نامساوی برقرار بود، طراحی تمام می شود

اگر نامساوی برقرار نبود، به گام اول برمی گردیم

و یک مقطع بزرگتر انتخاب می کنیم. مثلاً: IPE بزرگتر

تجدید شده: علی رضا فساد ص ۲۰

فصل اعضا خمشی - منابع: سری عمران + دکتر ازهری

خوب، حالا که هدف کلی ما مشخص شد، باید یاد بگیریم چگونه مقاومت اسبی اعضا را در برابر حالت های مختلف حاکم بررسی کنیم.

پس گام اول، شناخت مفاهیم کمانش های LTB ، FLB ، WLB و ... خواهد بود.

سؤال مهم: چرا باز هم، حالت های کمانش بر رفتار اعضا خمشی حاکم هستند؟

کمانش: هر جایی داریم احتمال کمانش وجود دارد. در اعضا خمشی در کجا ها کمانش داریم؟

شناخت حالت های مختلف حاکم بر رفتار اعضا خمشی:

۱- حالت حودگی تسلیم (۷):

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z$$

برای حالت تسلیم، گتراسی این نوع مقاطع برای تیر یا شیب بوده و بارابطه بالا به دست می آید.

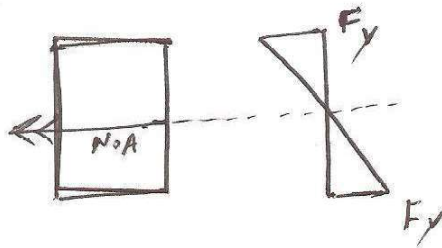
Z: اساس مقطع یا شیب

M_p: گتر یا شیب عضو

تیر یا شیب یعنی چی؟ یعنی تیری که همه تارهای باک و پاشین تا خنثی را به

تسلیم رساند.

ص ۳



نگرشیم : (حالت الاستیک)

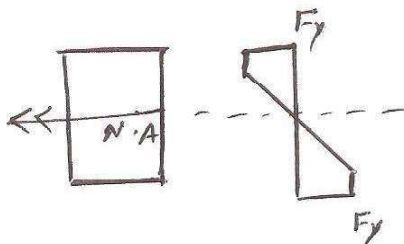
داریم

فرض کنیم ، مقطع مستطیل با جنس فولاد
وقتی این مقطع تحت نگرش تنش قرار می گیرد،

تنش تنش در تارخشی صفر بوده ، چرا؟

هرچه از تارخشی دورتر شویم ، تنش زیادتر می شود ، تا جایی که دورترین تارها به F_y می رسند .
حالت ، حالت تسلیم الاستیک و نگرشی که باعث شده تنش بصورت فوق در مقطع پخش دهد ،
نگرشیم الاستیک می باشد

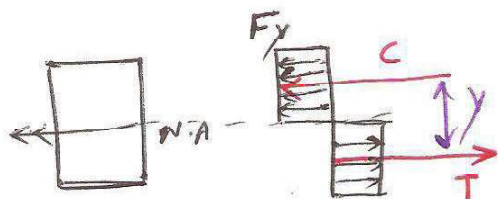
وقتی نگرش از تسلیم چه اتفاق می افتد؟



و نهایتاً به حالت نگرش تسلیم می رسیم ، جایی که هم تارهای عضو به تنش تسلیم رسیده اند .

سوال : اگر تارها هم با هم برابر است یا خیر ؟

حالت نگرش تسلیم :



در این حالت ، مطابق شکل همه تارها به تنش تسلیم رسیده اند .
پس اگر بخواهیم بتوانیم مقدار نگرش یا است این اتفاق شده
چکار باید کرد ؟

$$C = T = F_y \cdot \frac{A}{2}$$

$$\rightarrow M_p = \text{بازو} \times \text{نیرو} = F_y \cdot \frac{A}{2} \cdot y$$

y : فاصله مرکز سطح ناحیه فشاری از مرکز سطح ناحیه کششی در لحظه رسیدن به نگرش M_p

۴۵۰

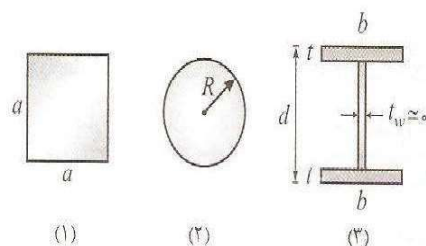
$$M_p = F_y \cdot \frac{A}{r} \cdot y$$

$$Z_x = \frac{A}{r} \cdot y = \text{ایس منطبق پلایست حول محور x می‌ماند}$$

ضریب شکل چیست؟

$$S.F. = \frac{M_p}{M_y} = \frac{F_y \cdot \frac{A}{r} \cdot y}{F_y \cdot S_x} = \frac{\frac{A}{r} \cdot y}{\frac{I}{c}} \quad \text{ضریب شکل یا shape factor}$$

ضریب شکل به چه کار می‌آید؟ ابتدا ضریب شکل چند عصبه را در مثال زیر بررسی نموده و سپس معنی آن تشریح می‌گردد.



تشریح ۱-۳ ضریب شکل مقاطع زیر را به دست آورید.

حل:

$$S.F. = \frac{M_p}{M_y} = \frac{\frac{1}{r} \cdot a^2 \cdot \frac{a}{r}}{\left(\frac{a^4}{12} \right) \cdot \frac{1}{r}} = \frac{r}{r} = 1/d$$

$$S.F. = \frac{M_p}{M_y} = \frac{\frac{1}{r} \pi R^2 \cdot \left(\frac{rR}{3\pi} + \frac{rR}{3\pi} \right)}{\left(\frac{\pi R^4}{4} \right) \cdot \frac{1}{r}} = 1.7$$

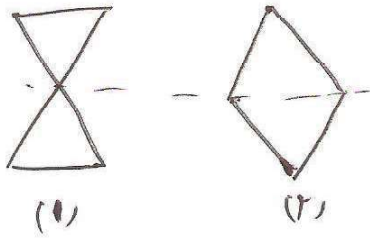
$$S.F. \approx 1.1 \text{ تا } 1.2 \quad \text{مقطع I شکل}$$

از ضریب شکل بدست آمده چه نتایج می‌توان گرفت؟

ص ۵

نتیجه مهم:

هر چه در تجمع مصالح حول محور خنثی بیشتر باشد، ضریب شکل، بزرگ تر خواهد بود.



ضریب شکل مقطع ۱ > ضریب شکل مقطع ۲

خوب، ضریب شکل بزرگ تر باشد (مقاومت) یا کمتر باشد؟

(۷۶ سوال)

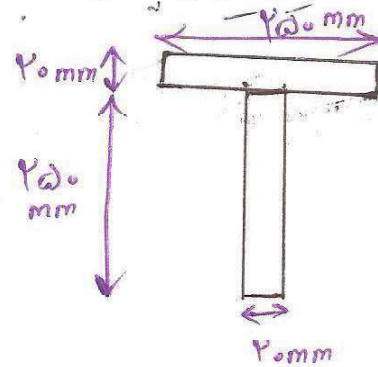
۹۱- تعریف ضریب شکل (shape factor) در تیرهای خمشی چیست؟

- (۱) نسبت میان اینرسی به میان اولیه سطح
- (۲) نسبت مدانی که در مقطع ایجاد حالت پلاستیک کامل می کند به میان ماکزیم الاستیک
- (۳) نسبت سطح مقطع به محیط تیر
- (۴) نسبت ارتفاع به عرض مقطع

ص ۶

(استان محاسب - پایه ۳ - اسفند ۹۱)

گیربلاستیک مقطع فلان دارد شده در شکل نسبت به محور قوی مقطع به کدام میزان مقاومت زیر تر است؟



$$F_y = 350 \text{ MPa} \quad (\text{بر حسب } \text{KN.m})$$

۱۰۴۰۱۴

۱۴۲۰۱۳

۲۴۰۱۲

۳۵۰۱۱

حل:

$$M_p = F_y \cdot Z_x$$

از این مقطع پلاستیک چقدر است؟

$$Z_x = \frac{A}{2} \times y$$

$$A = (250 \times 20 + 250 \times 250) = 100000 \text{ mm}^2$$

یعنی جایی که بالا و پایین از قطر مساحت برابر باشند و y فاصله مرکز ثقل تا مرکز ثقل کشش است.

$$y = 125 + 10 = 135 \text{ mm}$$

$$\rightarrow Z_x = \frac{100000}{2} \times 135 \times 350 = 2362500000 \text{ N.mm} = 2362.5 \text{ KN.m}$$

پس ۲ صحیح است.

نتیجه گیری: ما تا قبل داریم که یک عضو تا سرحد اما بخاطر ضعف بزرگ فاصله در فاصله نسبت هائی که تحت فشار قرار می گیرند می توانستیم جانر گفته پس باید مقاومت مقطع در برابر جانرهای مختلف محاسبه گردد.

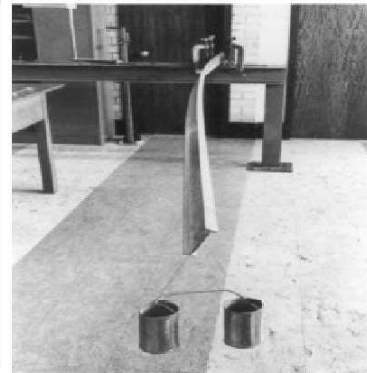
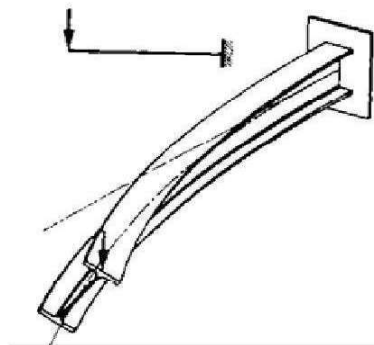
LTB

جانر ها را محاسبه می کنیم به روشی هستند: ۱- جانر بیضی - جانر

۲- جانر های موضعی

ص ۷

مفضل اعضاء خمش - منابع : کتابهای سری عمران + دکتر ازهری + دکتر حسین زاده اصل
در شکل زیر بارهای مختلف در تیرها را ملاحظه می کنید.



عکسها از جنزوه دکتر حسین زاده اصل

۸۵۵

مقاطع مختلف، با توجه به انحراف و ضخامت جان و بال، نسبت به یکدیگر خاصیت متفاوت دارند.
 با توجه به این نکته، آیین نامه آمریکا و ایران مقاطع را به سه دسته فشرده، غیر فشرده و لاغز تقسیم کرده اند:

۱- مقاطع فشرده: اگر در مقطع نظریتم و نظریات شیب دارای مقادیری

باشد و در یک محور قرار گیرند. در مقطع فشرده، نظری که باعث کاهش موافق و عین می شود مقدار را برابر با M_p دارند (مطابق عیار ۴)؛ در این مقاطع توی پیچیده و خیلی جای تمرین دارند چرا؟

۲- مقاطع غیر فشرده: در این مقاطع مطابق عیار مقابل،

M_{cr} مقادیر مابین M_y و M_p دارند.
 $M_y < M_{cr} < M_p$

۳- مقاطع لاغز:

در این مقاطع، مطابق شکل روبرو، $M_{cr} < M_y$ کوچکتر است.

M_{cr} M_y M_p

نحوه تشخیص مقاطع فشرده، غیر فشرده و لاغز

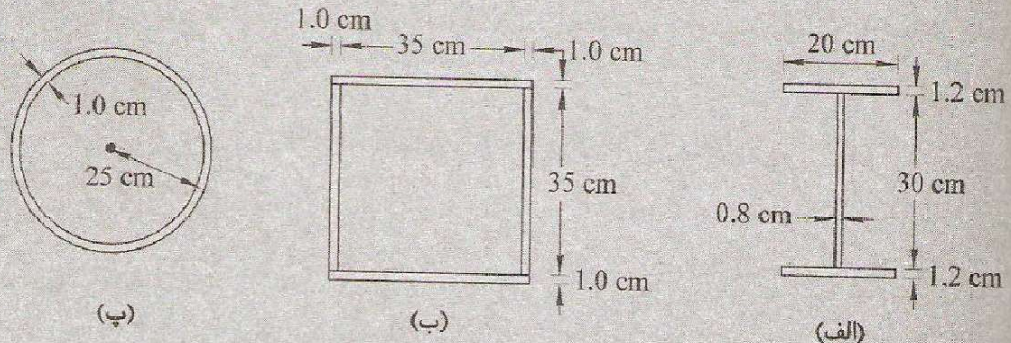
مطابق ضوابط درج شده، سیم ۲۵ و با استفاده از جدول ۱۰-۲-۲-۳ و
 ۱۰-۲-۲-۴، مقاطع را مشخص می کنیم.

۹۵

مثال ۱-۴:

مشخص کنید مقاطع شکل ۱-۴ تحت اثر خمشی از نظر پدیده کمانش موضعی جزء کدام دسته از مقاطع فشرده، غیرفشرده و یا مقاطع با اجزای لاغر قرار می گیرند.

$$F_y = 240.0 \text{ kg/cm}^2, E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$



شکل ۱-۴ - مقاطع مثال ۱-۴

حل :

ابتدا مقطع الف :

در خصوص بالها بند ۱۱ - جدول ۱۰ - ۲-۲-۳

$$\frac{b}{t} = \frac{b_f}{t_f} = \frac{10}{1/2} = 20 < 0.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.12 \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{240}} = 10.97$$

این مقطع فشرده است. (بالا) $\rightarrow \frac{b}{t} < \lambda_p$

در خصوص جان ؛ بند ۱۵ - جدول ۱۰ - ۲-۲-۴

$$\frac{h}{t_w} = \frac{30}{0.8} = 37.5 < 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.76 \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{240}} = 108.5$$

بدان مقطع هم فشرده است ، به شرطی که اتصالی سر به سر با جان به جان ،
مقطع فشرده است .

مفضل اعضاء

فهمي

نکته: علیضاً فرار

ص ۱۰

مقطع شکل ب :

نید ۱۷ - جدول ۱۰ - ۲-۲-۴

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{35}{1} = 35 \quad \text{یا} \quad \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2 \times 10^7}{2400}} = 32,32$$

← بال، فشرده نیست . حالا باید رسم غیر فشرده هست یا لاغر

$$\frac{b_f}{t_f} = 35 \quad \ll \quad \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2 \times 10^7}{2400}} = 32,32$$

← بال، غیر فشرده هست .

نید ۱۹ - جدول ۱۰ - ۲-۲-۴

$$\frac{h}{t} = \frac{35}{1} = 35 \quad \ll \quad \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2 \times 10^7}{2400}} = 92,87$$

← جان، فشرده هست .

مقطع شکل (پ) :

$$\frac{D}{t} = \frac{50}{1} = 50 \quad \ll \quad 0,07 \frac{E}{F_y} = 58,33 \quad (۴-۲-۲-۱۰)$$

په مقطع، غیر فشرده هست .

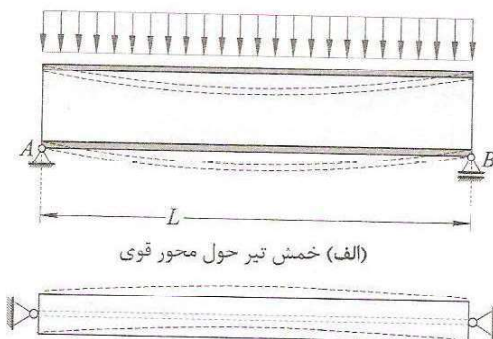
* نید ۲۰ - رسم ب دم ، استباه چاپ شده است
 چاپ چاپ شده اند .
 $0,07 \frac{E}{F_y}$ و $0,31 \frac{E}{F_y}$

ص ۱۱

فصل اعفاء خمشی

اثر پیچشی-جانبی

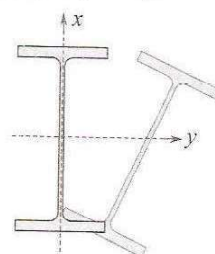
Lateral-Torsional
buckling



(الف) خمشی تیر حول محور قوی



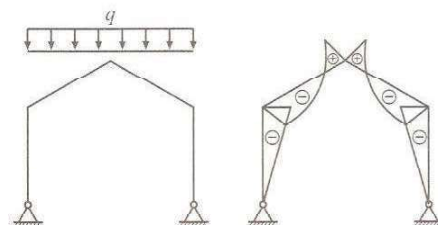
(ب) خمشی جانبی بال فشاری



(پ) پیچش و خمشی جانبی تیر

شکل ۴-۱۰- کمانش پیچشی- جانبی تیری با مقطع I- شکل

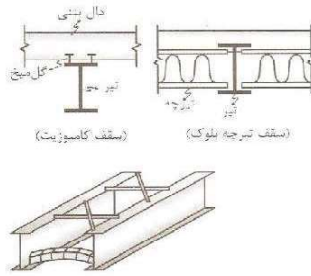
اینجا تیر را به تیر در
چون تیر را به تیر در
تیر را به تیر در
تیر را به تیر در



تیر را به تیر در
تیر را به تیر در
تیر را به تیر در
تیر را به تیر در

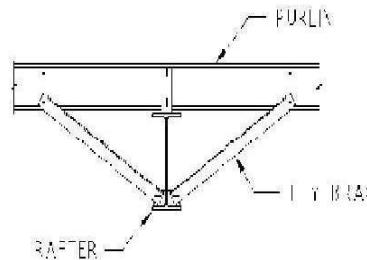
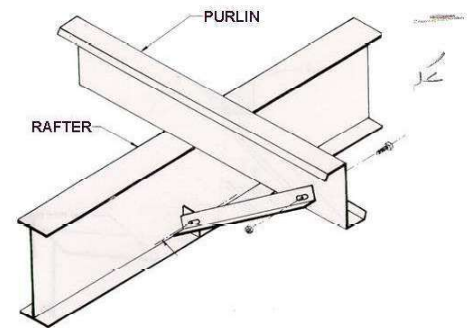
فصل اعضا، خش - منابع: کتاب گسری عمران + دکترازه + دکترازه اصلی گردد اول: ع-نور سارین ۱۲

تیرین: وضعیت مهار جانبی شدن تیرچه‌های فولادی واقع در سقف‌های کامپوزیت، تیرچه بلوک و طاق ضربی را بررسی کنید.



- مهار جانبی تیرهای کامپوزیت، کامل و سراسری است. مهار جانبی تیرهای اصلی در سقف‌های تیرچه بلوک هم می‌توان تقریباً سراسری فرض کرد. چرا؟

مهار جانبی تیرهای مدفون در سقف طاق ضربی، مهار جانبی نمی‌باشد. چرا؟



ص ۱۳

یک عضو خمشی در برابر کمانش LT چقدر مقاومت دارد؟

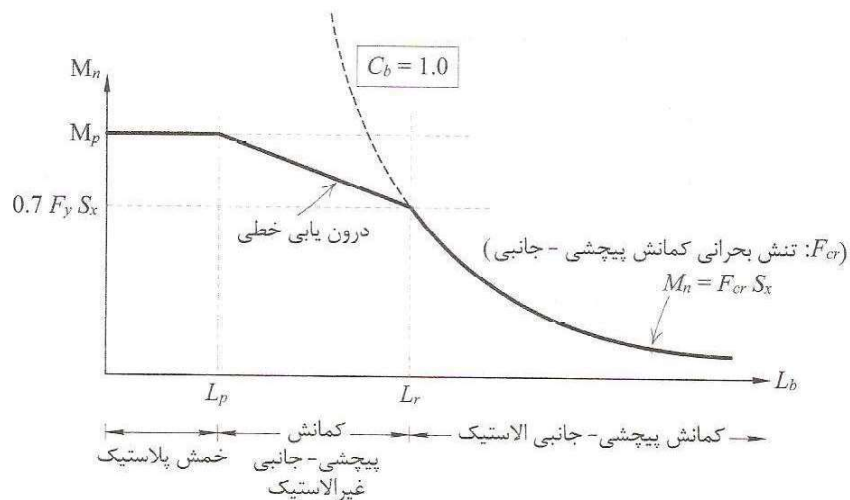
با توجه به مثالهای قبل، مشخص شد که کمانش پیش-جانبی، فاصله تکیهگاههای جانبی را در دایمتری در برابر حرکت جانبی محدود خوب، محدود شده باشد. طراحی از LT تحت اثر هم راست و متقاطع قرار از تاور گذر پلاستیک بارگذاری شود.

پس براساس فاصله تکیهگاههای جانبی L_b و مطابق ص ۷۴ جدول داریم:

- اگر $L_b \leq L_p$ لزوم در نظر گرفتن کمانش پیش-جانبی نیست
 L_p = فاصله ای که اگر تیر در این فاصله توسط تکیهگاههای جانبی حفظ نشده باشد، کمانش LT

$$L_p = 1.77 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{صورت دیگر}$$

(میزان حالت حودایی و حالت حودی کمانش پیش-جانبی)، این یعنی چی؟



شکل ۴-۱۷ - تغییرات مقاومت خمشی اسمی مقطع بر اساس تغییرات طول مهار نشده L_b برای $C_b = 1$

- برای $L_p \leq L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (۴-۵-۲-۱۰)$$

- برای $L_b > L_r$:

$$M_n = F_{cr} \cdot S_x \leq M_p \quad (۵-۵-۲-۱۰)$$

مفصل اعضاء خمشی - مراجع: کتاب سری عمران + دکتر ازهری

نویسنده: علیرضا فarsad ص ۱۴

روابط L_r و F_{cr} در صفحه ۶۵ موجود بوده

اما در این روابط ضریب به نام C_b وجود دارد.

ضریب C_b چیست و چرا بکار می‌رود؟ در مملای سجدده ای که توسط معادلات دیوانسل

و حل آنها بدست آمده، نیرو و عضو خمشی اولیه که برای اثبات فرض شده است، دارای تغییرات بوده و متغیر آن ثابت بوده است اما در محل محلول است و برای تیرهای پرچور داریم که دارای تغییرات و تغییرات

نیازند. از این رو، می‌توانیم ضریب به نام C_b یا ضریب توزیع نیرو را به فرمول اضافه کرده تا این تفاوت هم کاملاً در نظر گرفته شود.

$$C_b = \frac{12/5 M_{max}}{2/5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad (1-5-2-10)$$

M_{max} : قدر مطلق گشتی حداکثر در جد حاصل توسط عبارته

M_A : قدر مطلق گشتی در نقطه $\frac{1}{4}$ طول پاره شده

M_B : قدر مطلق گشتی در نقطه $\frac{1}{2}$ طول پاره شده

M_C : قدر مطلق گشتی در نقطه $\frac{3}{4}$ طول پاره شده

تفسیر ۱: برای تیرهای طره‌ای که انتهای آزاد آنها پاره شده است، C_b مساوی یک است.

تفسیر ۲: برای اعضاء مقطع دارا یک محور تقارن و با اتخای مضاعف ضریب اصلاح گشتی جانی

(C_b) باید به شرح زیر با ضریب R_m تعدیل شود.

$$R_m = 0.5 + \sqrt{\frac{I_{y+top}}{I_y}} \quad (2-5-2-10)$$

I_y : میان اینرسی حول محور اصلی

I_{y+top} : میان اینرسی بال فوقانی سطح حول محور اصلی y

سوال: اتخای مضاعف چیست؟ و چرا در این حالت C_b را زیادتر فرض می‌کنیم؟

۱۵ ص

تمرین ۶ - سازه‌های فولادی - صفحه ۸۹

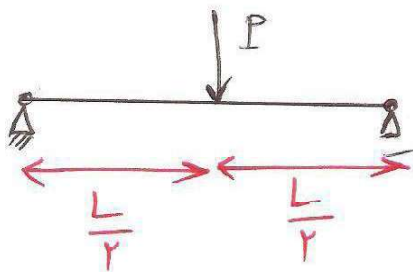
(بیمه ۱ - ۸۲)

$$\frac{1200}{\lambda} = \frac{\lambda}{K}$$

حل: پدیده کمانش بیضی جانبی به ندری که وارد شود و فاصله بین گاهای جانبی (فاصله موزن شده) بستگی دارد. چون کمانش در هر ۴ متر برابر است، فاصله بین گاهای جانبی میدان رینگ و خط (مختص) است. به همین در هر چهارم فاصله آزاد بین گاهای جانبی برابر است. احتمال پدیده کمانش بیضی جانبی بیشتر خواهد بود.

(بیمه ۳ - ۸۶)

برای تیر دو سر ساده شکل زیر، چنانچه بین گاهای جانبی در نقاط گاهی وجود داشته باشند محاسبه کنید اختیاری نمودار کمانش (C_b) کدام یک از مقادیر زیر است؟



$$C_b = 1.32 (12)$$

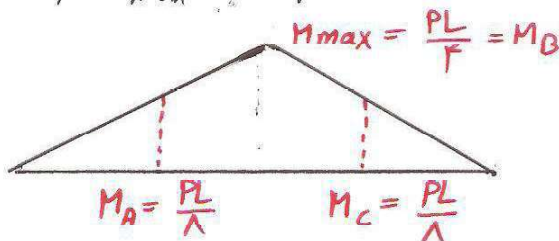
$$C_b = 1 (1)$$

$$C_b = 0.18 (4)$$

$$C_b = 2.3 (13)$$

حل: طبق فرمول داریم

$$C_b = \frac{12/5 M_{max}}{2/5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} = \frac{12/5 \times \frac{PL}{4}}{2/5 \times \frac{PL}{4} + 3 \times \frac{PL}{8} + 4 \times \frac{PL}{4} + 3 \times \frac{PL}{8}} =$$



نمودار کمانش

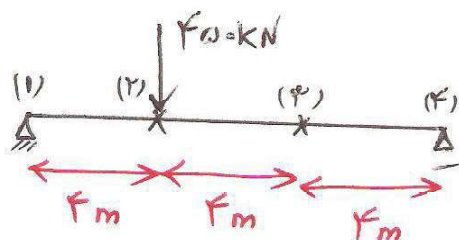
$$\frac{1.32}{1}$$

مضامین محترم - منابع: کتاب های سری عمران دکتر ازهری

نویسنده: علیرضا فساد ص ۱۶

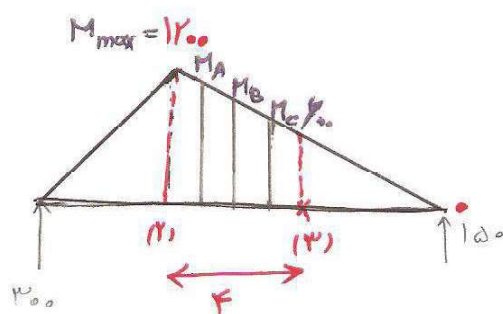
(پایه ۳-۹۰)

چنانچه در شکل زیر روابط (۱)، (۲)، (۳) و (۴) از حرکت جانبی بال فکری جابجایی شده باشد، C_b درست (۳-۲) تیر طراحی بر دوش محوری محدود را بچهار است؟



۱/۲۵ (۱) ۱۲ ۲/۴ (۳) ۱ ۲/۴

حل: باید مطابق فرمول، ابتدا نمودار گشتاور را رسم کرد



$$M_A = 1050 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B = 900 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

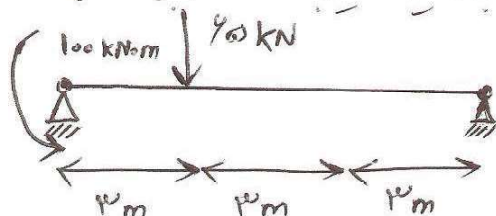
$$M_C = 750 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

حیطوری نظر
 M_C و M_B و M_A
بدست آمد

$$\rightarrow C_b = \frac{12/5 \times 1200}{2/5 \times 1200 + 3 \times 1050 + 4 \times 900 + 3 \times 750} = 1/25$$

بنابراین گ ۱- صحیح است

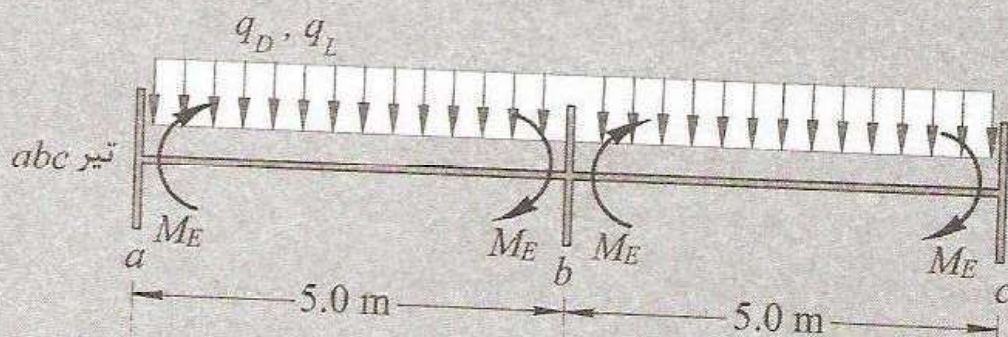
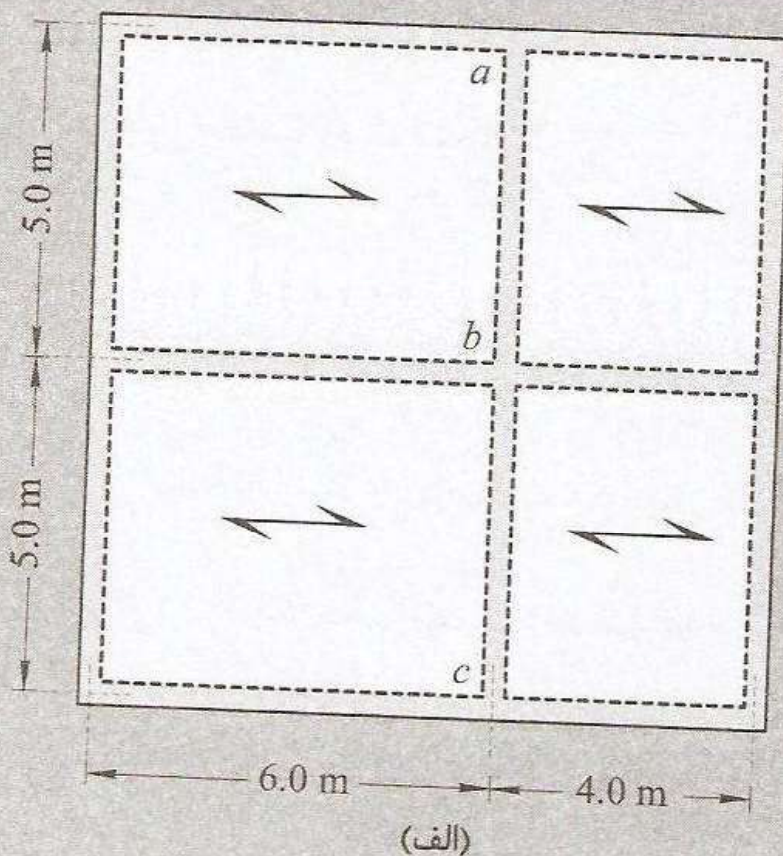
(پایه ۳-۹۱) در تیر زیر، ضرب گشتاور محور را بر C_b را محاسبه کنید. (تیر بدون گشتاور جانبی است)



۱/۲۵ (۱) ۲/۷ (۲) ۳/۴ (۳) ۴/۱ (۴)

حل:

تیر دارای تکیه گاه جانبی ممتد بوده و $E_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و $E = 2/1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$



ص ۱۸

مصل اعصاب هفت

حل :

به فرض کرده که تیر دارای تکیه گاه جانبی مستقیم هست ؟

خوب ، برای طراحی گام اول چه بود ؟

$$M_u \leq \phi M_n$$

بزرگترین
مورد

مقاومت خمشی تیر ما چقدر هست ؟

IPE چون پروفیل هست ← دارای شرایط فشردگی است

$$L_b = 0$$

← انت
۳-۵-۲-۱۰

چون در ستار میگردانی تکیه گاه جانبی هستیم ←

یعنی در چنین حالتی تاثیر پیچش جانبی یعنی کنده نیست و می توان تا ظرفیت پلاستیک خم
پیش رفت.

$$\phi M_n = \phi \cdot F_y \cdot Z_x = 0.9 \times 2400 \times Z$$

اما M_u را چگونه محاسبه کنیم ؟

مطابق شکل الف مسئله ، بار مود و وزنده وارده بر تیر بر حسب $\frac{kg}{m^2}$ داده شده

و آن را باید ابتدا بصورت بار خطی بر روی تیر abc نمایش دهیم

هم تیر abc چقدر است ؟ دو متر از دهانه ست راست و سه متر از دهانه سمت چپ هم برابر

$$2 + 3 = 5 m$$

۱۹۰۰

فصل اعضای خمشی

$$q_D = 750 \times 5 = 3750 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$q_L = 250 \times 5 = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

بعد از بارگذاری، شکل مطابق شکل ۴-۲۰-ب خواهد شد:

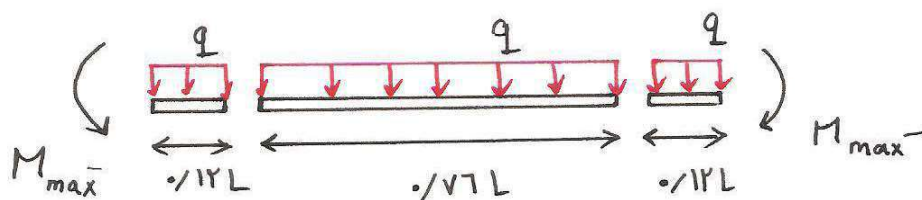
حالا باید تیر را تحلیل کنیم و ببینیم تحت بارگذاری مفروض، چه مقدار نیروی برشی و گشت خمشی در تیر وجود می‌آید:

$$1/2 D + 1/2 L$$

$$1/2 D + L + E$$

تیر کمانه بار مرده فقط:

اما با توجه به اوضاع سؤال شکل تیر بارگذاری شده، مطابق زیر خواهد بود:



$$M_{max}^+ = \frac{q(0.76L)^2}{8} = 0.0722 qL^2$$

$$V_1 = \frac{q(0.76L)}{2} = 0.38 qL$$

$$M_{max}^- = 0.38 qL \times 0.12L + q(0.12L)(0.06L) = 0.0528 qL^2$$

مطابق شکل ۴-۲۰-ب، گشت خمشی بار مرده وزنده در میانه تیر رخ داده و گشت خمشی زنده در تارهای آن، رخ می‌دهد.

$$M_D = 0.0722 \times 3750 \times 5^2 = 5187.5 \text{ t.m}$$

در وسط دهانه تیر:

$$M_L = 0.0722 \times 1250 \times 5^2 = 2156.25 \text{ t.m}$$

$$M_E = 0$$

ص ۲۰

مضلعاً و خمشی

خوب، ترکیب بارها به چه صورت خواهد بود :

برای وسط دهانه سیر :

$$\begin{aligned}
 M_D &= \\
 M_L &= 2/257 \text{ t.m} \\
 M_E &= 0
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} 5/866 + 0.m \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{نشان از ترکیب بار ۱} \\ M_u \\ = 1/2 D + 1/6 L = 1/2 \times 5/866 + 1/6 \times 2/257 = \\ = 10/65 \end{array}$$

$$\text{ترکیب بار ۲} \rightarrow M_u = 1/2 D + L + E =$$

$$1/2 \times 5/866 + 2/257 + 0 \rightarrow$$

اصلاً نیازی به حساب نیست، چرا؟

در نوار دهانه سیر :

$$M_D = 0.0528 \times 2/25 \times 5^2 = 4/29 \text{ t.m}$$

$$M_L = 0.0528 \times 1/25 \times 5^2 = 1/65 \text{ t.m}$$

$$M_E = 3/8 \text{ t.m}$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{ترکیب بار ۱} : M_u = 1/2 \times 4/29 + 1/6 \times 1/65 = 7/79 \text{ t.m} \\ \text{ترکیب بار ۲} : M_u = 1/2 \times 4/29 + 1/65 + 3/8 = 10/60 \text{ t.m} \end{array} \right.$$

کدام نیروی طراحی تر هست ؟ گنر وسط دهانه مقدار آن ۱۰/۶۵ می باشد .

برگردیم به رابطه اول :

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$10/65 \times 10^5 \text{ kg.cm} \leq 0.9 \times 2400 \times Z \rightarrow Z \geq 493/1 \text{ cm}^3$$

IPE ?

به اشکال مراجعه کنیم ، کدام پروفیل انتخاب می شود ؟

آیا به کنترل دیگری نیاز داریم ؟

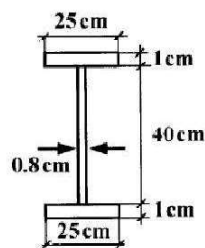
حالت حدی	لاغری جان	لاغری بال	مقطع	بند مربوطه
Y, LTB	C	C		۲-۵-۲-۱۰
LTB, FLB	C	NC		۳-۵-۲-۱۰
Y, LTB, FLB, TFY	C, NC	C, NC		۴-۵-۲-۱۰
Y, LTB, FLB, TFY	S	C, NC		۵-۵-۲-۱۰
Y, FLB	N/A	C, NC		۶-۵-۲-۱۰
Y, FLB, WLB	C, NC	C, NC		۷-۵-۲-۱۰
Y, LB	N/A	N/A		۸-۵-۲-۱۰
Y, LTB, FLB	N/A	C, NC		۹-۵-۲-۱۰
Y, LTB, LLB	N/A	N/A		۱۰-۵-۲-۱۰
Y, LTB	N/A	N/A		۱۱-۵-۲-۱۰
کلیه حالات های حدی	N/A	N/A	مقاطع نامستقران به غیر از نبش تک	۱۲-۵-۲-۱۰
Y = تسلیم				

۲۲ ص

پایه ۳ - شهرور ۹۱ -

مقاومت خمشی اسمی M_n تیر ورق روبه‌رو، حول محور x براساس حالت حدی تسلیم کدام است؟ (لزمی به در نظر گرفتن

کمانش بیجشی - جانبی نمی‌باشد.) $F_y = 240 \text{ MPa}$



۲۲۲/۸ (۱)

۳۷۱/۲ (۲)

۳۰۸/۲ (۳)

۲۸۸/۷ (۴)

حل: با توجه به جدول ۱۰-۲-۵ - مقطع I شکلی داریم که حول محور x تحت خمش است
محصلاً، لاغری بال و جان در ساخت و انتخاب - حالت حدی تسلیم بسیار ضعیف خواهد بود

پس باید ابتدا، عضو الزامی لحاظ برگیریم

$$\frac{b}{t} = \frac{10}{1} = 10 < 0.138 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 29 \rightarrow \text{جان، نشوده است}$$

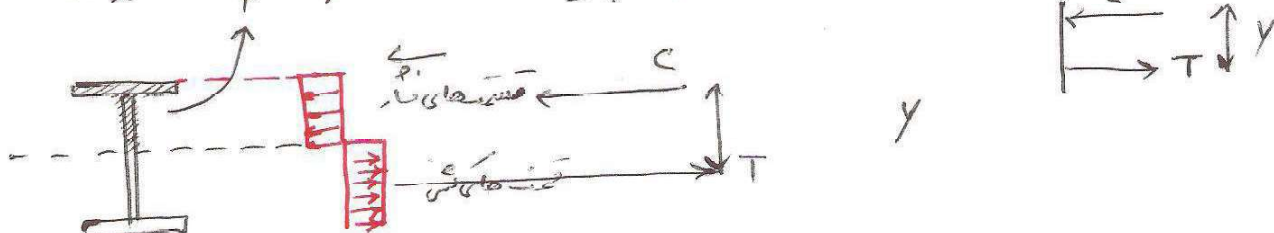
$$\frac{h}{t_w} = \frac{40}{0.8} = 50 < 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{3400}} = 108 \rightarrow \text{جان، نشوده است}$$

خوب بر این عضو باید براساس LTB و حالت حدی تسلیم بررسی شود. خوردگی الگفته که
نیازی به بررسی LTB نیست. بر رابطه زیر جواب خواهد بود:

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

$$Z_x = \frac{A}{y} \cdot y$$

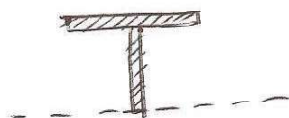
y : بازوی نیروی F_y در بالا و y در پایین



$$\frac{A}{y} = 1 \times 25 + 20 \times 0.8$$

برای بدست آوردن y اگر مرکز سطح تحت بار y یا گسی زار داشته باشیم، آن فاصله را تا
مرکز سطح کل جسم حساب کرده و در ۲ ضرب کنیم تا y (فاصله بازو ها بدست آید)

ص ۲۳



$$\bar{y} = \frac{20 \times 1 \times 20/2 + 20 \times 0.1 \times 10}{20 \times 1 + 20 \times 0.1} = 17.4$$

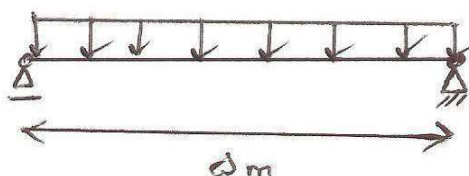
$$y = 2\bar{y} = 2 \times 17.4 = 34.8 \text{ cm}$$

$$\rightarrow M_p = (20 \times 1 + 20 \times 0.1) (2400) \times 34.8 = 3227020 \text{ kg} \cdot \text{cm} = 322.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(پایه ۳ - اسفند ۹۱) (نظرات سید عمران)

در طراحی پیر و سر مفصل به طول ۵ متر و تحت اثر بار یکنواخت $32 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ ، چنانچه ضخامت ورق‌های موجود برابر ۱۰ میلی‌متر و ارتفاع کلی تیر صاف آن ۳۲۰ میلی‌متر باشد، بر اساس کنترل معیار تسلیم تحت محض $F_y = 240$ مگاپاسکال، حداکثر پهنای بال مورد نیاز برای شکل مقطع I منطبق به کدام یک از مقادیر زیر بر حسب میلی‌متر نزدیک‌تر است؟

۱۲۰ (۴) ۸۰ (۳) ۱۰۰ (۲) ۱۵۰ (۱)



$$q_u = 32 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

حل: جواب، گزینه ۳