

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

طراحی سازه‌های فولادی ۲
(LRFD)

استاد:

دکتر نادر فنائی

تهیه کنندگان:

حمید امیرخانی

فاطمه غلامی فرانی

۱۴۰۲

فصل اول: جوش و اتصالات جوشی

دستی: ابزار و مواد توسط جوشکار هدایت می شود.

عملیات جوشکاری
نیمه اتوماتیک: ابزار و وسایل جوشکاری به وسیله دست و مواد جوش به وسیله دستگاه هدایت می شود.

تمام اتوماتیک: هم ابزار هم مواد جوش به وسیله دستگاه خودکار هدایت می شود. (مانند گنداری مواد قش، گشتن) ... دارای بهترین کیفیت

حرارت مورد نیاز برای عملیات جوشکاری می تواند توسط گاز یا قوس الکتریکی تامین شود.

"روش های جوشکاری"

۱- جوش گازی (Gas welding)

از اکسین (O_2) و استیلین (C_2H_2) با نسبت حجمی مساوی استفاده می شود.
به جوش گازی جوش طبرید می گویند.

۲- جوشکاری توسط قوس الکتریکی (Arc welding)

برای قطعات ضخیم درش جوش طبرید مورد استفاده قرار نمی گیرد. جوشکاری توسط قوس الکتریکی، به لحاظ روش برق مستقیم قابل انجام بوده است ولی در حال حاضر از هر دو برق مستقیم و متناوب می توان استفاده کرد.

جوشکاری تحت ولتاژ کمتر از ولتاژ برقی شهر (۲۲۰ ولت) در محدوده ۵۰ تا ۱۰۰ ولت و شدت جریان بیشتر از برقی شهر و در محدوده ۴۵۰ تا ۶۰۰ آمپر صورت می‌گیرد.

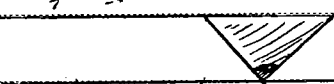
در آمپراژ کم قطعه ذوب نمی‌شود و در آمپراژ بالا جوش می‌سوزد.

شدت جریان مورد نیاز به ضخامت قطعه و قطر الکترود بستگی دارد و با افزایش ضخامت قطعه و یا قطر الکترود افزایش می‌یابد.

نیاز این اگر نخواهیم از الکترود با قطر بزرگتری استفاده کنیم به آمپراژ بیشتری نیاز داریم.

قطر الکترودهای موجود در بازار بین ۲.۵ تا ۸ میلی‌متر است.

با الکترود با قطر بیشتر جوش می‌شود.



با الکترود با قطر کمتر

جوش می‌شود.

انجمن جوشکاری آمریکا : AWS : American Welding Society

الکترودها بر حسب نوع پوشش، ترکیبات شیمیایی و مقاومت آن‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

پوشش الکترود در حین جوشکاری به گاز محافظ و برآه (گل جوشکاری) تبدیل می‌شود که وظیفه گاز محافظ حفاظت

از خودش بوده (در برابر اکسیداسیون فلز) و مقعره الکترود نیز به عنوان ماده پرکننده عمل می‌کند.

برای انجام جوشکاری مجدد با ستن با استفاده از سمباده و یا تپک سطح جوشکاری مربوط به پاس قبلی را برداشته تا سطح جوشکاری با جوش بعدی مخلوط نشود.

سمباده به دلیل اختلاف چگالی با مقعره ذوب شده به سطح جوش می آید و با تپک قابل برداشتن است.

فرایند لحامی متداول جوشکاری قوس الکتریکی

SHAW:

Shielded Metal Arc welding

۱- جوش قوس الکتریکی با الکترود پوشش دار

این روش متداول ترین و کارآمدترین روش جوشکاری در سازه های مختلف است که به نام جوشکاری با الکترود دستی نیز خوانده می شود.

SAW: Submerged Arc welding

۲- جوش الکتریکی زیر پودری

در این روش از الکترود بدون پوشش و هم جنس پودر به عنوان ماده محافظ استفاده می شود. این روش ماشینی بوده و انسان در آن نقش ندارد. جوشکاری باید با یک سرعت تنظیم شده و با کیفیت بالا انجام می شود.

پودر ریخته شده عملانش در کس الکترود را باری می کند و به سمباده تبدیل می شود.

این روش جوشکاری برای جوش های طولی و دایره ای ضخیم مناسب است.

GMAW : Gas Metal Arc welding

۳- جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ

در این روش جوشکاری نیز از الکترود پودری پوشش دیک گاز به عنوان ماده محافظ در برابر دردها به جوئی جوش استفاده می شود. (این گاز معمولاً CO_2 است.)

در این روش جوشکاری در انماط جوش نداریم فقط در این روش، این اتصال را شاهد هستیم.

تفاوت این روش با جوشکاری آن است که در جوشکاری وظیفه گاز تولید حرارت است اما در این روش گاز صبر است. (سپرگازی)

این نوع جوشکاری در محوطه کارگاه به دلیل وجود جریان باد قابل استفاده نیست.

به جز جوش که در ساختمان توسط طاق انجام می شود، ماتی جوش که کیفیت تضمین شده دارند، با توجه به این مسئله توصیه می شود که جوشکاری اصلی در کارخانه انجام شود و بقیه اتصالات نیز تا حد امکان توسط جوش انجام گیرد تا از حجم جوشکاری در کارگاه کاسته شود.

۴- جوش قوس الکتریکی با الکترود توپوری

در این روش جوشکاری به جای الکترود پودری در از الکترود متحد قطری لوله ای شکل که مواد حفاظتی را در داخل خود جای می دهد، استفاده می شود.

مواد حفاظتی همان نقش پوشش قوس الکتریکی با الکترود پودری دارد و یا پودر در روش جوش زیر پودری را ایفا می کند.

شماره ۲۲۸ - جوش

شماره ۲۲۸، به منظور جلوگیری از ایجاد ترک، پیش گرمایش محل جوش را پیشنهاد کرده است که هر چه تمکات ورق بیشتر شود، میزان رمای پیش گرمایش بیشتر است.

جوشکاری در هوای سرد - تنش های پسماند بالا - ترک خوردن جوش

پس گرمایش باعث آزاد کردن تنش های پسماند جوشکاری می شود. بهتر است جوش لم لم سرد شود تا تنش پسماند کمتر شده و جوش ترک نخورد.

بر اساس ضوابط شماره ۲۲۸، هنگامی که سطح کار جوشکاری در معرض بارش برف و یا در معرض باد با سرعت زیاد باشد، جوشکاری مجاز نیست.

وقتی برف می آید، بخار آب در هوا موجود است و مولکول اکسیژن بخار آب را یونیزه می کند و نتیجه هیدروژن دارد جوش می شود و باعث جوش را خراب می کند. هیدروژن برای جوش مثل سم می ماند و به همین خاطر معمولاً در جوشکاری از الکترود های کم هیدروژن استفاده می شود.

اگرچه حرارت محیط کمتر از ۱۸- درجه سانتی گراد باشد، مجاز به جوشکاری نیست مگر اینکه با گرم کردن محیط به رمای ۵۰ درجه سانتی گراد برسیم.

در ورق های ضخیم به علت سرد شدن سریع مناسب است پس سرد پاش جوش از پیش گرمایش استفاده شود.

Electrod →

نامگذاری الکترود

E60

مربوط به جنس روش الکترود (X) (X)

مربوط به قطبیت →

عدد درجی بعد از حرف E نشان دهنده مقاومت
نسبت فلز الکترود به حساب KSI است.

Subject :

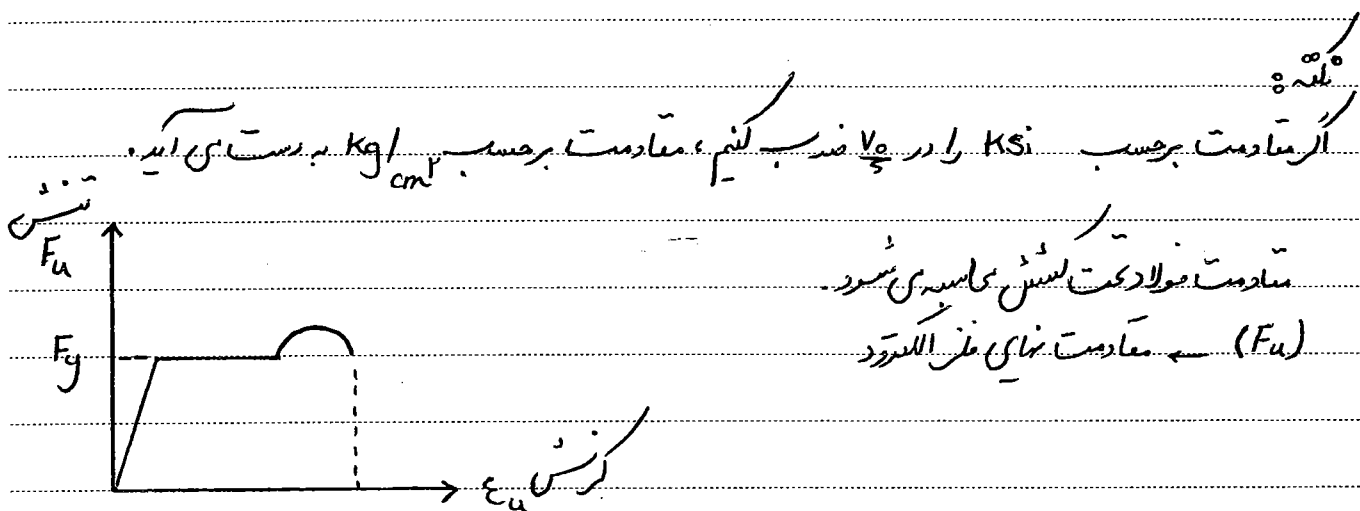
Year . Month . Date . ()

$$1 \text{ Psi} = 1 \text{ lb/in}^2$$

$$1 \text{ Ksi} = 1000 \text{ Psi}$$

$$1 \text{ Ksi} = 1000 \text{ Psi} = 1000 \text{ lb/in}^2 = 1000 \times \frac{0.4536 \text{ Kg}}{(2.54 \text{ cm})^2} = 70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ Psi} = 0.07 \text{ Kg/cm}^2$$



ترکیبات الاستود معینی در جوشکاری باید دارای خواص زیر می باشد (Base Metal) باشد. هنگامی که خواص فلز می با جوش ها همگنی داشته باشد، فلز با جوش اصطلاحاً سازگار نامیده می شود.

$$E60 : F_u = 60 \times 70 = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E70 : F_u = 70 \times 70 = 4900 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E80 : F_u = 80 \times 70 = 5600 \text{ Kg/cm}^2$$

نکته: به عنوان یک قاعده کلی همیشه با تست جوش از دو قطعه ای که به هم جوش داده می شود سعی می شود جوشی قوی تر باشد تا جوش نقطه ضعف اتصال نباشد. برای رعایت شدن این قاعده با تست Fu الاستود از Fu فلز می با بزرگتر باشد.

$$St37 \rightarrow \text{بر حسب Kg/cm}^2$$

$$F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2, F_u = 3700 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{الاستود مناسب} = E60 \rightarrow F_u = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

نکته: برای فولاد ساختمانی مناسب است که از الیترود E60 و برای فولاد صنعتی از E70 استفاده شود. با مقاومت فلز الیترود کمتر از مقاومت فولاد که جوشکاری روی آن صورت می گیرد، نشود.

جوش که با الیترود کم هیدروژن انجام می شود، جوش بسیار خوبی است و در مواردی که حساسیت جوش بالا باشد، از الیترود کم هیدروژن استفاده می شود.

مغایب و نواقص مهم جوش

① تخلخل: دلائل تخلخل عبارتند از:

- مصرف الیترود بدون پوشش
- سرعت زیاد در سرد شدن جوش و حبس شدن مایه دانه داخل جوش
- تحذیر کردن کل جوشکاری قبل از انجام پالس مجدد جوش

مرباره به علت اختلال چگالی با مقوله زوب شده روی جوش می آید. اگر جوش سریع سرد شود، سرباره زمان بالا آمدن را ندارد.

② نفوذ ناقص جوش: معمولاً سرعت جوشکاری بالایی تواند موجب نفوذ ناقص در جوش شود.

③ سرفتن جوش: معمولاً شدت جریان زیاد، موجب سرفتن جوش می شود.

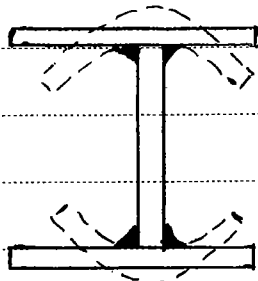
④ ترشح و جرقه: بزرگ بودن طول قوس و استفاده از شدت جریان بالا موجب ترشح یا جرقه می شود.

⑤ ترک در جوش: مهم ترین و مخرب ترین عیب جوش، ترک برآش جوش است که می تواند موجب ترد شدن شود. مصرف الیترود های قلیایی (فند هیدروژن) و پیش گرم کردن الیترود، می تواند مانع ایجاد ترک شود.

⑥ سرفتن جوش: شدت جریان زیاد و سرعت کم جوشکاری موجب سرفتن جوش می شود. (سرد شدن جوش)

⑦ تاب خوردگی در اثر جوشکاری: اگر ماتریب جوشکاری را رعایت نکنیم، قطعاتی که به هم جوش می‌دهیم، تاب بر می‌دارند.

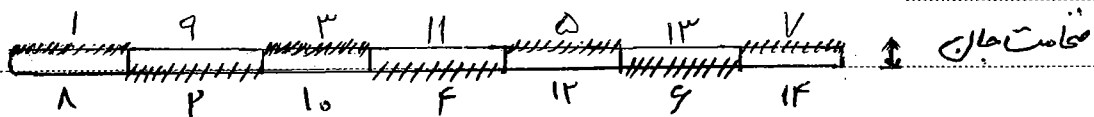
استاده از جوشکاری منتفع و پراکنده و سپس بر کردن فواصل بایک ترتیب خاص به طور مایل ملاحظه‌ای از تاب خوردگی مقاطع فولادی در عین عملیات جوشکاری جلوگیری می‌کند.



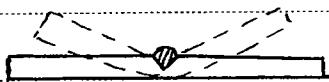
* به هنگام جوش دادن تیر و ورق‌ها، با سرد شدن جوش‌ها، بال‌ها خم می‌شوند. (تاب خوردگی) برای جلوگیری از تاب خوردگی باید از گریز بیش تیر و ورق پس از جوش استفاده کرد.

* اگر در جوشکاری داشتیم، برای جلوگیری از تاب خوردگی باید هر کدام از یک طرف شروع به جوشکاری کنند و در وسط به هم برسند، تابش‌ها یکی می‌ماند حاصل شود.

روش برای کاهش تاب خوردگی:



نکته: استفاده از جوشکاری را طریقه مناسب نیست، چون موجب تغییر شکل قطعه به علت انقباض جوش می‌گردد.



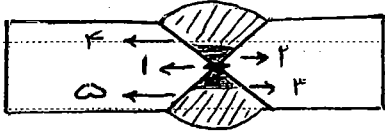
* برای جلوگیری از این تغییر شکل می‌توان قبل از جوش در قطعه را با نوار به مناسب قرار داد که پس از جوش در استقامتی مناسب قرار گیرند.



جوش با این تیرهای استقامت را متقابل می‌کنند

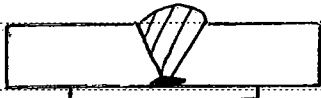
راه حل دیگر آن است که اول قسمت بالایی اتصال جوش داده شود و چون مقاطع متقابل به انحراف به سمت بالا دارند، جوش آخر در قسمت پایین داده می‌شود.


برای برطرف نمودن مشکل جوش بسیاری از طرفه ، از جوش بسیاری در طرفه استفاده می شود.



بعد از جوش پرا ، قطعات عامل دارند و شکل شوند .
قطعات را برگردانده و جوش پرا را می دهند تا از
انحراف قطعات جلوگیری کنند .

* در حالت جوش بسیاری از طرفه ، اگر در جوشکاری پشت بند نه است باشیم ، ممکن است محل اتصال زور ب
شود و البته در نتواند در جوش ترا گردد .



اگر جوشکار ضعیف باشد ، ممکن است محل اتصال به
شکل  در آید که امکان جوشکاری
وجود ندارد .

* اگر خاموش باشد ، پشت بند باید بر پشتی شود . *

آمادگی زیر جهت به حداقل رساندن تغییر شکل های ناشی از انقباض جوش توصیه می شود :

- ① تنش زدایی توسط عملیات پس گرمایش و چکش خواری
- ② اجتناب از جوش های غیر لازم و استفاده از حداقل جوش های مورد نیاز
- ③ استفاده از جوش منقطع برای اتصال اولیه و تغییر جهت جوشکاری در حین عملیات و استفاده از یک ترکیب مناسب برای جوشکاری
- ④ استفاده از تعداد دفعات عبور کم برای جوشکاری . یعنی اگر می توانیم ۲ یا ۳ میلی متر به جوش را بپیچانیم ولی با یک پاس جوشکاری را انجام دهیم ، حتماً این کار را می کنیم .
- ⑤ استفاده از تنش تاب دهی اعضاء در جهت معکوس تغییر شکل جوش قبل از شروع عملیات جوشکاری
- ⑥ برای سازه های خاص و مهم توصیه می شود محدهای عملیات جوشکاری حتی الامکان در محل کارخانه و با نظارت دقیق انجام بگیرد و برای صحت های که ضرورت ایجاد می کند ، جوشکاری همراه با بازبینی و نظارت در محل کارخانه صورت گیرد .

Subject:

Year: Month: Date: ()

آزمایشات جوش:

① تخریب destructive test

در آزمایش تخریب باید جوش را با گذاشتن نمودن ماصاحده شود ظرفیت باربری جوش را تقاطع می برداریم. بارچه به ایند در این آزمایش، جوش در پایان کار از بین می رود، آزمایش مورد علاقه پیمانکار و کارفرمایست.

② غیر تخریب non-destructive test

در مواردی که جوش از اهمیت بالایی برخوردار است و از آزمایش غیر تخریب استفاده می شود. (مثلاً سونای امی، نمونه کمی ملی) آزمایشات غیر تخریب می تواند با در روش اولتراسونیک (ultrasonic) و پرتو نوری انجام شود.

انواع اتصالات جوش:

④ اتصال گونیای گوشه (کنج)
⑤ اتصال پشیانی

① اتصال لب به لب
② اتصال روی هم
③ اتصال سیری

① اتصال لب به لب

این اتصال عمدتاً زمانی که ورق های تخت با ضخامت یکسان یا تقریباً یکسان داشته باشیم، استفاده می شود. اتصال می تواند به صورت لاله ای، نیم لاله ای، جناغی و نیم جناغی یک طرف یا دو طرف انجام شود.



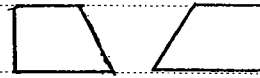
لاله‌ای



نیم لاله‌ای



سیم جناغی یک طرفه



جناغی یک طرفه



نیم جناغی دو طرفه



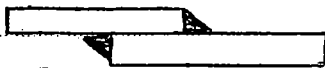
جناغی دو طرفه

نمای ای اتصالات لب به لب :

۱. مقدار خروج از مرکزیت
۲. حداقل شدن ابعاد اتصال
۳. زیبایی اتصال

نکته : در حالتی که بارگذاری به صورت دینامیکی باشد، بهتر است از این نوع اتصال می‌توان در جوشکاری استفاده کرد.

در مورد این جوشکاری این است که قبل از اتصال باید لب‌های اتصالات پنج بخورد و در یک راستا و به روی هم قرار داده شود که در نتیجه دقت و هزینه بالاتری نسبت به سایر انواع اتصال دارد. این اتصال فقط باید در کارخانه انجام شود و در شرایط کارگاهی قابل انجام نیست.



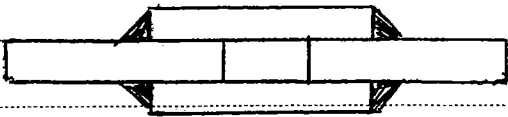
۲ اتصالات روی هم

۱. سهولت تنظیم و پوشاندن خط‌های ساخت
۲. عدم نیاز به پخش زنی مقاطع اتصال
۳. امکان اتصال ورق‌های با ضخامت متفاوت

نمای این اتصالات :

سوال : آیا می‌توان در اتصال روی هم نیند را بدون خروج از مرکزیت متصل کرد؟

پایه:



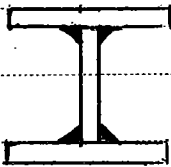
بر اساس مجبث دهم مقررات ملی ساختمان در اتصال پوشش در قطعه و طول هم پوشانی نباید از ۵ برابر ضخامت قطعه نازک تر کمتر باشد و در هیچ حالتی از ۲۵ میلی متر کمتر نشود.



$$l_{min} = \max (a_{tmin}, 25mm)$$

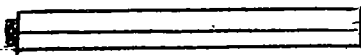
۳) اتصال سیمی (T)

این اتصال برای ساخت مقاطع I شکل و T شکل که وضعیت اتصال باید به صورت عمود بر یکدیگر باشد، استفاده می شود.



۴) اتصال پشیانی

این نوع اتصال معمولاً برای نگهداری دیافراگم و ورق یک سطح استفاده می شود و می توان گفت این اتصال نقش سازه ای ندارد و زیاد هم استفاده نمی شود.



انواع وضعیت جوشکاری:

- | | | |
|---------|---------------|--|
| ۱. تخت | Flat position | (این وضعیت جوشکاری مناسب ترین در حالت ترین وضعیت برای جوشکاری است) |
| ۲. افقی | Horizontal " | |
| ۳. قائم | Vertical " | (از پایین به بالا انجام می شود) |

۴. بالایی over-head position

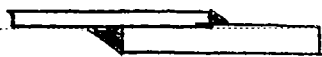
جوش سر بالا، جوش سقفی است. این وضعیت مثل تمام حالت جوشکاری است که حتی الامکان باید از آن پرهیز کرد. در این نوع جوش بیشتر در کارهای سازه‌ای یا جرحاندن قطعه‌ای جوش، بالایی را به جوش افقی تبدیل می‌کنند.

نکته: امکان انجام جوش بالایی نشان می‌دهد که جوش بر اساس وزن نقش نیست که در روز جوش جای می‌گیرد بلکه بر اساس عملکرد میدان الکترود و مقدار نفوذ این اتصال می‌باشد.

برای جوشکاری در حالت قائم و یا سر بالا نوع خاصی از الکترود قابل استفاده هستند. الکترود ضخیم برای جوشکاری در وضعیت قائم و یا سقفی مناسب نیست، زیرا کنترل موضعی جوش ضخیم در این نوع جوشکاری مشکل است. حد اکثر قطر الکترود قابل استفاده در این وضعیت ۴ میلی‌متر پیشنهاد می‌شود.

هر چه که الکترود بزرگ‌تر باشد، به علت بالارفتن سرعت جوشکاری و کمتر شدن تعداد دفعات توقف الکترود، مورد علاقه جوشکاران است ولی به عنوان یک ماعده کلی، نبایستی از الکترودی که اندازه آن بزرگتر از ضخامت قطعه است، استفاده کرد.

انواع جوش:



Fillet weld

۱. جوش گوشه
از این جوش در اتصال روی هم استفاده می‌شود.



Groove weld

۲. جوش سیاری یا لب به لب
منظری جوش سیاری این است که خدج از مرکزیت به بیرون منتقل نشود. برای جوش سیاری در اولین پائین جوش از الکترود نازک و برای پائین بعدی از الکترود کمی ضخیم‌تر استفاده می‌شود.

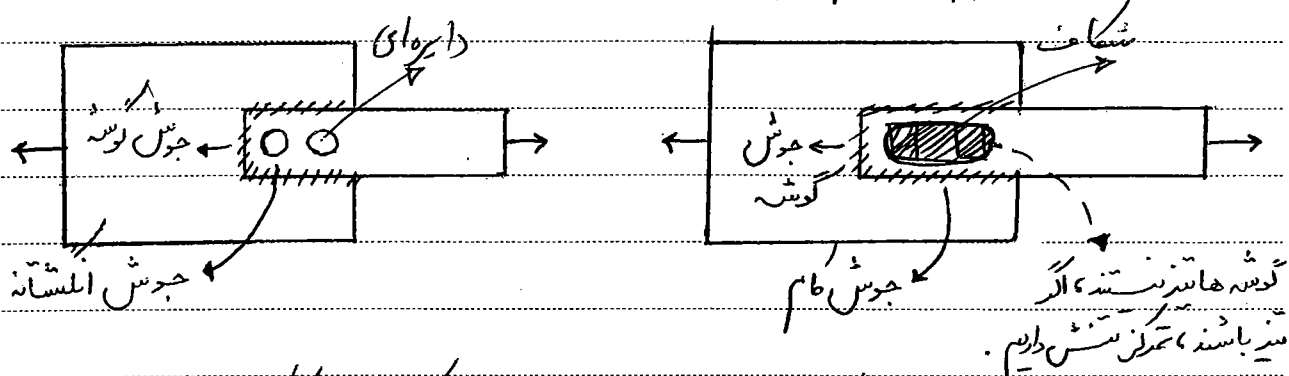
۱. جوش کام و انگشتانه (plug and slot welds)

دایره‌ای

جوش انگشتانه

موارد استفاده جوش کامی انگشتانه و کام :

۱. کوچک بودن طول هم پوشانی و عدم لغایت جوش گوشه



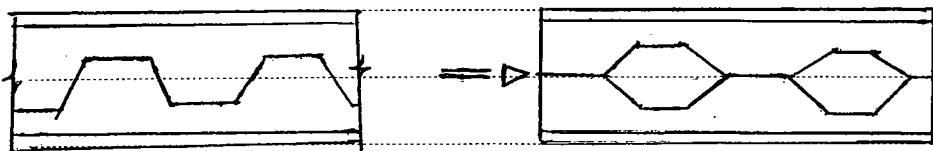
الربع از محاسبات اتصال، جوش گوشه کافی نباشد، از جوش کام یا انگشتانه برای کمک به اتصال استفاده می‌شود. به این ترتیب که حفره‌ای روی یکی از صفحات ایجاد می‌کنند، حفره را با جوش پر می‌کنند.

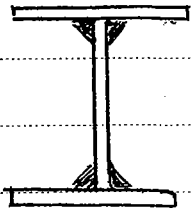
اول اندازه کافی باید الکترود بزرگ جوش گوشه می‌شوند و سپس طبق آیین نامه به اندازه مورد نیاز با الکترود ضخیم‌تر پر می‌شود.

۲. جلوگیری از پخش ورق‌های تقویتی بال

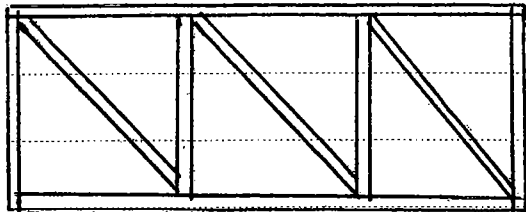
در صورتیکه بر روی یکی موجود در بازار جواگویی نیاز ما نباشد، ما چهار راه حل داریم :

۱. لانه زنبوری کردن تیر



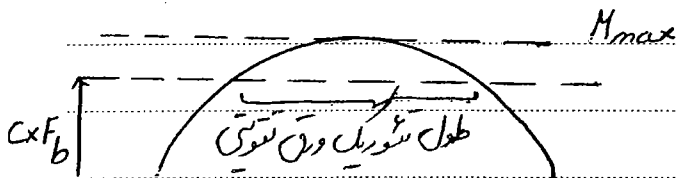


۲. استناد از تیر ورق



۳. طراحی سازه به صورت خرا
استناد از تیر ورق هنگامی مؤثر است که بار وارده زیاد باشد اما
وقت به بهانه کمی طولانی نیاز داریم، خرا بهترین گزینه است.
(برای مثال در یک سالن هایش که نباید در وسط سالن ستون
داشته باشیم، از خرا استفاده می شود.)

۴. تقویت پروفل کمی موجود در بازار

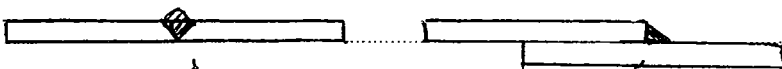


در ناحیه ای که تیر وارده از طرفین مقطع بیشتر است به
ورق برای تقویت نیاز است.

ورق کمی بالای پانل کش دارد
به همین دلیل از جوش آلتسانه استفاده می کنند.
اصطلاحاً آن را می درزند.

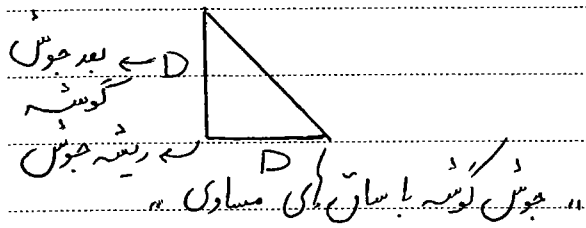
به دلیل عوض شدن جهت بار در زلزله، پانل را هم می درزند.

نکته: در جوش کمی آلتسانه داریم، اتصال نیرو از طریق تنش کمی برشی ایجاد شده در
جوش انجام می شود. در مورد جوش شیار و گوشه نمی توان حرف قطعی زد زیرا
باید به مقاومت مصالح در صفحه تاخم، تنش نرمال داریم اما در صفحات بازاده نسبت به تاخم هم تنش نرمال و
هم برشی داریم.

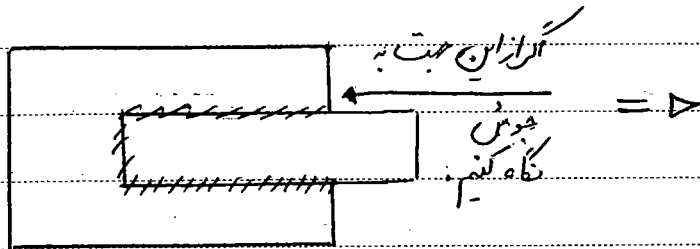


جوش گوشه بیشتر کاربرد را در جوشکاری دارد و بعد موثر آن، کوتاه ترین فاصله بین ریشه مقطع جوش و سطح خارجی

آن تعریف می شود. (مقاومت مؤثر جوش گوشه)
این جوش در دو حالت با ساق های مساوی و با ساق های
نامساوی قابل اجرا است.



محتمل است با یکی از دو حالت Δ (محدود)

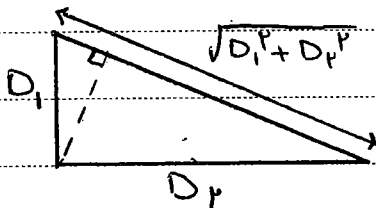


یا Δ (مقرر) مواج شوم.

در آزمایش های جوش این نتیجه بدست آمده است که سلیست جوش از بعد مؤثر اتقان می افتد.

$$D = \frac{\sqrt{P_1} D}{\sqrt{P_1}} = \frac{\sqrt{P_1}}{2} D = 0.707 D$$
 بعد مؤثر جوش گوشه = ضعیف ترین سطح

جوش گوشه مقعر در این نامه ممنوع است. (بر دلیل کاهش بعد مؤثر)



در حالت ساق های نابرابر داریم:

بعد مؤثر جوش گوشه

$$S = \frac{1}{2} D_1 D_2 = \frac{1}{2} h \sqrt{D_1^2 + D_2^2}, \quad h = t_e = \frac{D_1 D_2}{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}$$

حالت خاص: $D_1 = D_2 = D \Rightarrow t_e = \frac{\sqrt{2}}{2} D = 0.707 D$

بررسی دو حالت جوش گوشه با ساق های مساوی و نامساوی:

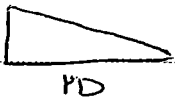
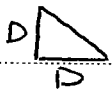
اگر تعداد مشخصی الیگودر درست داشته باشیم، حجم جوش مشخص است و چون طول جوشکاری معلوم است،

$$A = 1/2 D_1 D_2 = \text{Const}$$

$$D_1 D_2 = \text{Const}$$

$$te = \frac{D_1 D_2}{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}} \Rightarrow \text{max شد}$$

وقتی فید در عدد ثابت باشد، جمع مربعات هندسی min است که دو عدد مساوی باشند پس با سطح برابر در حالتی بعد موثر بیشتر است که جوش با ساق های مساوی اجرا شود.

برای مثال اگر حالت های  و  را مقایسه کنیم در حالت دوم مقدار الاستود دو برابر شده و:

$$te = \frac{\sqrt{2}}{2} D = 0.707 D \quad \text{حالت اول}$$

$$te = \frac{D \times PD}{\sqrt{D^2 + (PD)^2}} = \frac{2}{\sqrt{5}} D = 0.89 D \quad \text{حالت دوم}$$

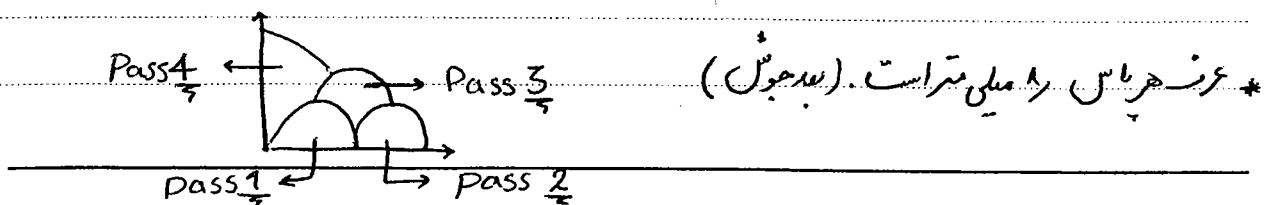
تعداد الاستود معنی، وزن و حجم دو برابر شده اما بعد موثر خیلی افزایش نیافته پس به صرفه نیست.

اگر بعد جوش کمتر نصف شود، تعداد پاس های که جوش را برابری شود. از نظر سوزید اگر بعد جوش کمتر 1/2 برابر شود، تعداد پاس های که جوش را برابری شود.

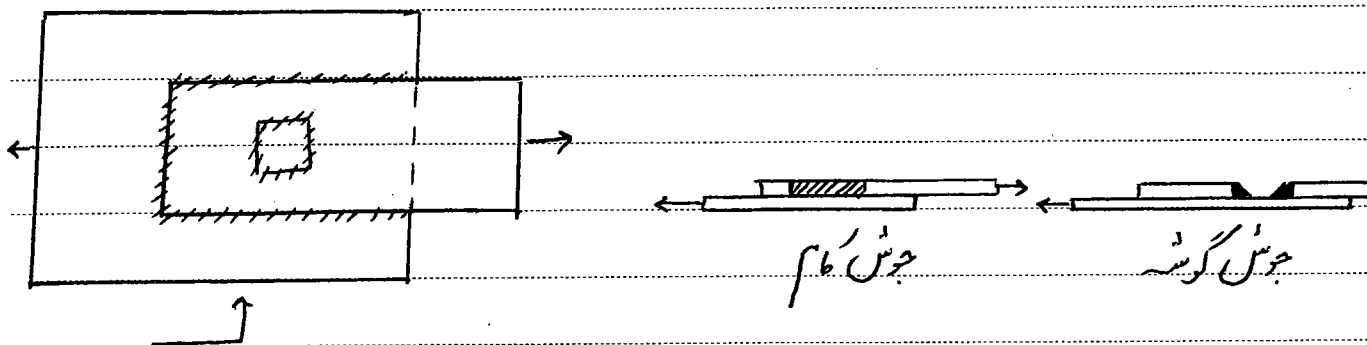
$$\frac{D}{2} \rightarrow A = 1/2 \times D/2 \times D/2 = D^2/8$$

$$D \rightarrow A = 1/2 \times D \times D = D^2/2$$

$$D/n \rightarrow A = 1/2 \times D/n \times D/n = \frac{D^2}{n^2} \quad , \quad D \rightarrow A = D^2/2$$



جوش گوشه یقیناً کاربرد را در جوشکاری داشته و حدود ۱۰ درصد جوش را به خود اختصاص می دهد سهم جوش شیار ۱۵ درصد و سهم جوش لای انگشانه و کام فقط ۵ درصد می باشد اگر از اتصال صلب بین دستون منف نظر کنیم ، می توانیم حد اتصالات را به وسیله جوش گوشه ای اجرا کرد ممکن است جوش گوشه با جوش لای انگشانه و کام به صورت زیر اشتباه شود.



انواع جوش شیار «

۱. جوش شیار با نفوذ کامل Complete joint penetration groove weld

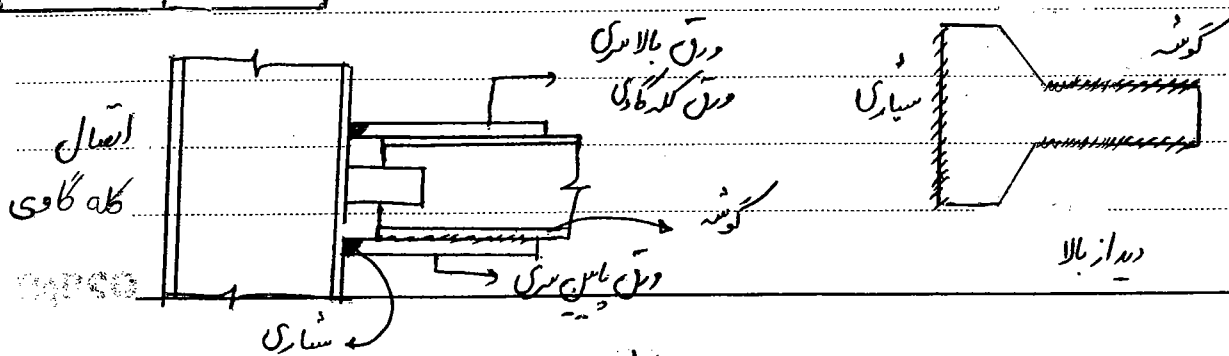
Full penetration

اگر اتصال بین دو صورت کامل (بدون هیچ خروج از گزینش) مد نظر باشد ، باید از جوش شیار با نفوذ کامل استفاده شود.

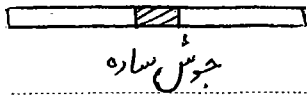


۲. جوش شیار با نفوذ ناقص partial joint penetration groove weld

partial penetration



انواع درزهای جوشکاری بسیار
درزهای جوشکاری بسیار در سه گروه کلی ساده، جاذبی و لاله‌ای قابل اجرا است.



جوش ساده



جوش جاذبی یک طرفه



جوش جاذبی دو طرفه



جوش نیم جاذبی یک طرفه



جوش نیم جاذبی دو طرفه



جوش لاله‌ای یک طرفه



جوش لاله‌ای دو طرفه



جوش نیم لاله‌ای یک طرفه

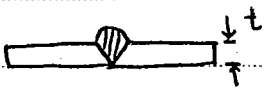


جوش نیم لاله‌ای دو طرفه

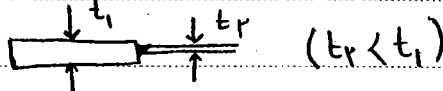
بر مبنی ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان برای انواع جوشکاری

۱. جوشکاری بسیار

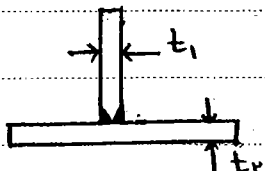
در ضخامت مورد جوشکاری با نفوذ کامل، برابر با ضخامت قطعه نازک‌تر در اتصال لب به لب و ضخامت جوش شده در اتصال
لنج و سپری در نظر گرفته می‌شود.



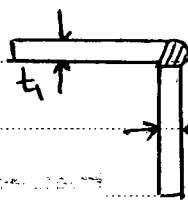
$$t_e = t$$



$$t_e = t_2$$



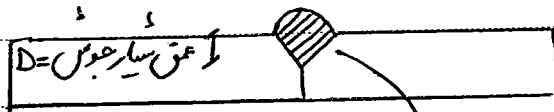
$$t_e = t_1$$



$$t_e = \text{ضخامت قطعه جوش شده}$$

ضخامت مورد جوشکاری با نفوذ نسبی برابر با عرض بسیار جوش منهای ۳ میلی متر در نظر گرفته می‌شود.

فلسفه ی کسر میلی متر از عمق شیار جوش به دلیل عدم اطمینان از جوش مناسب و درج کامل در قسمت
تحتانی جوش می باشد.

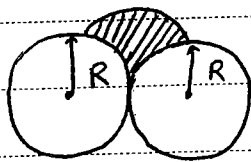


$$t_e = D - 3 \text{ mm}$$

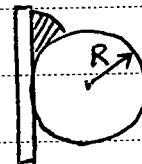
معمولاً از بقیه نقص صورت می گیرد.

همان طور که قبلاً نیز ذکر شده است، در صورتیکه اتصال تحت اثر بارگذاری مناسب باشد، مجاز به استفاده از جوش
شیاری با نفوذ ناقص نمی باشیم و مجاز به استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل هستیم.

فخامت موثر جوش شیاری که پس بدلیه کرد (مثل شیاری در میلگرد) و یا پس یک لبه میلگرد و لبه تحت (مثل
میلگرد در مجادرت ورق) داده می شود، طبق شکل های زیر می باشد:



$$t_e = 0.5R$$



$$t_e = 0.3R$$

مما در پریمج ای توان از میلگرد جدول آج استفاده کرد.

فخامت موثر جوش میلگرد در کاسه طول مورد نیاز برای جوش دادن و وصله کردن دو میلگرد به هم مهم است. از ضرب
فخامت موثر در طول، سطح جوش و نیروی که می تواند تحمل کند بدست می آید.

برای محاسبه فخامت موثر در آرایش جوش وصله دو میلگرد تحت بارگذاری قرار داده، نیروی که منجر به شکست کاسه شده و
با توجه به طول جوش فخامت موثر بدست آمده.

این آرایش ها غریب هستند. طول موثر جوش در راستا \times فخامت موثر جوش = سطح موثر جوش

بر اساس محبت مهم موثر است ملی ساختمان، فخامت موثر در جوش شیاری با نفوذ نمی نباید از معیار جدول کمتر شود.

Subject :

Year . Month . Date . ()

حدائق قنات مورجوش بسیار با تنوع نسبی :

حدائق قنات مورجوش	قنات قطعه نازک تر
2mm	تا 4 میلی متر $t < 4mm$
5mm	بیش از 4 تا 12 میلی متر $4 < t < 12mm$
9mm	بیش از 12 تا 20 میلی متر $12 < t < 20mm$
1mm	بیش از 20 تا 40 میلی متر $20 < t < 40mm$

حدائق قنات (بعد) جوش گوشه :

حدائق بعد جوش گوشه	قنات قطعه نازک تر
2mm	تا 4 میلی متر $t < 4mm$
5mm	بیش از 4 تا 12 میلی متر $4 < t < 12mm$
9mm	بیش از 12 تا 20 میلی متر $12 < t < 20mm$
1mm	بیش از 20 میلی متر $t > 20mm$

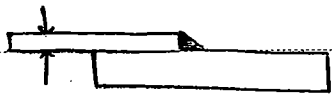
بیشترین قنات درون لای ساختمانی $4cm$ در لای سستون است.
در جوش گوشه بعد جوش (سان جوش) نباید از قنات نازک تر از قطعه متصل شوند مجاز اند.
* جوش این سست هم تابع قنات قطعه نازک تر است.
اگر قنات زیاد شود، قطعه نازک تر می سوزد و چون ممکن است با *

این بعد جوش در منحنی نزدیک شود، طراحی باید به گونه‌ای باشد که ضخامت لحاف اختلاف نداشته باشند.

بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، حداقل بعد جوش گوشه در لبه قطعات متصل شونده به شرح زیر است. صفحه ۱۹۵ مبحث دهم: حداقل بعد جوش لحاف گوشه در لبه قطعات متصل شونده برای قطعات با ضخامت مساوی یا کمتر از 4 mm برابر ضخامت قطعه و برای قطعات با ضخامت بیش از 4 mm برابر ضخامت قطعه منهای 2 mm می باشد.

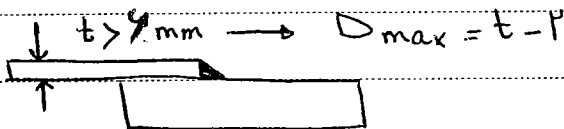
۱. در قطعات با ضخامت مساوی یا کمتر از 4 mm منهای از ضخامت قطعه بیشتر نباشد.

$$t \leq 4\text{ mm}$$



$$D_{\max} = t$$

۲. در قطعات با ضخامت بیش از 4 mm منهای از بعد جوش گوشه برابر ضخامت قطعه منهای 2 mm می باشد.

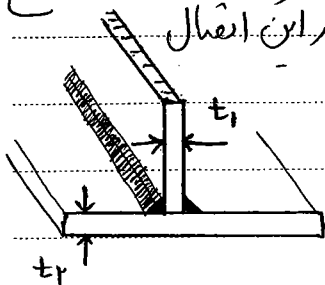


$$t > 4\text{ mm} \rightarrow D_{\max} = t - 2$$

و فلسفه این بند این نامه جلوگیری از ترک خوردگی به علت تمرکز تنش بالا در بالای جوش گوشه می باشد. این نتیجه در بررسی لحاف آزمایشگاهی به دست آمده است.

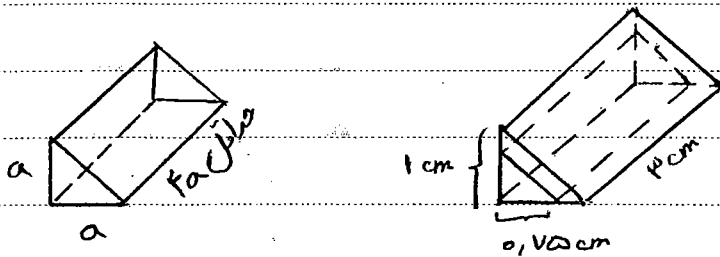
نکته: در حالتی که جوش گوشه با اتصال سیمی مورد استفاده واقع شده است، مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

بند صریحی در مورد حداقل بعد جوش گوشه ندارد. از آنجا که در پایین صفحه ۱۹۵ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، ذکر شده است که "نباید بعد جوش از ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده تجاوز نماید" و با توجه به اینکه در اتصال سیمی شکل بال و جان در مقطع I شکل، معمولاً ضخامت جان مقطع کوچکتر از ضخامت بال مقطع می باشد، نتیجه می شود حداقل بعد جوش گوشه در این اتصال سیمی، ضخامت جان مقطع می باشد.



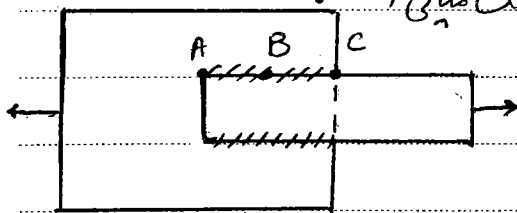
$$D_{\max} = \min(t_1, t_2)$$

بر اساس بحث دهم مقررات ملی ساختمان، طول موثر جوش گوشه نباید از $\frac{1}{4}$ برابر بعد آن کمتر باشد. در غیر اینصورت بعد جوش نباید بیش از $\frac{1}{4}$ طول موثر آن منظور شود. (اگر طول جوش کم باشد، جوش به باریکی نمی افتد!)



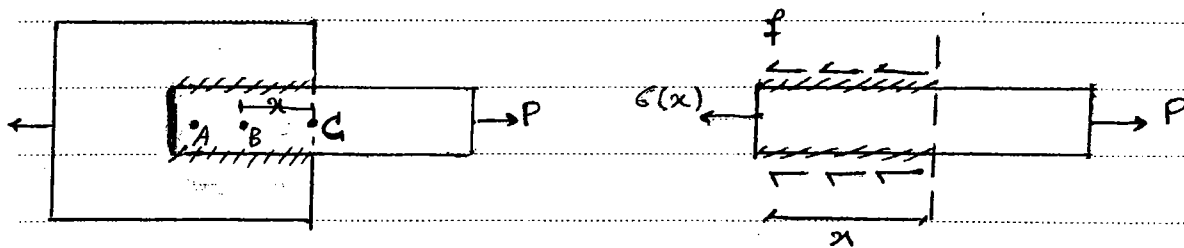
چون طول موثر من نیست به کمتر از جوش به باریکی نمی افتد

در اتصال جوشی دو ورق به یکدیگر (شکل زیر) اگر ورقهای اتصال صلب بودند، تنش برشی همه نقاط جوش یکسانی شدند ولی به علت ال استیک بودن ورقهای اتصال، توزیع تنش برشی جوشها یکسان نیست و تنش قسمتهای ابتدایی و انتهایی جوش بزرگتر از قسمت میانی است:



در واقعیت: τ_A و $\tau_C > \tau_B$

در طراحی: $\tau_A = \tau_B = \tau_C$



$$\sum F_x = 0$$

P : نیروی که واحد طول جوش تحمل می کند.

$$\sigma(x) \times A + 2 \times f \times x = P$$

$$\sigma_x = \frac{P - 2 \times f \times x}{A}$$

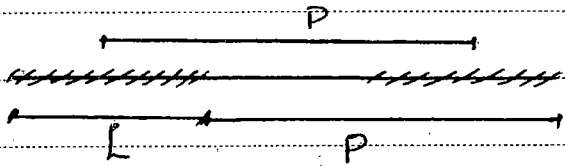
نقطی C بیشترین تنش را دارد $\Rightarrow \sigma \downarrow \Rightarrow x \uparrow$
(تنش قائم گشی در ورق اتصال)

❑ جوش منقطع

نکته: فلسفه اجرای جوش منقطع این است که اگر بعد کافی جوش از حداقل بعد جوش که بر اساس آیین نامه پیشنهادی شود، کمتر باشد، در اینصورت می توان بعد جوش را افزایش داد و از جدول حداقل

بعد جوش این نامه استفاده کرد و در عوض به جای جوش سرسری جوش را به صورت منقطع اجرا نمود.

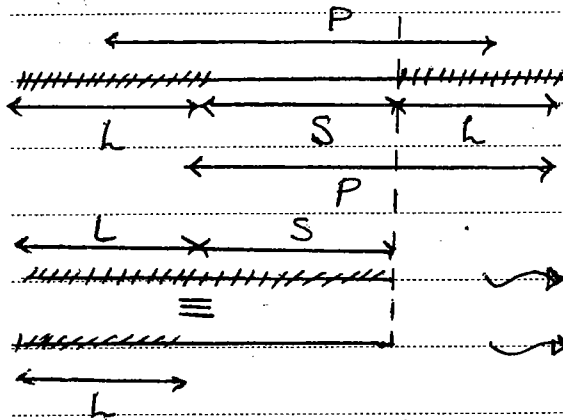
برای مثال بر اساس بارداره ، جوش باید f_{min} نیاز داریم و فرضاً حداقل بعد این نامه $1mm$ است ، اگر جوش f_{min} داده شود ، بعد این نامه نقص شده و اگر $1mm$ جوش دهیم ، اعتقادی نیست . \Rightarrow از جوش منقطع باید جوش $1mm$ استفاده می شود.



فاصله مرکز تا مرکز جوش $L - P$
طول جوش منقطع

باید $P > L$ باشد تا جوش منقطع معنی داشته باشد. جوش ۱۰-۱۰ سرسری است.

اگر میخواهیم از جوش منقطع استفاده کنیم و بعد کاسباتی با D باشد و حداقل بعد جوش D_{min} و طول جوش منقطع L باشد :



جوش پیوسته باید D
جوش منقطع باید D_{min}

$$(L+S) \times D = L \times D_{min} \rightarrow \frac{L+S}{L} = 1 + \frac{S}{L} = \frac{D_{min}}{D}$$

$$\frac{S}{L} = \frac{D_{min}}{D} - 1 \Rightarrow S = L \left(\frac{D_{min}}{D} - 1 \right)$$

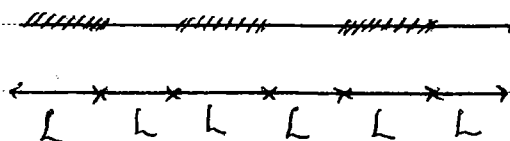
که فاصله از اولین جوش پس منقطع

$$P = L + S = L + L \left(\frac{D_{min}}{D} - 1 \right) \Rightarrow P = \frac{D_{min}}{D} \times L$$

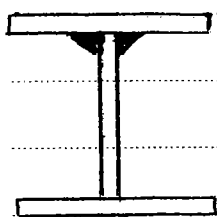
مثلاً با فرض کردن $D_{min} = 1mm$ و $D = f_{min}$ داریم :

$$S = L \left(\frac{D_{min}}{D} - 1 \right) = L (2 - 1) = L$$

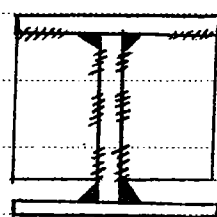
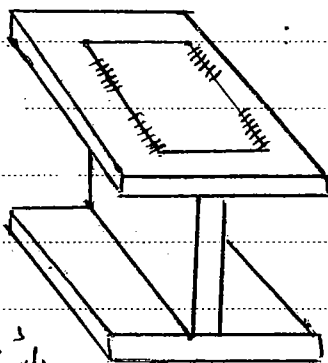
$$P = \frac{D_{min}}{D} \times L = 2L$$



جوش های گوشه منقطع در اتصال جان و بال سیرورق که و یا دیگر مقاطع ساخته شده و هم چنین اتصال ورق های تقویتی در محصور شده تحت بارگذاری دینامیکی و خستگی نباشند، استفاده می شود.
این جوش معمولاً برای اتصال سخت کننده که به جان سیرورق نیز استفاده می شود.

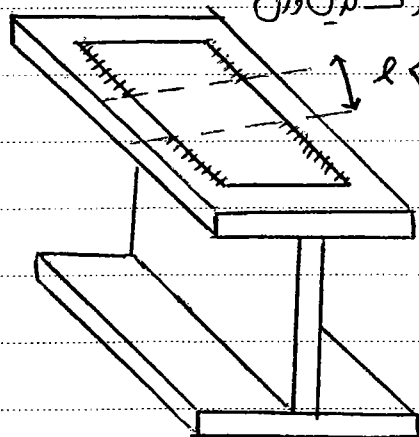


جوش های دو طرف باید یکنواخت باشند و گرنه بریز سطح عوض شده و مقطع دچار پخش می شود.



جان را لغزنی کنند که مبدل مقطع بالا برود.
باید از Stiffener استفاده شود. صفحه به بال کشش جوش داده نمی شود.

بر اساس میث دهم مقررات ملی ساختمان طول موثر مقاطع جوش منقطع نباید از ۴ برابر بعد جوش و از $\frac{4}{5}$ میلی متر کمتر شود. فاصله آزاد بین توارهای جوش منقطع در قطعات رینگ نشده و قطعاتی که رینگ نمی شوند ولی اتصال رینگ زدن و خوردگی ندارند نباید از ۲۴ برابر ضخامت نازک ترین ورق یا $50\frac{1}{2}$ میلی متر بیشتر نشود و در قطعات رینگ نشده که تحت اثر زدن زدی و خوردگی قرار می گیرند نباید از ۱۴ برابر ضخامت نازک ترین ورق



یا ۱۸ mm بیشتر نشود.

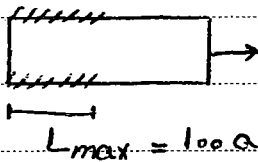
در بال فشاری احتمال لغزش وجود دارد.

فاصله جوش ها مهم است.

در بال کشش هم مهم است چون جوش ها باید با هم کار کنند.

بر اساس میث دهم مقررات ملی ساختمان، در اتصال انتهای اعضای محوری، طول موثر جوش

که به صورت طولی بارگذاری شده است، نباید از حد برابر بعد جوش مجاز عباید.



در صورت نیاز به طول جوش بیش از ۱۰۰ برابر طول ساق جوش، باید طول جوش را با رابطه زیر کاهش دهیم.

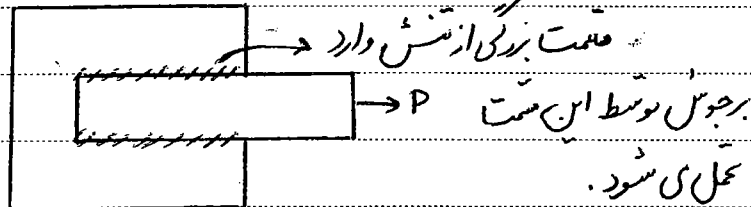
طول ظاهری جوش $L_e = B \times L$

ضریب B ضریب طول جوش

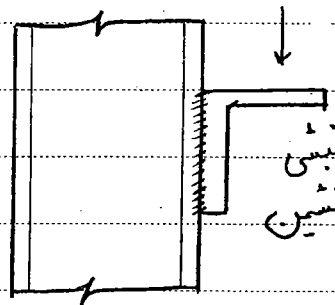
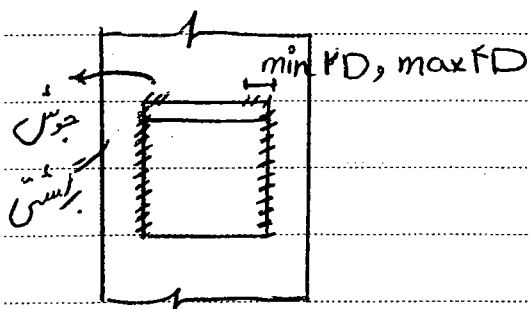
$$\left\{ \begin{array}{l} B = 1.12 - 0.0002 \frac{L}{a} \leq 1 \\ \frac{L}{a} > 300 \rightarrow L_e = 180a \end{array} \right.$$

* a بعد جوش

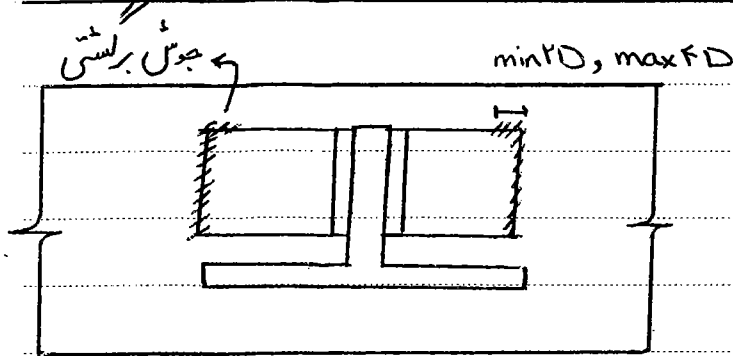
مهندسین متوجه این نامه این است که وقتی طول جوش زیادی شود، تحت اثر میانی جوش تحت تاثیر تنش کمی قرار می گیرند و فشار زیادی به قسمتهای انتهایی و انتهای جوش وارد می شود. با توجه به این مسئله از آن جایی که این نامه تنش جوش را در طول آن یکسان فرض می کند، طول جوش با بیش کاهش باید با روابط این نامه به ما ظرفیت واقعی جوش را بدهد.



بر اساس این مهم در هر مقررات ملی ساختمان کلیه جوش های گوشه که در لبه های کناری و یا ضلع انتهایی عضو انجام می شود، باید در انتهای ضلع و بر روی ضلع دیگر برگشت داده شود. که به آن قلاب گویند. حداقل طول برگشت دو برابر بعد جوش می باشد.



(اتصال مفصل است.)
* اتصال تیر و ستون
* با نیش نشین



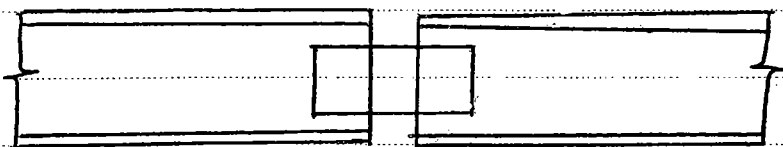
(اتصال مفصلی ست)
اتصال سیرفرغی و سیراصلی
با نبش جان

نکته : فلسه درجول جوش برلشی جلوگیری از وقوع ترک در انتهای قسمت کشش جوش به علت پدیده تمرکز تنش می باشد . (هر جا جوش به انتها برسد و در این قسمت کشش داشت باشیم ، $\frac{1}{2}$ تمرکز تنش اتفاق می افتد)

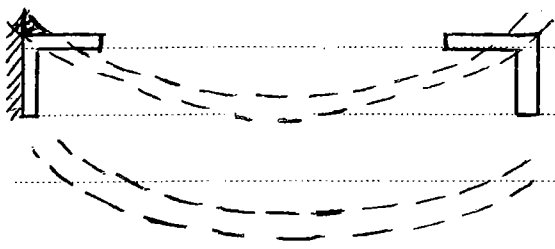
بر اساس محبت دهم معرآت ملی ساختمان در نبش های اتصال سیر و ستون یا دهن های این نوع اتصال ، برلشت در انتهای جوش گوشه نباید از E برابر بعد جوش نبشته باشد .
فلسه بند فوق جلوگیری از کاهش شکل پذیری اتصال به علت افزایش طول جوش می باشد ، به طوری که قابلیت دوران طول اتصال کاهش نیابد .

مثال های مفصل خمشی در سازه های مولاری :

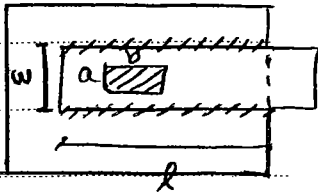
۱. اتصال سیر و ستون با نبش نشین
۲. اتصال سیر فرغی و سیر اصلی با نبش جان
۳. وصله نبش رخ فقط توسط ورق های جان



اتصال دو نبش رخ توسط ورق های که فقط به جان
در عرض جوش شده و تنها برش را متصل می کند
به خمشی



اتصال مفصلی اجرا شده و اجازه چرخش می دهد ، اگر طول جوش
برلشی زیاد شود ، مانع چرخش می شود و کارایی مفصل از بین می رود .



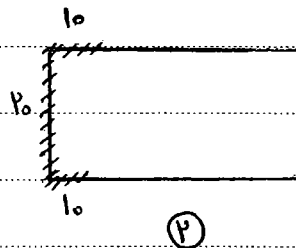
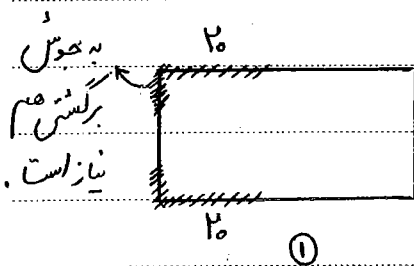
بر اساس مبحث دهم در افعال فوق سطح موثر (A_e) از رابطه زیر بدست می آید

$$U = \frac{(wL^2)}{(wL^2 + w^2)} \left(1 - \frac{a}{L}\right)$$

$$A_e = U \times A_g$$

اما در افعال فوق به یلید در بار جوش های طولی از جوش عرضی استفاده نشود یا عضو کششی سوراخ کاری شده و از جوش های انستانه، خام که بار جوش طولی استفاده نشود $\leftarrow U = 1$

آزمایش ها بیانگر آن هستند که مقاومت نهایی جوش های گوشه ای که بارگذاری عمود بر محور طولی آن است، از حالتی که همان جوش به صورت موازی با محور جوش بارگذاری شود، بیشتر است. البته شکل پذیری جوش کمتر می باشد. در طرح لرزه ای باید از به کارگیری جوش های با زاویه نسبت به محور نیرو به علت وقوع شکست ترد، هدف نظر شود.



برای مثال اگر به E_k باشد مثلاً جوش نیاز داشته باشیم 8 حالت (1) بهتر است، جوش موازی بار.

محل جوش در فشار بهتر از کشش و در کشش نیز بهتر از برش است. نیزگی که باعث تغییر در این سه حالت می شود، با هم متفاوت است و حتی در جوش شیار نیز همینطور است.

کتاب های فولاد آیین نامه یا بدترین حالت، یعنی برش را در نظر گرفته اند و بر اساس برش نهایی جوش را برای همه ی حالات بارگذاری (اعم از فشار، کشش و برش) ارائه کرده اند.

$$R_D = \phi R_n \rightarrow \text{مقایسه اسمی}$$

(LRFD)

↓
مقایسه طراحی
فیریه تعلیل مقایسه

$$R_n = F_u A_w$$

$$F_u = 0.14 F_{ue}$$

F_u = مقایسه اسمی فلز الاستیک

A_w = سطح مقطع موثر جوش که از فیریه طول جوش در ضخامت موثر جوش به دست می آید

برای حالت متناهی جوشکاری (الستیک ۵٪) داریم:

$$R_D = 0.175 R_n = 0.175 \times (0.14 F_{ue}) \times L \times 0.175 \alpha$$

$$R_D = 0.132 F_{ue} \alpha L \xrightarrow{E\%} R_D \approx 1344 \alpha L$$

ارزش جوش: تیرگی است که واحد طول جوش (cm جوش) می تواند تحمل کند این پارامتر فقط

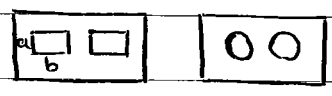
برای جوش لولله تعریف می شود.

$$L = 1 \text{ cm} \rightarrow R = 1344 \alpha$$

فلسفه ارزش جوش: با توجه به نوع الاستیک، لیفت جوش، بعد، ... می بینیم که هر 1 cm جوش چه مقدار تیرگی را می تواند تحمل کند، بعد تیرگی مورد نظر را به ارزش جوش تقسیم کرده، طول لازم برای جوش مورد نیاز به دست می آید ولی این در جوش های کام، انعطاف پذیری نیست در آن باد سطح رو به رو هستیم، طول 1 cm معنای ندارد. در آن در ظرفیت جوش تعریف می شود

ما داریم:

$$R_D = \phi \times 0.14 F_{ue} \times \left\{ \frac{\pi D^2}{4} \right\}_{a \times b}$$



باتوجه به صفت ۲۵۳ محبت دهم:

$$R_{nwl} + R_{nwt} \geq 0.185 R_{nwl} + 1.5 R_{nwt}$$

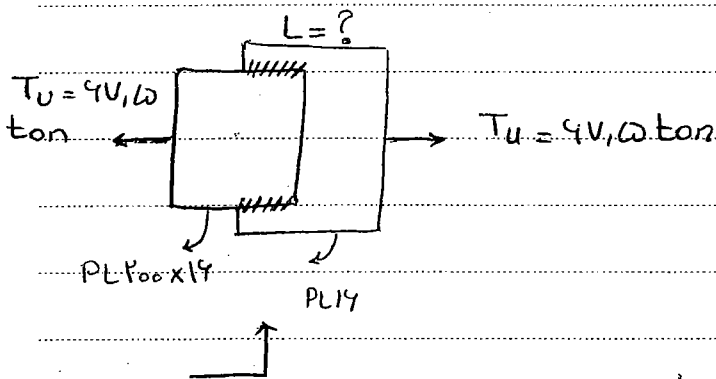
$$0.115 R_{nwl} \geq 0.15 R_{nwt} \rightarrow R_{nwl} \geq \frac{0.15}{0.115} R_{nwt} \rightarrow \sum L_i \geq 3.33 \sum L_t$$

باتوجه به محاسبات فوق دیده می شود اگر مجموع جوش های طولی در تریب جوش ها از ۳.۳۳ برابر مجموع طول جوش های عرضی بیشتر شود بهتر است از راهی اضافه ظرفیت باربری جوش های عرضی صرف نظر کرده و با جوش های عرضی مانند جوش های طولی برخورد کنیم تا ظرفیت باربری بزرگ تر محاسبه شود چنانچه مجموع طول جوش های طولی از ۳.۳۳ برابر جوش های عرضی کوچک تر شود با اضافه افزایش مهارت جوش های عرضی را اضافه کنیم برای

$$R_n = R_{nwl} + R_{nwt} \leftarrow \sum L_i \geq 3.33 \sum L_t$$

$$R_n = 0.185 R_{nwl} + 1.5 R_{nwt} \leftarrow \sum L_i < 3.33 \sum L_t$$

(Ex) اندازه و طول مثل گوشه ای که در اتصال شلنگ زیر املان پذیر باشد، را می سنجند فولاد معینی، فولاد زیرسی باقی باقی باقی تسلیم $kg/2400$ است. هم چنین از آن حدود ۴٪ استفاده شده.



(جواب صفت ۱۹۵ محبت دهم)

$$t_{min} = 14 \text{ mm} \quad 14 \text{ mm} \leq t \leq 20 \text{ mm}$$

$$D_{min} = 9 \text{ mm}$$

$$D_{max} = ? \quad t > 9 \text{ mm} \rightarrow D_{max} = 14 - 2 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$$

= از جوش گوشه باید ۱۲ mm برای طراحی استفاده می کنیم.

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

$$R_D = \phi \times 0.17 F_{ue} \times 0.170 V_a = \quad (L=1)$$

ازش جوش

$$0.17 \times 0.17 \times 4200 \times 0.170 V_a \times 1.2 = 14031.48 \text{ kg/cm}$$

$$T_u = R_D \times L \rightarrow 97.5 \times 10^3 = 14031.48 \times L \rightarrow$$

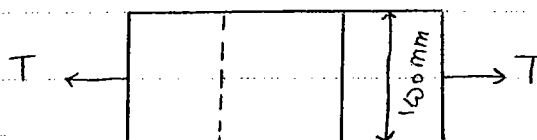
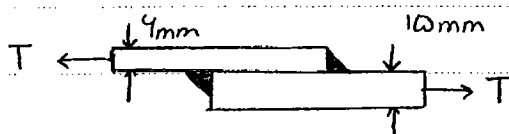
طول جوش
ازش جوش

$$L = 42.1 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \text{طول جوش هر طرف} = \frac{42.1}{2} = 21.05 \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$$

کفایت ورق های اتصال با توجه به دو حالت حدی تسلیم و پارگی (گسیختگی) باید بررسی شود که کنترل آن به عمده دانشجویان گذاشته می شود.

(Ex) ظرفیت اتصال زیر را پس از طراحی جوش تعیین کنید. فولاد مصرفی فولاد زیرین ساختمانی با تنش تسلیم 2400 kg/cm^2 بوده و از آلتور ۴۰ استفاده شده.



در باز بالا

$$D_{min} = 3 \text{ mm} \quad \text{حداقل بعد جوش}$$

$$D_{max} = 4 \text{ mm} \quad \text{ورق فوقانی}$$

$$D_{max} = 15 - 2 = 13 > 4 \text{ mm} \quad \text{ورق کفانی}$$

با توجه به ضخامت ورق فوقانی (4mm) مانع از هستیم، بعد جوش گوشه ورق پایین را نیز به 4mm محدود کنیم.

Subject:

Year. Month. Date. ()

بدلیل جوش معرفی $R_D = \phi \times 0.17 F_{ue} \times \left(\frac{\sqrt{t}}{2} D \times L \right) \times 1.5$ \rightarrow (محدودیت دوم)
 ضریب تحلیل مقاومت جوشی \rightarrow سطح مقطع جوش
 $= 0.175 \times 0.17 \times 4200 \times \frac{\sqrt{t}}{2} \times 0.17 \times 15 \times 1.5 = 11041.8 \text{ Kg}$

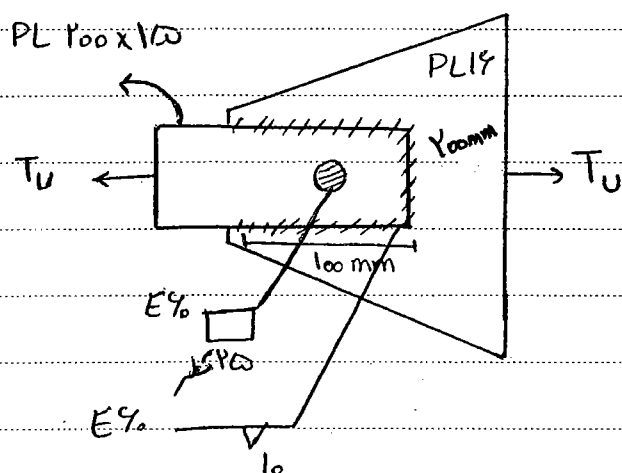
در جوش $R_D = 2 \times 11041.8 = 22083.6 \text{ Kg} \approx 22 \text{ ton}$

مقاومت تسلیم $T_D = \phi \times F_y \times A_g = 0.9 \times 2400 \times (15 \times 0.4) = 19440 \text{ Kg} \approx 19.44 \text{ ton}$
 طراحی درون فوکانی

$T_D = \min(22 \text{ ton}, 19.44 \text{ ton}) = 19.44 \text{ ton}$

\rightarrow مقاومت تسلیم طراحی درون های فوقانی طرفین مجامعه را تعیین می کند

(Ex) در اتصال زیر ظرفیت باربری ایستایی باید فولاد مصرفی فولاد زیررسی ناحیه جوش تسلیم 2400 Kg/cm^2 بوده و الاستیک مصرفی از نوع E40 است.



$F_{ue} = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

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

Subject:

Year:

Month:

Date: ()

مقاومت طراحی جوش : $(R_D)_1 = \phi \times 0.7 F_{ue} \times L \times \frac{\sqrt{t}}{F} D = 0.75 \times 0.7 \times 4200 \times F_0 \times \frac{\sqrt{t}}{F} \times 1 =$

گوشه $(R_{Dr}) = \phi (0.18 R_{nwl} + 1.5 R_{nwt})$ $53449.2 \text{ Kg} \approx 53.45 \text{ ton}$

$(R_{Dr}) = 0.75 (0.18 \times 0.7 \times 4200 \times F_0 \times \frac{\sqrt{t}}{F} \times 1 + 1.5 \times 0.7 \times 4200 \times F_0 \times \frac{\sqrt{t}}{F} \times 1) = 42812.3 \text{ Kg} \approx$

جوش گوشه $R_D = \max (R_{D1}, R_{Dr}) = 42.81 \text{ ton}$ 42.81 ton

مقاومت طراحی : $(R_D)_w = \phi \times 0.7 F_{ue} \times A$

جوش انشان $= 0.75 \times 0.7 \times 4200 \times \frac{\pi \times 215^2}{4} = 9277.52 \text{ Kg}$
 $\approx 9.28 \text{ ton}$

$R_D = R_{D1} + R_{Dr} = 42.81 + 9.28 = 52.09 \text{ ton} \approx 52 \text{ ton}$
جوش گوشه جوش انشان

کاهش مقاومت کششی در آن نازلتره :

$T_u = \phi A_g F_y = 0.9 \times 20 \times 1.5 \times 2400 = 43.2 \text{ ton}$

$T_u = \min (52, 43.2) = 43.2 \text{ ton}$

C.S. : center of stiffness

مرکز سختی سازه جایی است که اگر نیرو در آن نقطه به سازه وارد شود، سازه بدون پدیده (درال) دقیقاً در آن جهت جابه جایی شود.

مرکز سختی سازه در معادل هم در طراحی سازه های فولادی دارد : (۱) مرکز سطح جوش در اتصالات جوشی
(۲) مرکز سطح یخ در اتصالات پیچ

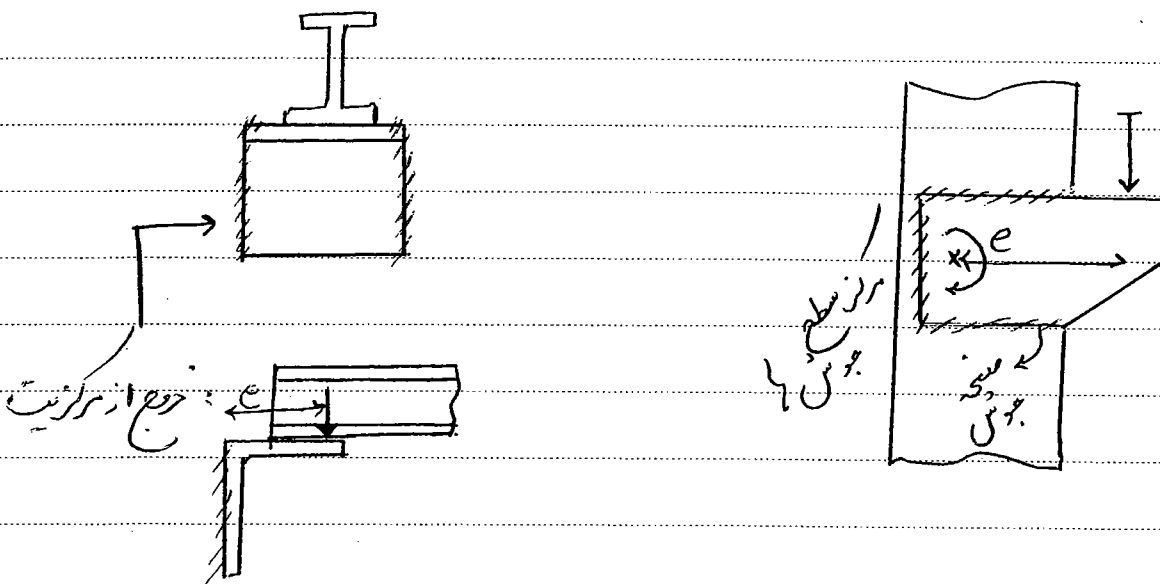
Subject :

Year . Month . Date . ()

در طراحی چکن خطی می شود در صفحات اتصال به صورت حلق و جوش به صورت الاستیک محل می کنند. اگر
نیروی از مرکز سطح جوش می گذرد، در جوش ایجاد تنش پذیرافت کرده و در چنین حالتی خروج از مرکزیت
برابر صفر است. در این حالت طراحی به صورت بهینه انجام می شود. چگونگی جوش که در این حالت کمتر
تنش را به املای پذیر است، محل می گذرد و تنش های ناشی از لنگر بخش یا لنگر بخش را به خاطر خروج از مرکزیت
بازگذاشتی به وجود می آید، بر جوش اثر نخواهد کرد و بنابراین بعد جوش هم مثل می شود
به طراحی بهینه طراحی متوازن نیز گفته می شود.

در صورتیکه نیرو خروج از مرکزیت داشته باشد، دو حالت امکان پذیر است. اگر نیرو در صفحه جوش واقع باشد و دارای خروج از
مرکزیت باشد، باعث می شود که یک لنگر بخش بر مجموعه جوش که وارد شود. ولی اگر نیرو در صفحه ای موازی صفحه جوش که
دارد شود، خروج از مرکزیت آن باعث می شود که یک لنگر بخش بر مجموعه جوش که وارد شود.

در هر دو حالت فوق لنگر که موجب ایجاد تنش برشی در جوش می شوند که با تنشی ناشی از بازگذاشتی بارها
علامت جمع آثار شوند.

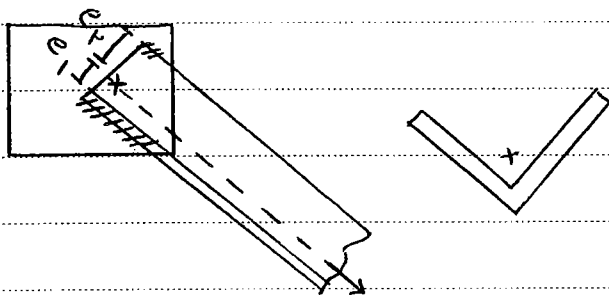


Subject:

Year. Month. Date. ()

جوش متوازن (balanced weld)

در طراحی جوش مهاربند از نوع نقش به ورق لچکی (Gusset plate) اگر مهاربند دندردی مهاربند نقش از مرکز سطح جوش تا بلزردمه طراحی بهینه بوده که آن را به اقسام طراحی متوازن می‌شناسند.



محاسبه ارزش جوش:

$$R = \phi \times 0.4 F_u \times \frac{\sqrt{2}}{4} D \times 1 \rightarrow \text{طول واحد}$$

محاسبه طول جوش گوشه لازم:

$$L = L_{req} = \frac{T_u}{R} \rightarrow \text{نیروی ضربه‌ای}$$

ارزش جوش

از اساتیل به دست می‌آید.

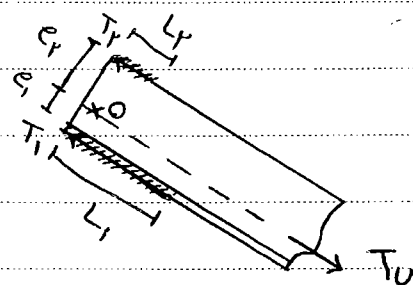
$$\sum M_o = 0 \rightarrow T_1 \times e_1 = T_2 \times e_2 \rightarrow (R \times L_1) \times e_1 = (R \times L_2) \times e_2$$

$$\rightarrow L_1 \times e_1 = L_2 \times e_2 \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{e_2}{e_1} \rightarrow \frac{L_1}{L_1 + L_2} = \frac{e_2}{e_1 + e_2}$$

$$L_1 = \frac{e_2}{e_1 + e_2} \times L$$

$$L_2 = \frac{e_1}{e_1 + e_2} \times L$$

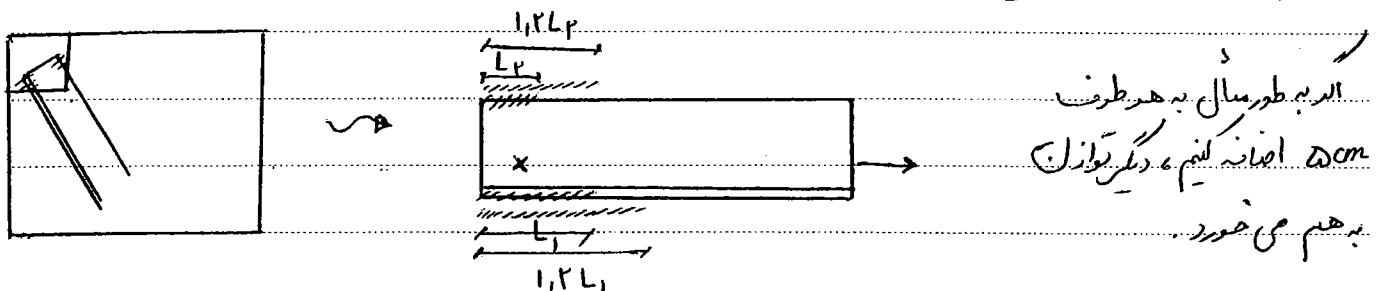
طول جوش گوشه
پایین
طول جوش گوشه
بالا



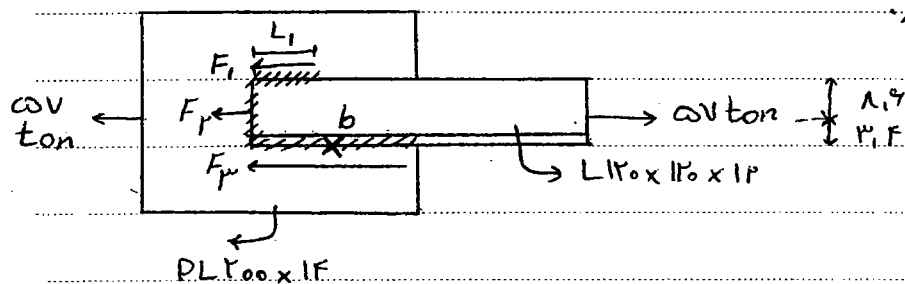
(Ex) در یک پروژه مقاوم سازی ساختمان فلزی، جوش های اتصال مهاربند منبش به صفحه ی کجی چگونه باید تقویت شود؟

retrofit ترمیم و صورت بعد از وقوع زلزله صورت می گیرد.
strengthening مقاوم سازی باید قبل از زلزله انجام گیرد.

ما مقاوم سازی این اتصال چون جوش از ابتدا به صورت متوازن طراحی شده است باید پس از مقاوم سازی هم متوازن بماند. برای این منظور باید در هر دو طرف از طول هر جوش در اطراف آن اجرا گردد.



(Ex) مطلوب است طراحی جوش های گوشه ای که در اتصال زیر حالت متوازن را ایجاد کنند. فولاد مصرفی فولاد زینتی ساختمانی با تنش تسلیم 2400 kg/cm^2 بوده و الیترود مصرفی E60 است. طراحی را یکبار بدون در نظر گرفتن جوش عطفی، سپس با در نظر گرفتن جوش عطفی انجام دهید.



Subject:

Year. Month. Date. ()

$$R_D = \phi \times \beta \times 0.9 F_{ue} \times 0.70 V_D$$

$$= 0.70 \times 0.70 \times 0.9 \times 100 \times 0.70 \times 0.18 = 101.17 \text{ kg/cm}$$

* ($F_{ue} \rightarrow \text{kg/cm}^2$, $D \rightarrow \text{cm}$)

$$F_r = 12 \times 101.17 = 9920.9 \text{ kg} \approx 9.9 \text{ ton}$$

$$\sum M_b = 0 \rightarrow 5V \times 3.1 - 12 F_1 - 9 F_r = 0 \rightarrow F_1 = 11.35 \text{ ton}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_1 + F_r + F_p = F \rightarrow F_p = 5V - 11.35 - 9.9 \rightarrow F_p = 34.05$$

$$l_1 = \frac{F_1}{R_D} = \frac{11.35 \times 10^3}{101.17} = 11.2 \text{ cm} \rightarrow \text{به چپا گذر کنیم}$$

$$l_r = \frac{F_r}{R_D} = \frac{34.05 \times 10^3}{101.17} \approx 45 \text{ cm}$$

در انتها ظرفیت نبش و التقلیل من کنیم

$$A = 27.5 \text{ cm}^2$$

$$U = 1 - \bar{x}/L \quad \bar{x} = 3.1 \text{ cm}, \quad L = \frac{l_1 + l_r}{2} = \frac{11.2 + 45}{2} = 29.9$$

$$U = 1 - \bar{x}/L = 1 - \frac{3.1}{29.9} = 0.19$$

$$A_e = U A_g \rightarrow$$

$$A_e = 0.19 \times 27.5 = 24.18 \text{ cm}^2$$

$$P = \phi A_e F_u = 0.70 \times 24.18 \times 3700 = 94932 \approx 9.5 \text{ ton} > 5 \text{ ton}$$

کستایی

$$P = 0.9 \times 27.5 \times 2400 = 59400 \text{ kg} > 50 \times 10^3 \text{ kg}$$

ستیم

ارزش جوش
لوشه

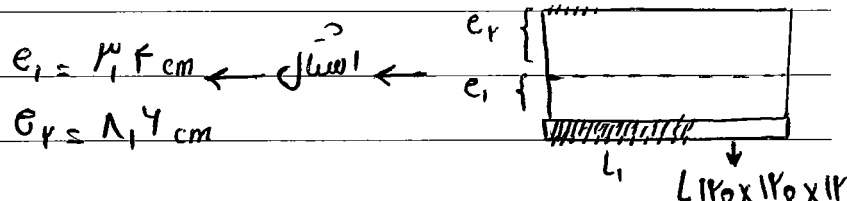
$$R_D = 0.017 \times F_{ue} \times 0.17 \times V_D = 0.17 \times 0.017 \times F_{ue} \times 0.17 \times 0.17$$

$$R_D = 1079 \text{ kg/cm}$$

الف) طراحی بتن در نظر گرفتن جوش عرضی

ارزش طراحی جوش
لوشه

$$= 1079 \text{ kg/cm}$$



ج) کل طول جوش
مورد نیاز

$$L = \frac{P_u}{R_D} = \frac{57 \times 10^3}{1079} = 53.13 \text{ cm}$$

$$L_1 = \frac{e_1}{e_1 + e_2} L = \frac{1.4}{3.4 + 1.4} \times 53.13 = 31.2 \text{ cm}$$

$$L_2 = \frac{e_2}{e_1 + e_2} L = \frac{3.4}{3.4 + 1.4} \times 53.13 = 21.9 \text{ cm}$$

ب) حل مجدد سوال با در نظر گرفتن جوش عرضی

با فرض اینکه ستابرم (تنش) جوش عرضی باشد جوش طولی باشد و بالعکس، و از آنجایی که

$$F_u = 12 \times 1079 = 12948 \text{ kg}$$

$$\sum M_b = 0 \rightarrow F_u \times 12 + F_u \times 4 - P_u \times e_1 = 0$$

$$F_u \times 12 + 12948 \times 4 - 57 \times 10^3 \times 3.4 = 0 \rightarrow F_u = 9734 \text{ kg}$$

طول جوش لوشه فوقانی اتمال

$$L_1 = \frac{F_u}{R_D} = \frac{9734}{1079} = 9.1 \text{ cm}$$

$$\sum F = 0 \rightarrow F_1 + F_r + F_w - P_0 = 0 \rightarrow F_1 + 12822 + 9734 - 25 \times 10^3 = 0$$

$$\rightarrow F_1 = 34434 \text{ kg}$$

$$\rightarrow L_r = \frac{F_1}{R_D} = \frac{34434}{1049} = 32.82 \text{ cm}$$

نقطه های برون را به مرکز در تعین ظرفیت جوش های لوله تر لایه طوی و عرضی:

$$\sum L_t = 32.82 + 9.1 = 41.92 > 31.33 \quad \sum L_t = 31.33 \times 12 = 375.96 \text{ ok}$$

در انتها ظرفیت نبشی را کنترل می کنیم:

$$\rightarrow A = 2V_1 \omega \text{ cm}^2 \quad \bar{x} = 31.33 \text{ cm}$$

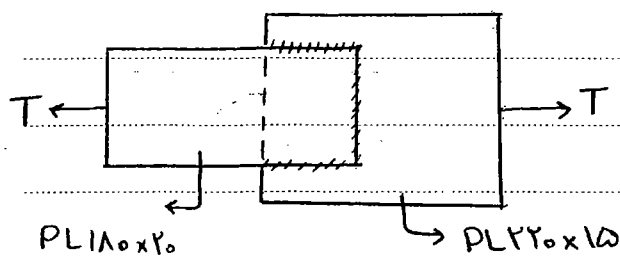
$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{32.82 + 9.1}{2} = 20.96 \text{ cm}$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} = 1 - \frac{31.33}{20.96} = 0.114 \rightarrow Ae = 0.114 \times 2V_1 \omega \times 31.33$$

نقطه $P = \phi Ae F_u = 0.114 \times 2V_1 \omega \times 31.33 \times 35000 \times 10^{-3} \approx 98 \text{ ton} > 25 \text{ ton} \quad \text{ok}$

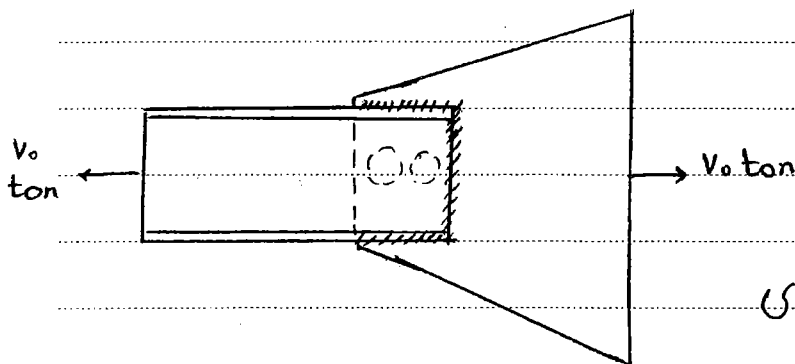
نقطه $P = 0.114 \times 2V_1 \omega \times 35000 \approx 25 \text{ ton} > 25 \text{ ton} \quad \text{ok}$

تمرین ۱ [جوش زیرارساس، ظرفیت ورق، گوی اتصال طراحی کنید. فولاد مصرفی، فولاد نرمه ساختمانی با تنش تسلیم $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ است. هم چنین از استاندارد E60 استفاده شده.



بریده گشائی مابین را نیز کنترل کنید.

تمرین ۲ [برای بارگذاری ۵۰ تن، ناودانی مناسب اتصال زیر را محاسبه کنید و جوش لازم برای آن را در دو حالت زیر طراحی نمایید. (فولاد نرمه ساختمانی $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و E60)



- ۱) حداکثر از جوش گوشه استفاده کنید.
- ۲) از دو جوش به صورت انگشتانه در کنار جوش گوی استفاده گردد. (قطر ۲۵ میلی متر)

تمرین ۳ [جوش گوی اتصال نبش زیر را برای حالت متوازن به دو صورت زیر طراحی نمایید.

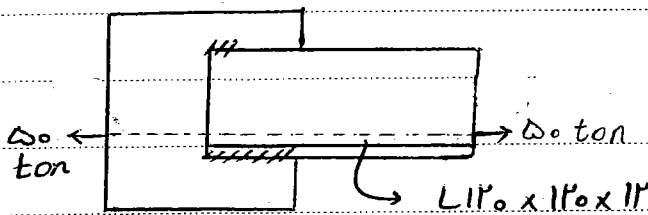
- ۱) فقط از دو پاس جوش انتق استفاده شود.
- ۲) علاوه بر پاس گوی انتق از یک پاس قائم نیز در انتهای نبش استفاده شود.

(فولاد مصرفی، فولاد نرمه ساختمانی با تنش تسلیم $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ برده و از استاندارد E60 استفاده شده)

Subject:

Year. Month. Date. ()

* فرض کنید ورق لچکی تعیین کننده ظرفیت اتصال نباشد.



☐ مربوط به جبریل مشخصات هندسی جوش با ضخامت موثر واحد:

$$\text{تنش طراحی جوش} \ll \text{تنش محاسبه شده با فرض بعد موثر واحد} = \frac{f}{\sqrt{F_y} D} = \text{تنش واقعی}$$

$$\rightarrow \frac{f}{\sqrt{F_y} D} \ll \phi \times 0.17 F_u$$

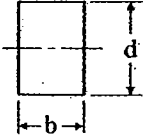
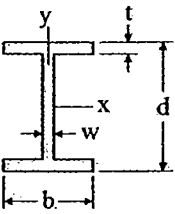
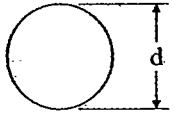
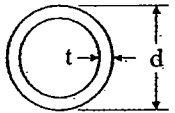
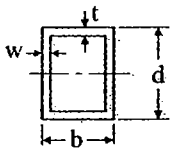
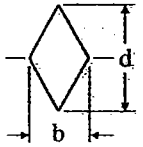
$$\rightarrow f \ll \underbrace{\phi \times 0.17 F_u \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2} D \times 1 \right)}_{\text{ارزش جوش}}$$

☐ چنانچه در محاسبات جوش از بعد واقعی جوش استفاده شود، نهایتاً تنش ماکسیمم در نقطه بحرانی با تنش طراحی جوش، $(\phi \times 0.17 F_u)$ کنترل می کنیم. ولی اگر به جهت سهولت محاسبات بعد موثر جوش برابر واحد فرض گردد، نهایتاً تنش ماکسیمم در نقطه بحرانی با ارزش جوش نه همان $(\phi \times 0.17 F_u \times \frac{\sqrt{2}}{2} D)$ کنترل می کنیم.

جدول ۵-۷ مشخصات هندسی نوار جوش با ضخامت مؤثر واحد

ردیف	مقطع ارتفاع d عرض b		اساس مقطع	ممان اینرسی قطبی، I_p حول مرکز هندسی
1			$S = \frac{d^2}{6}$	$I_p = \frac{d^3}{12}$
2			$S = \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
3			$S = bd$	$I_p = \frac{b(3d^2 + b^2)}{6}$
4		$\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$ $\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$	$S = \frac{4bd + d^2}{6}$	$I_p = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
5		$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$	$S = bd + \frac{d^2}{6}$	$I_p = \frac{8b^3 + 6b^2d + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
6		$\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$S = \frac{2bd + d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 6b^2d + 8d^3}{12} - \frac{d^4}{2d+b}$
7			$S = bd + \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{(b+d)^3}{6}$
8		$\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$S = \frac{2bd + d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 8d^3}{12} - \frac{d^4}{b+2d}$
9			$S = bd + \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 3bd^2 + d^3}{6}$
10			$S = \pi r^2$	$I_p = 2\pi r^3$

جدول ۸-۱ اساس مقطع خمیری و ضریب شکل

مقطع	اساس مقطع خمیری z	ضریب شکل k
	$\frac{bd^2}{4}$	1.5
	محور x-y $bt(d-t) + \frac{w}{4}(d-2t)^2$	1.12 (تقریبی)
	محور y-y $\frac{b^2t}{2} + \frac{1}{4}(d-2t)w^2$	1.55 (تقریبی)
	$\frac{d^3}{6}$	1.70
	$t \ll d \quad \frac{d^3}{6} \left[1 - \left(1 - \frac{2t}{d} \right)^3 \right]$ برای td^2	$\frac{16}{3\pi} \left[\frac{1 - \left(1 - \frac{2t}{d} \right)^3}{1 - \left(1 - \frac{2t}{d} \right)^4} \right]$ 1.27 برای $t \ll d$
	$\frac{bd^2}{4} \left[1 - \left(1 - \frac{2w}{b} \right) \left(1 - \frac{2t}{d} \right)^2 \right]$	برای جدار نازک (تقریبی) 1.12
	$\frac{bd^2}{12}$	2

Subject:

Year. Month. Date. ()

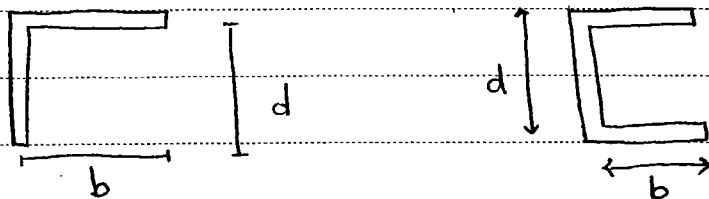
تذکر [در مقاطع فقط برای دایره و دایره توخالی و دایره اوله و محال اینرسی بخش I_p و محال اینرسی سطح I_p

برابرند چه در انتالات جوئی و چه در انتالات بجمی می توان محال اینرسی بخش I_p را با

محال اینرسی سطح I_p برابر در نظر گرفت. دلیل این مسئله این است که جوئی یا سطح اجازه کوچک

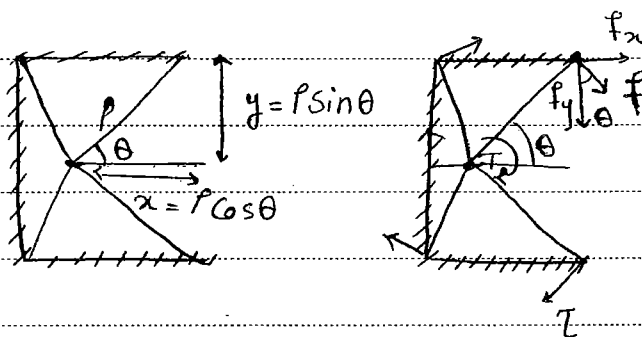
ندارد و در صفحه خودی چهار تغییر شکل می رسد

تصویر ۴: برای جوش های یار و در (شکل های زیر)، مدل مقطع S_x و هم چنین محال اینرسی I_P را بدست آورید.



✗ برای محاسبه مولفه های افقی و قائم تنش برشی ناشی از نیروی مجیش از روابط زیر استفاده می کنیم:

P شعاع محال



$$f = \frac{TP}{J = I_P}$$

$$f_x = f \sin \theta = \frac{TP \sin \theta}{I_P} \rightarrow f_x = \frac{T y}{I_P}$$

$$f_y = f \cos \theta = \frac{TP \cos \theta}{I_P} \rightarrow f_y = \frac{T x}{I_P}$$

یادآوری: بر روی سطح جوش های یار و در تنش
افشال است.

تصویر شعاع محال P در یک راستای افقی

فاصله افقی نقطه مورد نظر تا مرکز مجیش

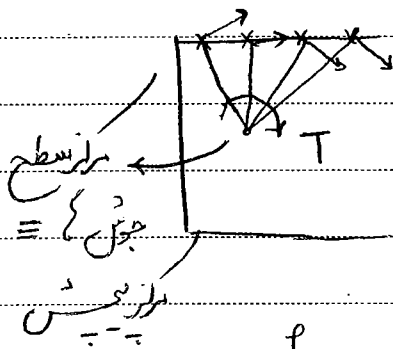
به علت شباهت عملکرد، روابط مناسب تنش برشی در ابعاد لایه‌های نازک مشابه روابط طول است.

با توجه به روابط درست آمده برای مولفه τ_{xy} تنش برشی ناشی از لنگر خمشی، دیده می‌شود که حرکت -

اثر لنگر خمشی، در لایه نقاط پاس جوش افقی، مولفه τ_{xy} تنش برشی بسیار است.

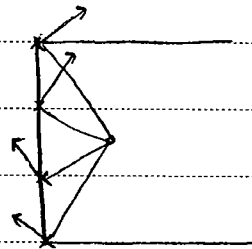
در لایه نقاط یک پاس جوش قائم، مولفه τ_{xy} تنش برشی بسیار می‌باشد.

پاس ، گلد ، pass



$$f_x = \frac{T \times y}{I_p}$$

مولفه افقی اتصال



$$f_y = \frac{T \times x}{I_p}$$

مولفه قائم اتصال

مسائل جوش بر دو نوع اند:

① ابعاد اتصال و جوش که کاملاً مشخص است و مناسب ظرفیت اتصال مدنظر است

② بارگذاری داده بر اتصال مشخص است و ما بایستی جوش مناسب برای آن را طراحی کنیم

در مسئله از نوع اول (کنترل) دو چیز از نوع دوم (طراحی) باشد، در حالت بارگذاری توأم نیروی برشی و لنگر

محش، روند حل مسئله به صورت زیر است و فقط در تمام آخر گشتی تفاوت وجود دارد

۱- محاسبه تنش های برشی ایجاد شده از برش مستقیم direct shear (f'_x, f'_y)

$$f'_x = \frac{V_x}{A_w}, \quad f'_y = \frac{V_y}{A_w}$$

۲- محاسبه برش سطح جوش که مناسبی I_x و I_y و I_p $(I_p = I_x + I_y)$

۳- محاسبه تنش های برشی ایجاد شده از لنگر محش (f''_x, f''_y)

$$f''_x = \frac{T \cdot y}{I_p}, \quad f''_y = \frac{T \cdot x}{I_p}$$

۴- جمع آثار تنش برای بدست آمدن از نام ای الی و سوم (توجه داریم که چون تنش مانند نیرو یک کمیت

بردار است، بنابراین جمع آثار آن برادری است و نه جبری.)

$$f_x = f'_x + f''_x \quad , \quad f_y = f'_y + f''_y \quad \rightarrow \quad f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

لرزش
مستقیم

لرزش
مستقیم

لرزش
مستقیم

لرزش
مستقیم

۵- محاسبه ظرفیت جوش و یا محاسبه بعد جوش گوشه

چه مسئله ما از نوع کنترل وجه از نوع طراحی باشد، ما برای سهولت محاسبات بعد موثر جوش را واحد

فرض می کنیم (بعد لنگ ϕ را ۱ فرض می کنیم). دلی در انتهای محاسبات به جای آنکه تنش مانند می

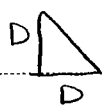
محاسبه را با تنش طراحی مقایسه کنیم، آن را با از تنش جوش مقایسه می کنیم.

ارزش جوش در روش LRFD

$$\phi R_D = \phi \times 0.6 F_{ue} \times \frac{\sqrt{p}}{p} D \times 1$$

چنانچه مسئله از نوع کنترل باشد، باید چک کنیم و بینم آیا با مسایق فوق برقرار است یا نه؟ اگر نامسایق

برقرار بود، جوش برای بارگذاری احتمالی لغایت لازم را دارد و در غیر اینصورت جوش ضعیف بوده و

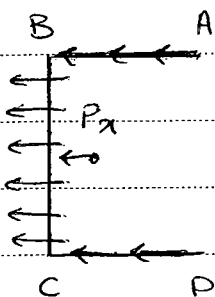
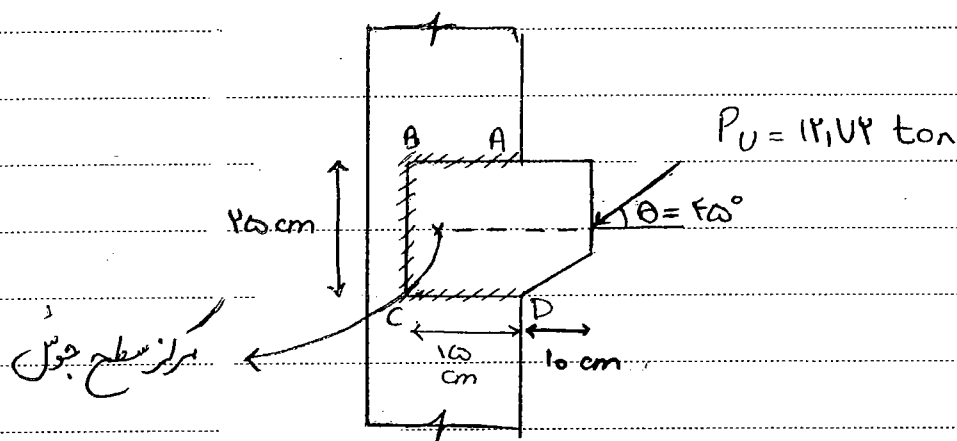


جوابگوی بارگذاری نمی باشند. چنانچه مسئله از نوع طراحی باشد، بعد جوش گوشه (D)

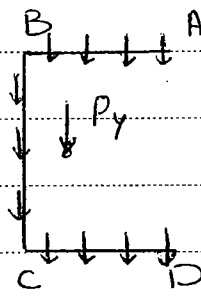
مجهول مسئله است که از نامگذاری بیشین، مقدار حداقل آن به دست می آید که باید با توجه

به مقدار D_{min} و D_{max} این نامه، مقدار مناسبی برای آن انتخاب گردد.

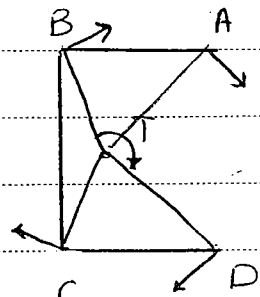
(Ex) در اتصال زیر بعد جوش گوشه مناسب را محاسبه کنید. اگر ورودی از نوع $E.V.$ بوده.



+



+



A] ← ↘

D] ← ↘

پس نقطه D، نقطه بحرانی جوش است.

Subject:

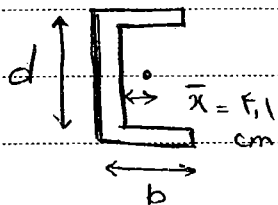
Year. Month. Date. ()

$$P_x = 18.17 \cos 60^\circ = 9 \text{ ton} \quad , \quad P_y = 18.17 \sin 60^\circ = 15.6 \text{ ton}$$

$$A = 20 + 2 \times 10 = 40 \text{ cm}$$

$$f'_x = \frac{P_x}{A} = \frac{9 \times 10^3}{40} = 225 \text{ kg/cm}$$

$$f'_y = \frac{P_y}{A} = \frac{15.6 \times 10^3}{40} = 390 \text{ kg/cm}$$



$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d} = \frac{10^2}{2 \times 10 + 20} = 7.1 \text{ cm}$$

معمول

* دایره جابجایی مرکز ثقل را به مرکز هندسی منتقل می‌کنیم.

$$I_p = \frac{1b^3 + 4bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^2}{2b+d} \quad , \quad b = 10 \text{ cm} \quad , \quad d = 20 \text{ cm}$$

$$\rightarrow I_p = 5319 \text{ cm}^4$$

$$T_u = P_y e_x + P_x e_y = P_y e_x - P_x (20 - \bar{x}) =$$

$$15.6 \times 10^3 \times (20 - 7.1) = 199.1 \times 10^3 \text{ kg.cm}$$

باتوجه به اینکه گوشه D بحرانی است، داریم:

$$f''_x = \frac{T_u}{I_p} = \frac{199.1 \times 10^3 \times 10^3}{5319} = 374.3 \text{ kg/cm}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

$$f''_y = \frac{T x}{I_P} = \frac{111,1 \times 10^3 \times (10 - \bar{x}_y)}{4319} = 210,1 \text{ Kg/cm}$$

$$f_x = f'_x + f''_x = 143,9 + 211,3 = 355,2 \text{ Kg/cm}$$

$$f_y = f'_y + f''_y = 143,9 + 210,1 = 354,0 \text{ Kg/cm}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 500,3 \text{ Kg/cm}$$

$$f \leq R_U = 0,9 F_{ue} \times \frac{\sqrt{P}}{P} D \rightarrow$$

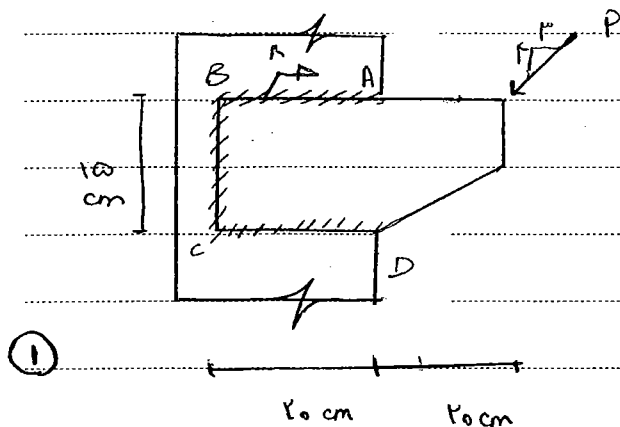
$$500,3 \leq \frac{0,10 \times 0,9 \times 4900 \times \sqrt{P}}{\sqrt{1009,2}} D \rightarrow$$

$$D \geq 0,14 \text{ cm} \rightarrow \boxed{D = 1 \text{ mm}}$$

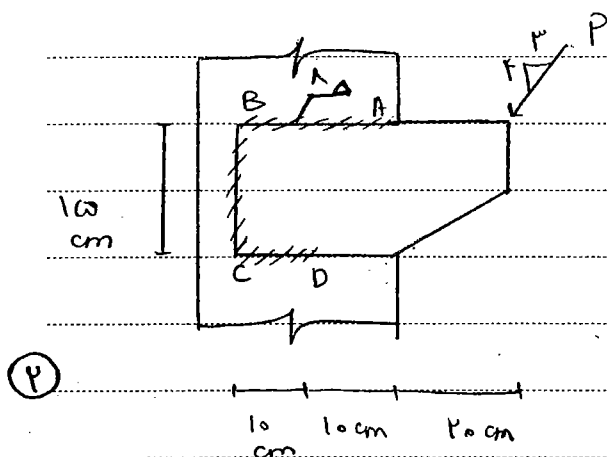
Subject:

Year: Month: Date: ()

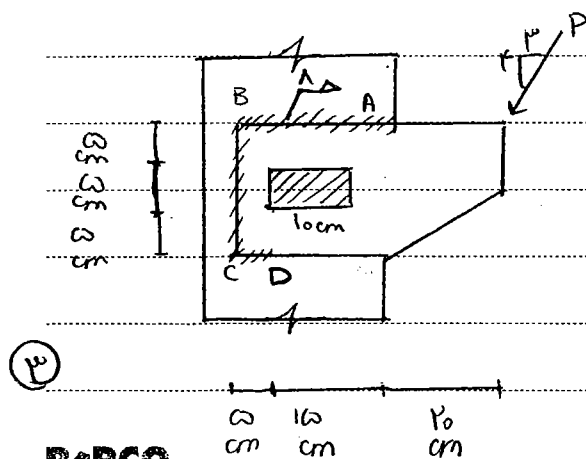
تعریف: در اتصالات زیر نقطه بحرانی جوش را پیدا کرده و Max نیروی قابل تحمل را بر اساس ظرفیت جوش به دست آورید. برای جوشکاری از آلستد (E40) استفاده شده است.



تذکره ۱:
در سه اتصال رویه به گوشه های A و D می توانست
بحرانی باشند. در اتصال اول بدون انجام محاسبات
و فقط با رسم توزیع تنش نامشخص از بحرانی بودن
جوش افقی و قطری جوش می توان فهمید که گوشه
D بحرانی است. ولی در اتصالات دوم و سوم با انجام
محاسبات متعین می شود که آیا گوشه A بحرانی تر است و
یا گوشه D.



تذکره ۲:
وقتی همه جوش های اتصال از نوع جوش گوشه
باشد، می توان برای سهولت محاسبات بعد موثر
جوش را از طرفین کمره و در انتها تنش نقطه
بحرانی را با ارزش جوش مقایسه کرد. ولی
اگر در اتصال، از جوش انباشته یا کام در
کنار جوش گوشه استفاده شده باشد، نمی توانیم در
محاسبات بعد موثر جوش گوشه را
و از طرفین کنیم و باید مقدار واقعی را در محاسبات
جوش لحاظ کنیم.



PAPCO

Subject:

Year:

Month:

Date: ()

* در توضیح مذکور: در محاسبه گشتاور باید از مرکز جرم استفاده کرد:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{x} = \frac{\sum (A_i) x_i}{\sum (A_i)} \\ \bar{y} = \frac{\sum (A_i) y_i}{\sum (A_i)} \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \bar{x} = \frac{\sum L_i x_i}{\sum L_i} \\ \bar{y} = \frac{\sum L_i y_i}{\sum L_i} \end{array} \right.$$

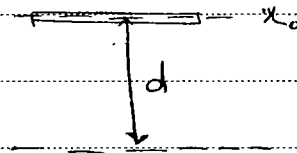
~~Li~~ ~~$\frac{\sqrt{2}}{2} D$~~

در صورتی که در محاسبه گشتاور از این رابطه استفاده شود و این رابطه برقرار نبوده و می توان به محور جوش را برابر با مرکز جرم کرد.

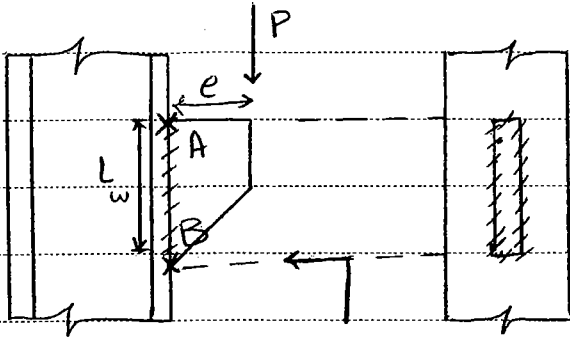
* از همان اینرسی جوش که حول محور مرکزی آن محاسبه می شود، اما از مقدار Ad^2 می توان صرف نظر کرد.

$$I' = I_0 + Ad^2$$

ممان حول محور موازی



ترکیب برش و خمش



* جوش در شش ضعیف بوده و هر چند A و B یک تنش دارند ولی اگر به خراب شدن باشد در نقطه A این اتفاق می افتد.

A ↓ B ↓

* در شکل فوق اتصال تحت اثر برش و فلکشن می باشد ولی تحت اثر هر دو این عوامل در پائین جوش گوشه به برش می افتد و تنش برشی خواهد داشت.

* مراحل محاسبه بعد جوش یا ظرفیت جوش در اتصال فوق به صورت زیر انجام می شود:

$$f_v = \frac{P_d}{A} = \frac{P}{2L_w}$$

۱) محاسبه تنش برشی قائم f_v

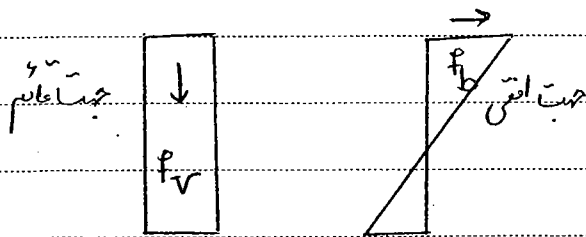
$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{Pe_x}{\frac{2L_w^2}{6}} = \frac{3Pe_x}{L_w^2}$$

۲) محاسبه تنش ناشی از فلکشن f_b

$$f = \sqrt{f_b^2 + f_v^2} \leq R_u = 0.9 F_u \leq \frac{\sqrt{2}}{2} F_u$$

۳) محاسبه برآیند کل تنش در نقطه بحرانی

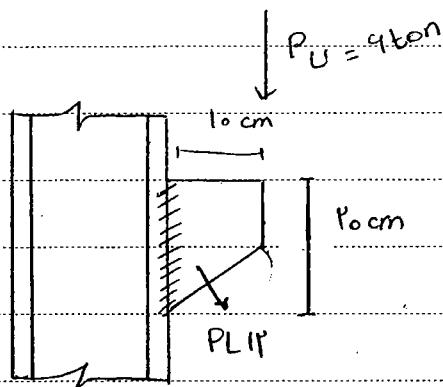
۴) انتخاب بعد جوش مناسب و یا محاسبه ظرفیت جوش



Subject:

Year. Month. Date. ()

Ex) چوب گستر اتصال زیر را تعیین کنید. فولاد معینی فولاد نرمی با ضخامت ۲۴۰۰ kg/cm² و طول ۲۰۰ cm و نوع ۴۰ و نوع گستر ۱۲ mm است.



چوب گستر

$$A = 2 \times 20 = 40 \text{ cm}$$

$$f_v = \frac{P_u}{A} = \frac{9600}{40} = 240 \text{ kg/cm}$$

چوب گستر

$$S = 2 \times \frac{d^2}{4} = \frac{d^2}{2} = \frac{20^2}{2} = 200 \text{ cm}^2$$

$$M_u = P_u e = 9600 \times 10 = 96000 \text{ kg.cm}$$

$$f_b = \frac{M_u}{S} = \frac{96000}{200} = 480 \text{ kg/cm}$$

$$f = \sqrt{f_v^2 + f_b^2} = \sqrt{240^2 + 480^2} = 536.6 \text{ kg/cm}$$

$$f \leq R_D = 0.4 F_{ue} \times 0.707 D \rightarrow$$

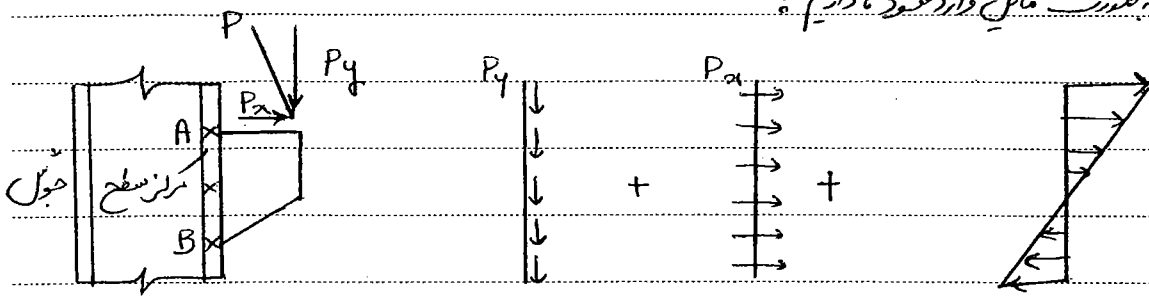
$$536.6 \leq 0.4 \times 2400 \times 0.707 D \rightarrow$$

$$D \geq 0.134 \text{ m} \rightarrow D = 134 \text{ mm} \mid D_{min} = 5 \text{ mm}$$

با توجه به این محدودیت باید به جوش

۱؛ ۴ mm به ۵ mm افزایش یابد

نکته: اگر بار P به صورت مایل وارد شود، داریم:

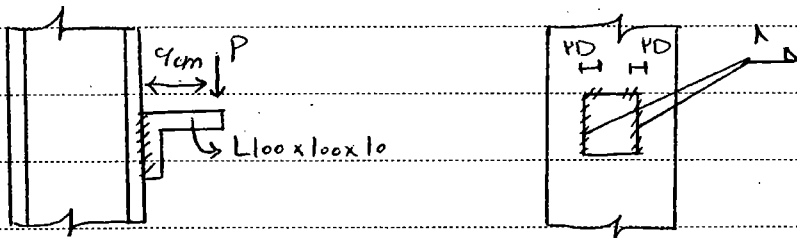


$$f_A = \sqrt{(f_{rx} + f_{ux})^2 + f_{ry}^2} \leq R_D$$

نقطه بحرانی از میان A و B می شود.

تذکره: به خاطر لایروبی جوش که الهامی یک بعدی و خطی است، (یک بعد آن در برابر دیگر بسیار کوچک است)، مقدار جوش مثل مقطع نسبت که فرض شود تحت اثر برش موازی جوش، تغییرات تنش برش در طول جوش به صورت سهمی است و همواره در طراحی تحت اثر برش کندهنده از برش سطح جوش، توزیع تنش برش در کلیه نقاط جوش یکدست فرض می شود. هر چند که به دلیل مسئله سیمز تنش، تنش نقاط ابتدایی و انتهایی جوش مقدارش بزرگ تر از تنش برش متوسط می باشد، ولی این فرض در طراحی جوش فرض مایل قبلی است.

تذکره: [نیروی قابل تحمل اتصال بر اساس ظرفیت جوش] در دو حالت محاسبه نمایند. (۱) از اثر جوش کمی برکشی مومانی صرف نظر کنید. (۲) از اثر جوش کمی برکشی مومانی صرف نظر نکنید.



Subject:

Year. Month. Date. ()

✗ مرکز سطح جوش علامتگذاری شده است زیرا اگر نبرد یا اعتدال شود از مرکز سطح جوش که بلندتر و هیچ تغییراتی در

جوش های اتصال به وجود نمی آید و در تمام نقاط جوش، تنش برشی متفاوت خواهیم داشت.

* ۲ یعنی جوشی که در نگاه انجام شده است.

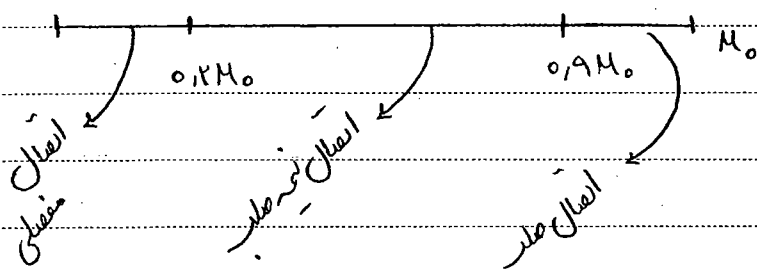
□ جوش الماسانه و کام

○ جوشی که در دور دور "کاملاً" انجام شده است.

فصل ۲

انصالات چوبشی

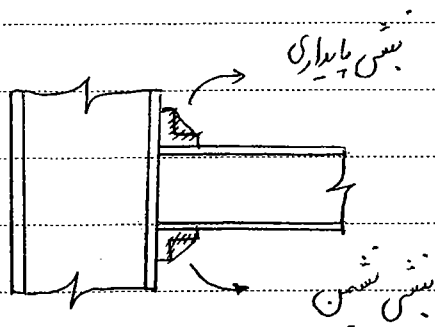
- انصالات بر سه دسته مفصلی، نیمه صلب و صلب تقسیم می شوند. اگر لنگر ایجاد شده در یک اتصال کوچتر یا مساوی و در لنگر کنیاری در اتصال مورد نظر باشد، اتصال مفصلی محسوب می شود. (Simple connection).
- اگر لنگر ایجاد شده در یک اتصال بیش از ۲ در صد آ ۹۰ در صد لنگر کنیاری در اتصال مورد نظر باشد، اتصال نیمه صلب محسوب می شود. (Semi-rigid connection). اگر لنگر ایجاد شده در اتصال بزرگتر یا مساوی ۹۰ در صد لنگر کنیاری در اتصال مورد نظر باشد، اتصال صلب است. (rigid connection).



با تقویت اتصالات مفصلی و یا تقصیف اتصالات صلب، می توان به اتصال نیمه صلب رسید.

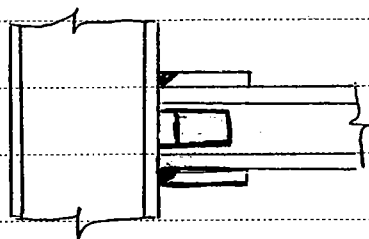
اگر در اتصال مفصلی با نبش نشخین، هم نبش نشخین و هم نبش بایداری، هر دو با الحاقی تقویت شود.

بند اتصال نیمه صلب می رسم



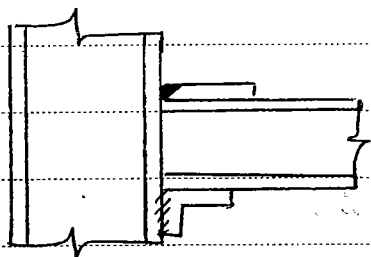
با تقویت مفصلی به نیمه صلب
رسیده ایم.

(۱)



اگر در اتصال صلب به جای درز پایی در از
یک نقش استفاده شود، باز هم یک اتصال
نیمه صلب ایجاد می شود.

با تقویت به نیمه
صلب رسیده ایم.



هر چند در نیمه صلب به درز پایی در از در نیمه صلب به درز پایی در از

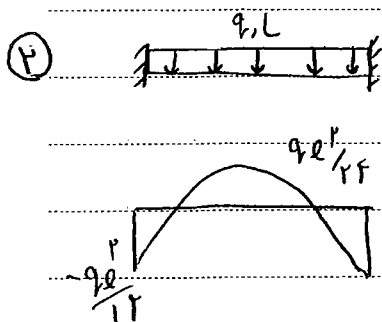
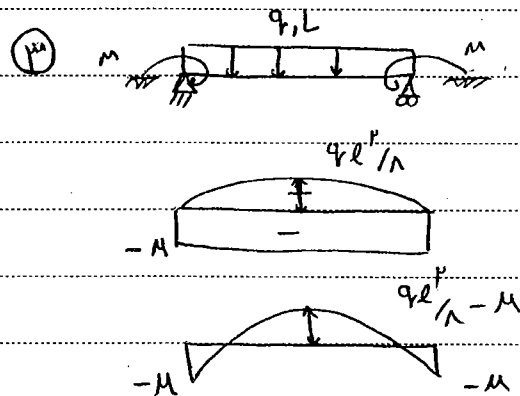
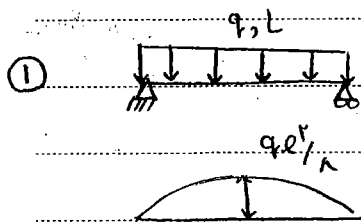
بهتر است

این نامه کی طراحی سازه کی فولاد فقط طراحی و اجرای اتصالات مفصلی و طلب را توجه می کنند و طراحی اتصالات نیمه صلب در این آیین نامه کم مسکوت باقی مانده است که دلیل این مسئله مشخص نبودن سختی و درجه گیرایی این اتصالات است که کار طراحی را بسیار پیچیده و زمانبر اتصالات را غیر قابل پیش بینی می کند.

به همین دلیل علی رغم اینکه معمولاً استفاده از اتصالات نیمه صلب به جای اتصالات صلب، طراحی را بهینه تر می کند، ناچار هستیم از اتصالات نیمه صلب استفاده نکنیم.

* در اتصالات نیمه صلب، وقتی ما می توانیم سختی را تعیین کنیم، کمتر آن را هم نمی دانیم و به همین خاطر برای طراحی عدم قطعیت داریم.

* اتصالات نیمه صلب می توانند مقیادی تر باشند، یعنی Demand کمتر می داشته باشند و در واقع بار دخیل کمتری می تواند بارگذاری تحمل شود.



semi-rigid connection

rule : هر موقع در سازه مقادیر ماکزیمم دلگرسازی + و - باید دلگرسازی برابر شوند و تغییر به صورت پله درآمده و در

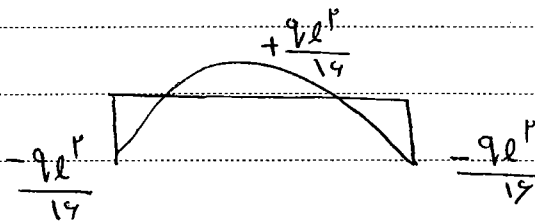
آن حداقل دلگرسازی ایجاد می شود ← optimum Design

برای ایجاد این شرایط در شکل شماره ۳ را داریم :

$$M = \frac{ql^2}{8} - M \rightarrow$$

$$PM = \frac{ql^2}{8} \rightarrow M = \frac{ql^2}{16}$$

از هر دو دیر مفصل و دیر گیردار
این اتصال برقرار است.



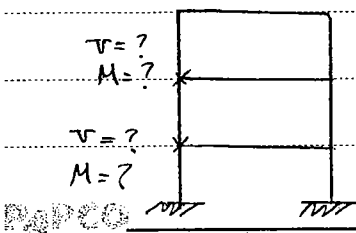
[*] برای مدلسازی اتصال نیمه صلب باید بین تیر و ستون محدودیت گرفته شود و آنچه که نرم افزار Etabs از اینجا آن
نمی تواند است [

□ برای طراحی اتصالات تیر به ستون می توان بر دو صورت عمل نمود :

① از فایل خروجی SAP یا Etabs مقادیر برش و دلگرسازی برای هر اتصال استخراج شود و در اتصال

برای این مقادیر برش و دلگرسازی گردد. با توجه به تعداد زیاد اتصالات و امکان اشتباه در طراحی این روش متداول

نمی باشد.

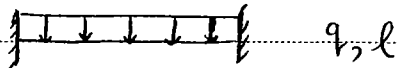


PAPECO

② می توان بدون توجه به معادله برش و گشتش مایل یکی خروجی SAP یا Etabs، اتصال را بر اساس

ظرفیت تیر طراحی کرد. با توجه به اینکه معمولاً از یک بار دوجین تیر در طراحی استفاده می شود، طراحی در این حالت

$$M_p = \sum F_y$$



بسیار ساده می باشد.

$$\text{برای تیر طراحی اتصال: } \frac{q l^2}{12} = 0.9 M_p = 0.9 \sum F_y \rightarrow q = \frac{1.08 \sum F_y}{l^2}$$

$$\text{برای برش طراحی اتصال: } V_{max} = \frac{q l}{2} = \frac{0.54 \sum F_y}{l}$$

* چرا برای برش نیز همانند تیر از ظرفیت برش تیر استفاده نمی کنیم؟

زیرا معمولاً تیر با به صورت جوش طراحی می شوند و عدد به دست آمده خیلی بزرگتر از $\frac{0.54 \sum F_y}{l}$ بوده و نیاز ک به آن نیست. در نتیجه برش را از ظرفیت جوش آن بهتر است به دست بیاوریم.

$$A_w \times 0.6 F_y \gg \frac{0.54 \sum F_y}{l}$$

□ برای تیرهای کوتاه ← ظرفیت تیر را ظرفیت برش آن تعیین می کنند. (بالا از ۱ متر)

□ برای تیرهای متوسط ← ظرفیت تیر را ظرفیت جوش تعیین می کنند. (۱-۳ متر)

□ برای تیرهای بلند ← ظرفیت تیر را Deflection آن تعیین می کنند. (بالا از ۸ متر)
(خفید)

$$\frac{\text{Demand}}{\text{Capacity}} = \frac{M_u}{\phi_b M_n}, \frac{V_u}{\phi_v V_n}, \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{all} = \frac{l}{240}}$$

* هر کدام از این نسبت بالا از یک ترشند، آن حالت بر طراحی می شود.

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

* الرافعاتی برای ظرفیت تیر متصل به آن طراحی شود؛ به آن اتصال تمام مقاومت (Full strength) می‌گویند.

در غیر اینصورت آن را اتصال با مقاومت جزئی (partial strength) می‌نامند که البته همیشه اتصال

خود را تمام مقاومت طراحی می‌کنیم. (اتصالات تمام مقاومت، به نحای ظرفیت تیر را به عنوان متصل می‌کنند.)

« درصد گیرداری »

بنابراین تعریف در یک اتصال، درصد گیرداری از نسبت قطر اتصال به قطر گیرداری بهمان اتصال توسط رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = \text{درصد گیرداری} = \frac{\text{قطر اتصال}}{\text{قطر گیرداری}} \times 100$$

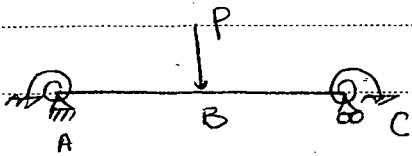
$R = 100$ ← اتصال گیردار کامل

$R = 0$ ← اتصال مفصلی

Subject:

Year. Month. Date. ()

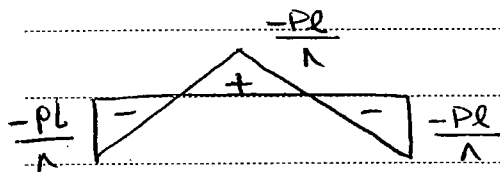
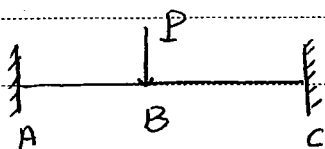
(Ex) نمودار تخریبی تغییرات برای مقادیر ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ گیرداری رسم کنید.
 کدام گیرداری حالت بهینه را برای طراحی تیرهای دس کند؟



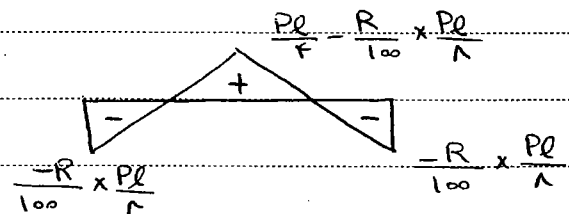
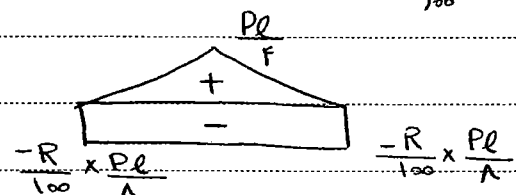
→ Semi-rigid connection

اگر گیرداری R باشد، تخریب به چه شکلی خواهد بود؟

$$\frac{-R}{100} \times \frac{Pl}{\lambda}$$

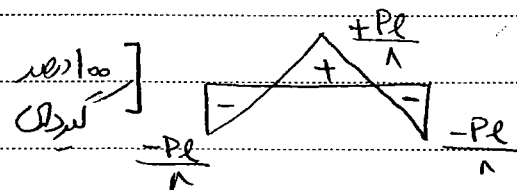
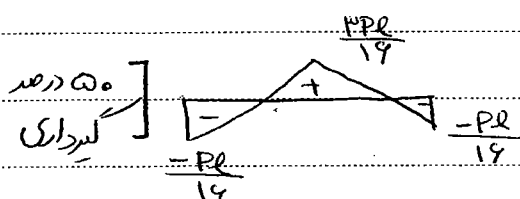
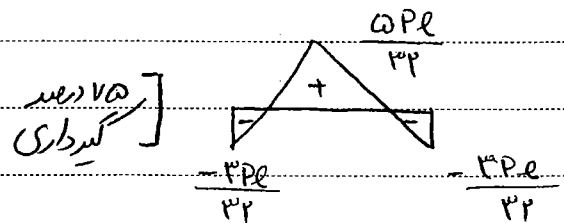
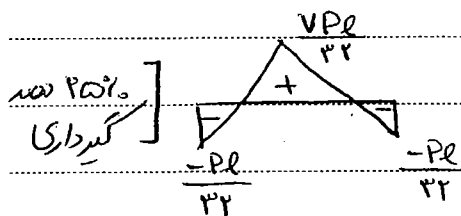
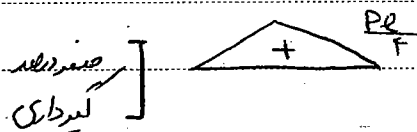


داین
مثال
داریم



← (حالت کلی)

← (مربوط به این مثال با اصل Super position)



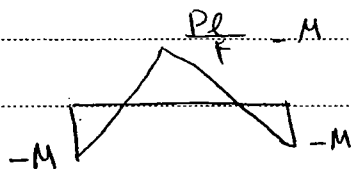
در هر حالت بیش، آخرین حالت (۱۰۰٪ نگهداری) از همه بهینه تر است.

زیرا اگر Max تیر، Min ممکن شده است. (کمترین حالت ممکن)

نکته: البته در اینجا ما همه این محاسبات را برای بار معینی انجام داریم و میگوییم که در واقعیت بار گسترده است.

نکته: با توجه به محاسبات فوق دیده می شود که برای یک تیر تحت اثر بار متغیر در وسط آن، صد درصد نگهداری حالت

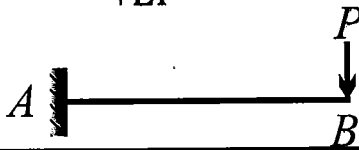
بهینه را ایجاد می کند که البته این مطلب بدون انجام این محاسبات نیز قابل اثبات است.



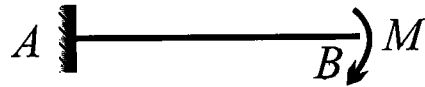
$$|M_{max}^+| = |M_{max}^-|$$

$$M = \frac{P \cdot L}{4} - M \rightarrow M = \frac{P \cdot L}{4} \rightarrow F \cdot E \cdot I \cdot \Delta = \frac{P \cdot L}{4} \rightarrow R = \frac{M}{F \cdot E \cdot I \cdot \Delta} \times 100\% = 100\%$$

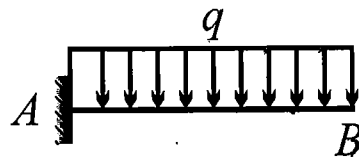
$$۱) \Delta_B = \frac{PL^3}{3EI}, \quad \theta_B = \frac{PL^2}{2EI}$$



$$۲) \Delta_B = \frac{ML^2}{2EI}, \quad \theta_B = \frac{ML}{EI}$$



$$۳) \Delta_B = \frac{qL^4}{8EI}, \quad \theta_B = \frac{qL^3}{6EI}$$

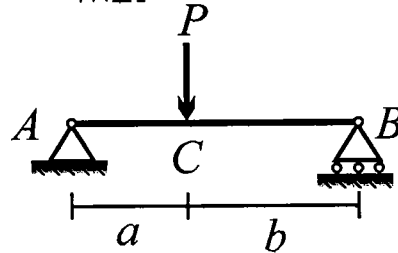


$$۴) \Delta_C = \frac{Pa^2b^2}{3EIL}, \quad \theta_A = \frac{Pab(L+b)}{6EIL}$$

$$\theta_B = \frac{Pab(L+a)}{6EIL}$$

$$\text{If } a = b = \frac{L}{2}$$

$$\rightarrow \Delta_C = \frac{PL^3}{48EI}, \quad \theta_A = \theta_B = \frac{PL^2}{16EI}$$



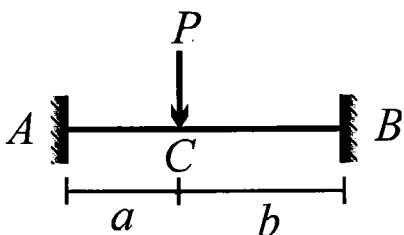
$$۵) \Delta_C = \frac{Pa^2b^2}{3EIL^3}, \quad M_A = \frac{Pab^2}{L^2}$$

$$M_B = \frac{Pa^2b}{L^2}, \quad M_C = \frac{2Pa^2b^2}{L^3}$$

$$\text{If } a = b = \frac{L}{2}$$

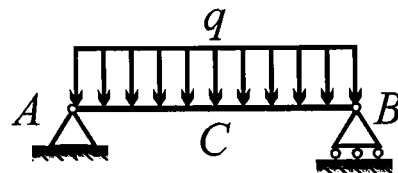
$$\rightarrow \Delta_C = \frac{PL^3}{192EI}$$

$$M_A = M_B = M_C = \frac{PL}{8}$$

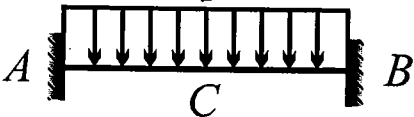


$$۶) \Delta_C = \frac{5qL^4}{384EI}$$

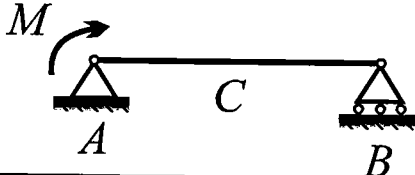
$$\theta_A = \theta_B = \frac{qL^3}{24EI}$$



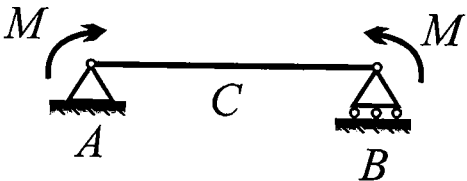
۷) $\Delta_C = \frac{qL^4}{384EI}$
 $M_A = M_B = \frac{qL^2}{12}$, $M_C = \frac{qL^2}{24}$



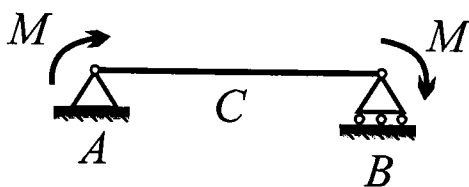
۸) $\Delta_C = \frac{ML^3}{16EI}$
 $\theta_A = \frac{ML}{3EI}$, $\theta_B = \frac{ML}{6EI}$



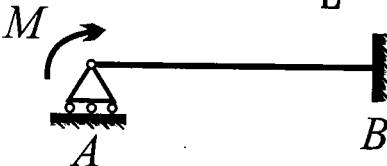
۹) $\Delta_C = \frac{ML^3}{8EI}$, $\theta_A = \theta_B = \frac{ML}{2EI}$



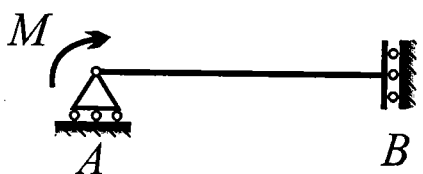
۱۰) $\Delta_C = 0$, $M_C = 0$
 $\theta_A = \theta_B = \frac{ML}{6EI}$



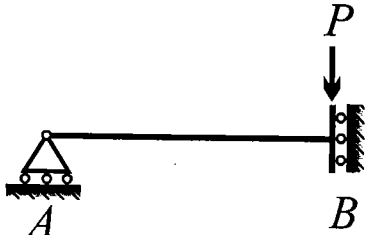
۱۱) $\theta_A = \frac{ML}{6EI}$, $M_B = \frac{M}{2}$
 (هم جهت با M)
 $R_A = R_B = 1.5 \frac{M}{L}$



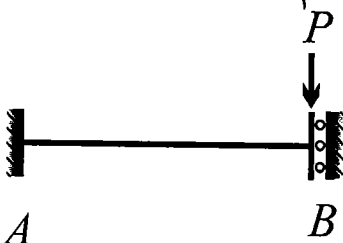
۱۲) $\Delta_B = \frac{ML^3}{6EI}$, $\theta_A = \frac{ML}{EI}$



۱۳) $\Delta_B = \frac{PL^3}{6EI}$, $\theta_B = \frac{PL^2}{2EI}$



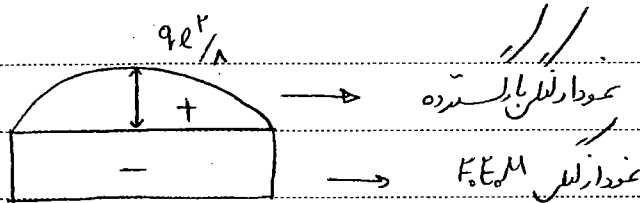
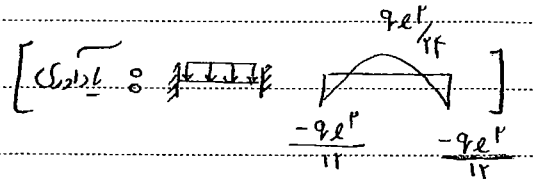
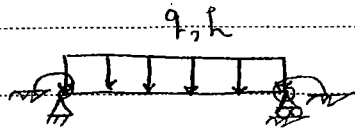
۱۴) $\Delta_B = \frac{PL^3}{12EI}$, $M_A = M_B = \frac{PL}{2}$
 $M_{mid} = 0$, $\Delta_{mid} = \frac{1}{2} \Delta_B$



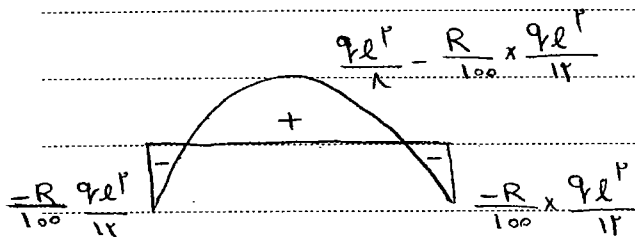
Subject:

Year. Month. Date. ()

سؤال [سیزدهم] اثر بار سده : متفاوت قرار دارد، نمودار تنش کشش تیر را برای $R\%$ گیرداری رسم کنید و تعیین نمایید حالت بهینه در چند درصد گیرداری ایجاد می شود؟ $R\%$



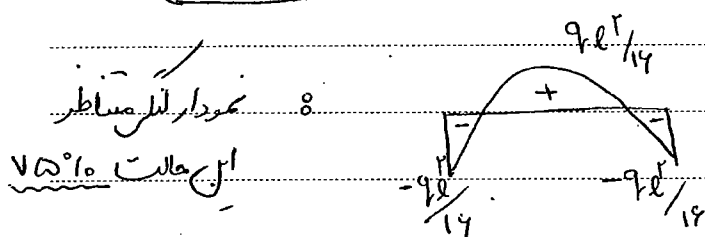
$$-\frac{R}{100} \times \frac{q l^2}{12}$$



Optimum Design : $|M_{max}^-| = |M_{max}^+| \rightarrow$

$$\frac{R}{100} \times \frac{q l^2}{12} = \frac{q l^2}{12} - \frac{R}{100} \times \frac{q l^2}{12} \rightarrow \frac{R}{100} \times \frac{q l^2}{12} = \frac{q l^2}{12} \rightarrow R = 100\%$$

$$\rightarrow R = 75\%$$



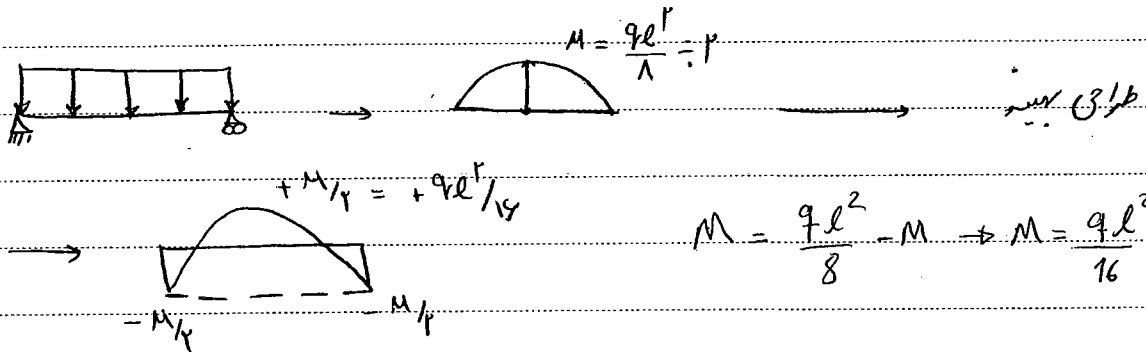
Subject:

Year: Month: Date: ()

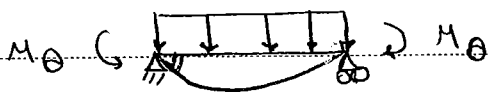
نکته ۸: اگر بارگذاری روی یک تیر در مساده باعث ایجاد لنگر خفشی مازنییم M در آن شود، چنانچه این تیر

بخواهد با اتصالات نیمه صلب در چپ و راست آن به صورت بهینه طراحی شود، لنگر مثبت یکبارگی و

لنگر مثبت مازنییم در طول تیر، مقدارشان برابر یکدیگر خواهند شد.



معادله * سختی فنرهای استفاده شده باید چه قدر باشد تا این حالت بهینه در سازهی قبل به وجود آید؟
(سختی فنرهای ددرانی یکبارگی)



$$M_0 = \frac{q l^2}{16} \quad \text{طراحی بهینه}$$

معادله سازگاری compatibility equation: $\Delta \phi = \theta_{\text{beam}}$

$$\frac{M_0}{K_\theta} = \theta_{\text{beam}} = \frac{q l^3}{24 E I} - \frac{M_0 l}{2 E I} \quad \text{برای طراحی بهینه} \quad M_0 = \frac{q l^2}{16}$$

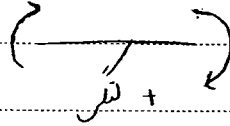
$$\frac{q l^2 / 16}{K_\theta} = \frac{q l^3}{24 E I} - \frac{M_0 l}{2 E I} \rightarrow K_\theta = \frac{q l^2 / 16}{q l^3 / 24 E I - M_0 l / 2 E I}$$

$$K_\theta = \frac{4 E I}{l} \rightarrow \text{سختی فنر (سختی اتصال) برای بهینه شدن تیر}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

حل مثال بارش شیب ثابت:



$$M_{A-B} = \frac{qEl}{L} (\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{L}) + M_{AB}^F \rightarrow$$

$$M = \frac{qEl}{L} (\theta - \theta) - \frac{qL^2}{12} = \frac{qEl\theta}{L} - \frac{qL^2}{12} \rightarrow$$

$$\frac{-qL^2}{12} = \frac{qEl\theta}{L} - \frac{qL^2}{12} \rightarrow \frac{qEl\theta}{L} = \frac{qL^2}{12} \rightarrow \frac{qL^2}{12} = \frac{qL^2}{12} = \frac{qL^2}{12}$$

$$\theta = \frac{qL^2/12}{\frac{qEl}{L}} = \frac{qL^3}{12EI} \quad K = \frac{M}{\theta} = \frac{qL^3/12}{qL^3/12EI} = \frac{4EI}{L}$$

* به عنوان مثال برای یک تیر آهن IPE ۱۴۰ با طول F_m و شیب دورانی مورد نیاز برای طراحی پهنه در این بارگذاری برابر $\frac{192}{5} \text{ t.m/rad}$ است.

$$E = 2 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

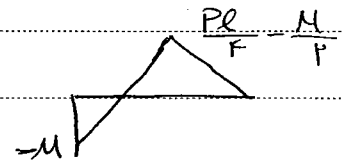
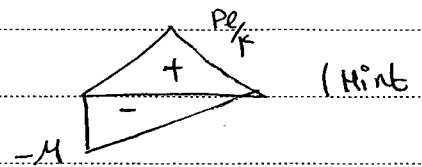
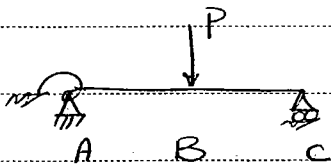
$$I = 541 \text{ cm}^4, \quad l = F_m = F_{00} \text{ cm}$$

$$\frac{4EI}{L} = \frac{4 \times 2 \times 10^4 \times 541}{F_{00}} = 14,23 \times 10^4 \text{ kg.cm/rad} = 14,23 \text{ t.m/rad}$$

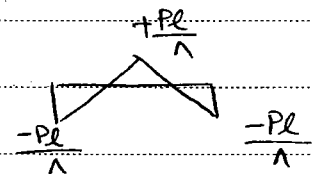
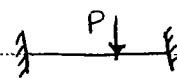
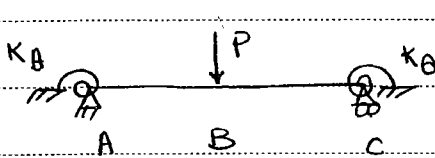
تقریباً [در سیزدهم مبحث دورانی محل اتصال تیر و ستون تحت چپ باید چند دورانی نشان داده شده است،

در حد لیرا در اتصال چه قدر باشد، با طراحی تیر به صورت پهنه انجام شود؟ برای این حالت پهنه مبحثی قدر دورانی را

کاملاً بنویسید. اگر تیر مورد نظر IPE14 به طول f_m باشد، مبحثی اتصال برای طراحی پهنه چه قدر است؟



(Ex) در سیزدهم مبحث دورانی محل اتصال تیر و ستون با چند دورانی نشان داده است، مبحثی قدر دورانی
حاصل دهه اکثر چه قدر باشد تا تیرهای تیرهای نه تیرهای ۹۰ و ۱۲۰ در حالت تیرهای تیرهای ۹۰ و ۱۲۰؟

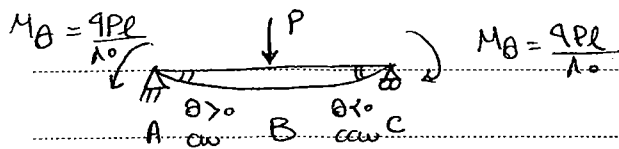


$$\text{حاصل تیر اتصال لیرا} = 0.9 \text{ F.E.M} = 0.9 \frac{PL}{\lambda} = \frac{9PL}{10}$$

ادامه حل با استفاده از روش
تیرهای پایه کلین سازه

Subject:

Year: Month: Date: ()



مقاومت در برابر چرخش: $\Delta\phi = \theta_A \rightarrow \frac{9Pl}{16} = \frac{Pl^2}{16EI} - \frac{9Pl}{16} \times \frac{l}{EI}$

$K_\theta = \frac{9Pl}{16} = \frac{16EI}{L}$
 حداقل تنش مندرکشی درانی برای اندک اتصال
 گیردار باشد

مقاومت در برابر انحراف: $\Delta\phi = \theta_A \rightarrow \frac{Pl}{F_0} = \frac{Pl^2}{16EI} - \frac{Pl}{F_0} \times \frac{l}{EI}$

$(\omega - 1) \frac{Pl^2}{16EI} = \frac{Pl^2}{16EI}$

$K_\theta = \frac{Pl}{F_0} = \frac{16EI}{L}$
 حداقل تنش مندرکشی درانی برای اندک اتصال
 منفرجه باشد

در صورت اول با
 روش مستقیم

$M_A = M_{AB} = \frac{PEI}{l} (2\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{l}) + M_{AB}^F$

$\frac{-9Pl}{16} = \frac{PEI}{l} (\theta) - \frac{Pl}{16} \rightarrow \frac{PEI}{l} \theta = \frac{Pl}{16} - \frac{9Pl}{16} = \frac{Pl}{16}$

$\theta = \frac{Pl}{16EI} = \frac{Pl^2}{16EI} \rightarrow K_\theta = \frac{M}{\theta} = \frac{9Pl/16}{Pl^2/16EI} = \frac{16EI}{l}$

P4PCO

✓✓

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$0 < K_{\theta} < 0.15 \frac{EI}{l} \rightarrow 0 < M_{\theta} < \frac{Pl}{F_{\theta}} \rightarrow \text{Simple connection} \quad \text{[تقریبی]}$$

$$0.15 \frac{EI}{l} < K_{\theta} < \frac{1EI}{l} \rightarrow \frac{Pl}{F_{\theta}} < M_{\theta} < \frac{9Pl}{10} \rightarrow \text{Semi rigid connection}$$

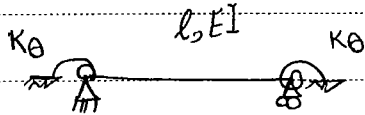
$$K_{\theta} > \frac{1EI}{l} \rightarrow M_{\theta} > \frac{9Pl}{10} \rightarrow \text{rigid connection}$$

تقریبی [در تیر زیر که نخستی دورانی محل اتصال تیر و ستون بافتن دورانی بسیار نشان داده شده است،

ثابت کنید که به ازای هر بارگذاری متعارف روی تیر، حد اکثر نخستی تیر و ستون برای اینده کمتر تله ماه ها ۲۰٪

حالت لیرداری باشد هم چنین حداقل سختی تیر و ستون برای اینده کمتر تله ماه ها ۹۰٪ حالت لیرداری شود

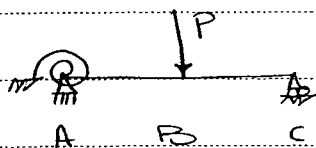
چقدر است؟ (بارگذاری یکنواخت) Hint: تناقض ممکن برابر بودن ۵ و کمتر فرض است



تقریبی [در تیر زیر که نخستی دورانی محل اتصال تیر و ستون صحت جیب باید فنر دورانی نشان داده شده است،

نخستی فنر دورانی حداقل و حداکثر چقدر باشد تا کمتر تله ماهی به ترتیب ۹۰٪، ۲۰٪ حالت لیرداری شود اگر تیر

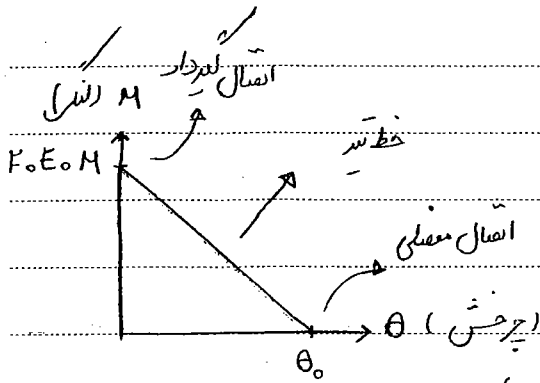
هور زطر IPE ۱۴ به طول ۴m باشد.



Subject:

Year. Month. Date. ()

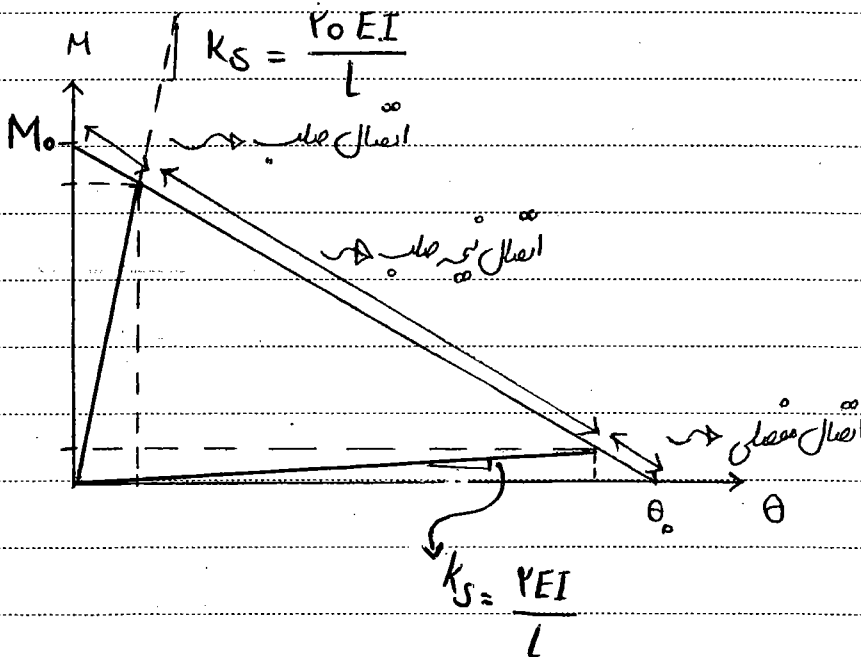
Beam Line خط سیر



اگر یک اتصال فولادی سیر و سیر را در نظر بگیریم و مطابق شکل فوق مقادیر لنگر چرخش آن را به ترتیب در یک محور یکی تمام واضح بگیریم، نموداری به دست می آید که به خط سیر موسوم است.

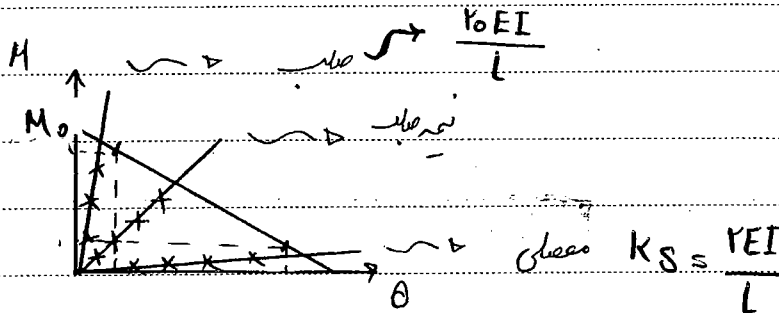
beam line equation :

$$\frac{M}{F_o E_o M} + \frac{\theta}{\theta_o} = 1 \quad \left(\frac{x}{x_o} + \frac{y}{y_o} = 1 \right)$$



Subject:

Year. Month. Date. ()

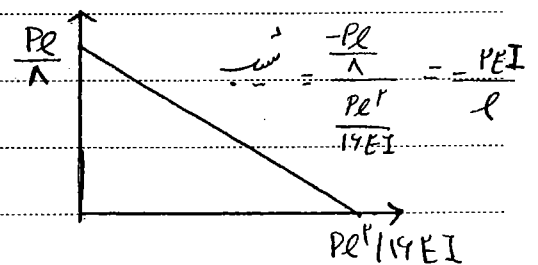
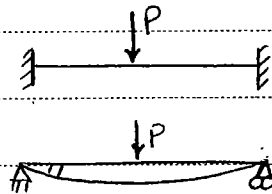
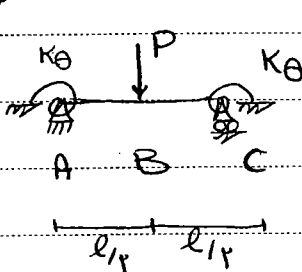


* برای رسم این نمودارها باید از بارگذاری تک نقطه‌ای و یا همان monotonic loading استفاده کرد.

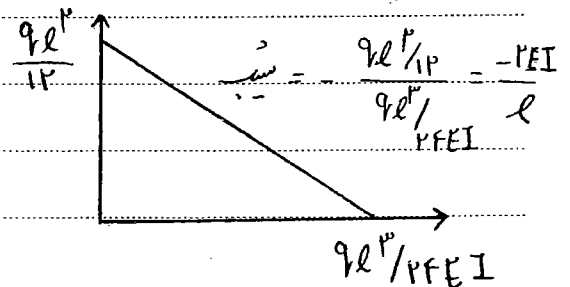
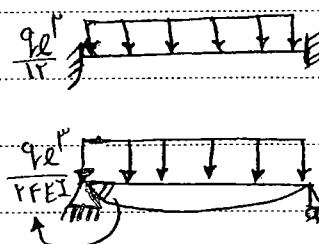
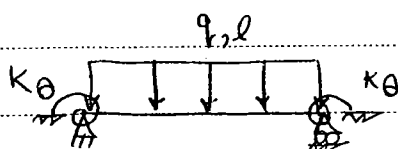
* * *

(Ex) خط تیر را برای بررسی زیر رسم کنید.

(1)



(2)

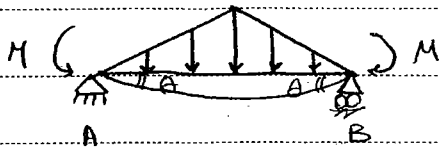


24/5/1400

و ج

در نمودارهای فطیر، برای تیر متعادل تحت اثر بارگذاری متعادل، همواره شیب نمودار ثابت و برابر $\frac{PEI}{l}$ است.

← اثبات از طریق روش شیب افت :



$$\theta_A = \theta \quad \theta_B = -\theta$$

$$M_{BA} = M = \frac{PEI}{l} \left(2\theta_B + \theta_A - \frac{3\Delta}{l} \right) + M_{BA}^F$$

$$\rightarrow M = \frac{PEI}{l} \left[2(-\theta) + \theta - 3 \times 0 \right] + F_o E_o M_o \rightarrow$$

$$M = \frac{-PEI}{l} \theta + F_o E_o M_o$$

فطیر در حد گیرداری :

$$R = \frac{\text{لنگر اتصال}}{\text{لنگر گیرداری}} \times 100\% = \frac{M}{F_o E_o M_o} \times 100\%$$

$$M = 0 \rightarrow R = 0\% \quad \text{مفصل کامل}$$

$$M = M_o \rightarrow R = 100\% \quad \text{گیردار کامل}$$

با فرض اینکه به جای لنگر اتصال، زادیه چرخش اتصال مشخص باشد، چنانچه باخذن شین لنگر عین در اتصال و مفصل شین آن زادیه چرخش اتصال مفصلی θ باشد، در حد گیرداری رای توان از رابطه زیر محاسبه کرد :

$$R = \frac{\text{تعداد چرخش اتصال و اتصال مفصلی}}{\text{چرخش اتصال مفصلی}} \times 100\% \rightarrow$$

Subject:

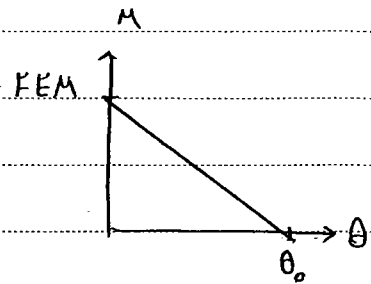
Year. Month. Date. ()

$$R = \left(\frac{\theta_0 - \theta}{\theta_0} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\theta}{\theta_0} \right) \times 100\%$$

$$\theta = 0 \rightarrow R = 100\%$$

$$\theta = \theta_0 \rightarrow R = 0\%$$

گیردار کامل
مفصلی کامل



$$\text{معادله خطیتر} : \frac{M}{M_0} + \frac{\theta}{\theta_0} = 1 \rightarrow \frac{M}{M_0} = 1 - \frac{\theta}{\theta_0}$$

$$\frac{\text{لنگر اتصال}}{\text{لنگر گیرداری}} + \frac{\text{زادیه چرخش اتصال}}{\text{زادیه چرخش اتصال مفصلی}} = 1$$

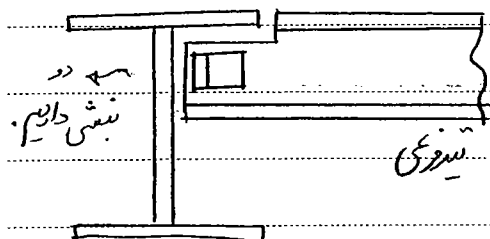
در حالت کلی گیرداری اتصال $P\%$ است، چرخش اتصال برابر است با $(100-P)\%$ درصد چرخش
اتصال مفصلی متناظر.
مثلاً اگر درصد گیرداری اتصالی 2% درصد باشد، چرخش این اتصال 70% درصد اتصال مفصلی متناظر است.
چرخش

* * *

اتصالات مفصلی

زبانده یک طرفه

اتصالات مفصلی بر دو نوع است:



① اتصال مفصلی با ششی جان (اتصال کنای)

تیر اصلی - تیر فرعی

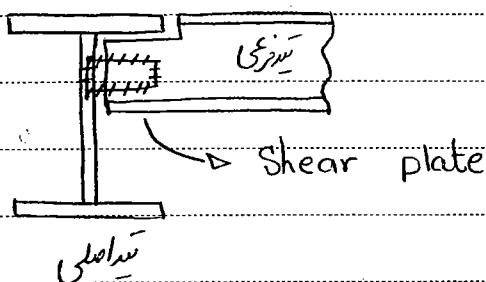
Welded Girder

در اجرای اتصال مفصل با نبش جان بهتر است به جای آنکه نبش در وسط ارتفاع تیر اجرا شود، محال به جان موافق باشد، چگونگی جان مشارکی فوقانی تیر را، خط کش نبش جان نبشی کند و این نبش می تواند به عنوان

یک قید جلوی گمانش بال مشارک را بگیرد
(LTB)

در شش و ابران معمولاً به جای نبش لای جان از دو ورق به نام ورق برشی یا ورق لای برشی برای اتصال مفصلی تیر

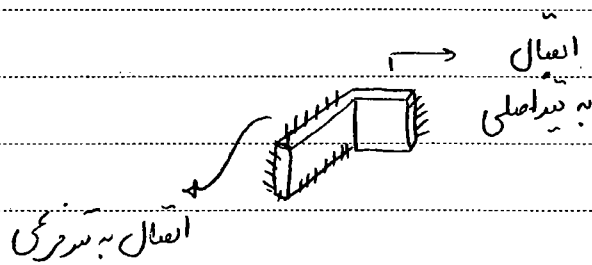
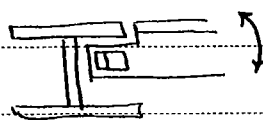
به تیر استفاده می کنند که مناسب و قابل قبول نمی باشد.



در اتصال تیر فرعی به تیر اصلی که مفصلی می باشد، با نبش تیر فرعی بتواند نسبت به تیر اصلی چرخش داشته باشد.

همیشه نبش اجازه این چرخش را می دهد ولی در اتصال با ورق برشی یا اجازه چرخش نداریم و عملاً

اتصال به جای مفصل (که θ دارد)، حالت نیمه صلب پیدا می کند که با فرضیات طراحی متفاوت است.



* عدم اتصال کامل نبش به تیر اصلی، اجازه چرخش آن را می دهد.

(نشی angle)

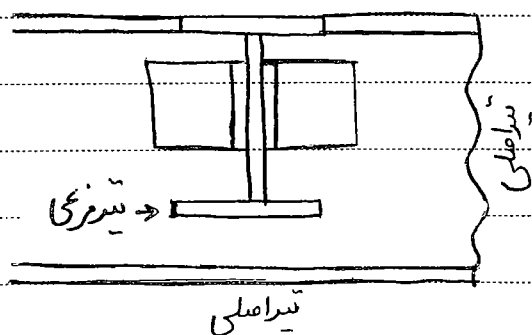
کنترل های مورد نیاز در طراحی اتصال با نشی جان عبارتند از :

① کنترل جوش اتصال تیر فرعی به نشی

② کنترل جوش اتصال نشی به تیر اصلی

③ کنترل برش در نشی

در طراحی از بخش نشی و کنترل های آن چشم پوشی می شود.



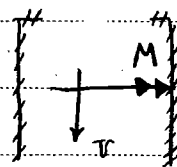
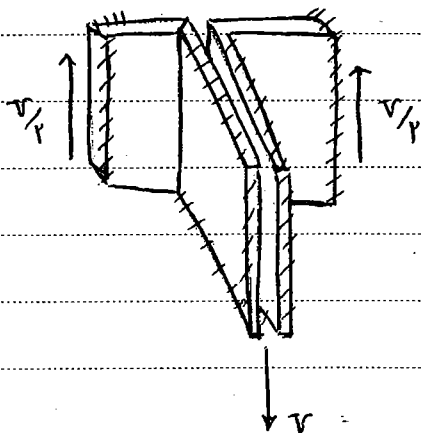
با توجه به شکل ادیده می شود که جوش اتصال

نشی به تیر فرعی برای برش و نشی طراحی

می شود. در حالیکه جوش اتصال نشی به تیر

اصلی و یا ستون برای برش و بخش طراحی

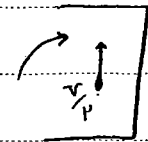
می گردد.



برش را به صحنه اتصال نشی به جان تیر اصلی برده و لنز M هم ایجاد می شود.

جوش اتصال نشی به تیر اصلی تحت برش و بخش

جوش اتصال نشی به تیر فرعی تحت یک لنگر نشی
جان

$$T = \frac{V}{P} e$$


جوش در این قسمت باید کامل باشد و چون لنگر نشی داریم با I و I_p سروکار داریم و اگر ما جوش را به صورت C

انجا که دهیم، I_x و I_y مناسبی خواهیم داشت

$$I_p = I_x + I_y$$

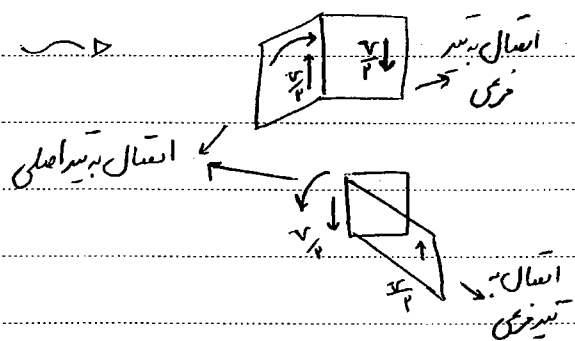
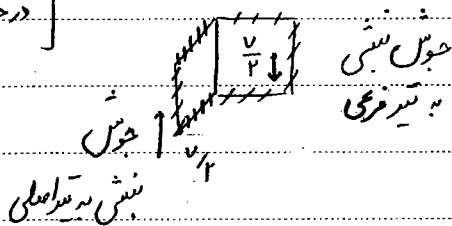
در واقع جوش اگر در غش باشد، می توان تنها از یک پاس مأمور استفاده کرد و می توانی که جوش تحت لنگر نشی

باشد و باید از پاس یکی عمود بر هم استفاده کرد.

هنگامی که صفحه ی اتصال 90° بچرخد، لنگر نشی، جوش می شود و برعکس.

سؤال: آیا می توان از یک نشی برای اتصال تیر فرعی به اصلی استفاده کرد؟

در حالت کلی دیاگرام نشی



با متصل کردن V ، لنگر ایجاد شده در یک نشی با لنگر ایجاد شده توسط نشی دیگر جوش شده و صفحه ی نشی

Subject:

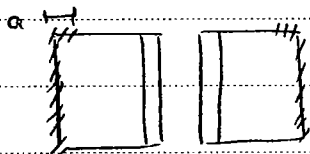
Year. Month. Date. ()

[یک نبش]

اما در هنگامی که فقط یک نبش داشته باشیم،
نگار خمش، پیمایش و برش را هر سه هم زمان داریم.

سه دیگر هم جوش نبش به حال سراسری و حال تیر فرجی باید برای خمش، پیمایش و برش طراحی شوند.
(به صورت C شکل)
← این عملیات عرف نبوه و نباید صورت بگیرد.

باتوجه به عرف ایران، به منظور جلوگیری از پیچیدگی در بالای اتصال نبش حال به ستون یا تیر اصلی که تحت کشش است، جوش برکش انجام می شود. طول این جوش برکش بین ۲ تا ۳ برابر بعد جوش است. در اینجا دیگر قیمت پائین را جوش نمی دهند و فقط قیمت بالای را که تحت کشش است، از جوش برکش استفاده می کنند.



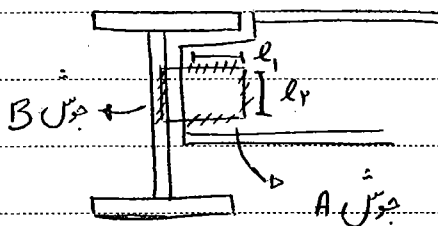
$$PD \ll a \ll FD$$

مراحل طراحی اتصال نبش جال :

در اجرای نبش جال یک خطه مونتاز (بادخور) به میزان ۲cm به خاطر خطای اجرای و هم چنین چرخش رلعت تیرفرعی به تیر اصلی در نظر گرفته می شود.



الف | طراحی جوش نبش به تیرفرعی (جوش A)



l_1 : به نمره نبش و خطه مونتاز (بادخور) بستن دارد.

بادخور - بعد نبش = l_1

l_2 : طول نبش که از اختیارات طراح است.

برای اینکه نبش جلوی چرخش را نگیرد، (جلوی چرخش اتصال)، توصیه شده است که طول نبش l_2 بین

l_2 تا l_1 ارتفاع تیرفرعی باشد.

مراحل طراحی جوش A عبارتند از :

① محاسبه ممان اینرسی قطبی I_p و \bar{x} برای جوش

② محاسبه نبش برشی مستقیم f_y

③ محاسبه مولفه دائم نبش برشی ناشی از لنگر خمشی

$$f_y'' = \frac{T_x}{I_p}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

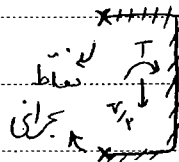
$$f''_x = \frac{T_y}{I_P}$$

④ محاسبه مولفه‌های تنش برشی ناشی از گشتاور

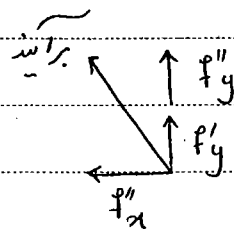
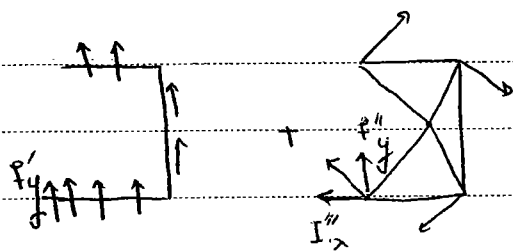
$$f'_y = \frac{v/p}{A}$$

توجه داریم که اگر برش نیروی T باشد، نصف آن توسط هر یک از تنش‌ها تحمل می‌شود

$$f_r = \sqrt{f''_x^2 + (f'_y + f''_y)^2}$$



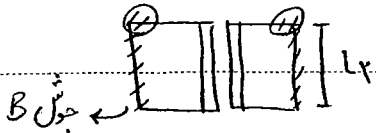
⑤ محاسبه تنش برشی f_r



$$f_r \leq R_U = \phi \times 0.4 F_{ue} \times \frac{f_r}{p} D$$

⑥ محاسبه بعد جوش

D به دست می‌آید.



ب. طراحی جوش نبش به جان پیر اصلی (جوش B)

در جوش B دیپاس جوش با یک سمت اثر برش در جوش قرار دارند، بر این اساس طراحی جوش B عبارتند از:

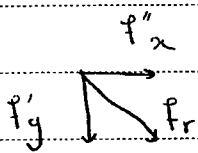
$$f_y' = \frac{V}{A_{Lr}}$$

① تناسب نبش برش مستقیم ناشی از برش

* این رابطه با هدف نظر کردن از جوش های برگشتی است.

$$f_x'' = \frac{Mc}{I} = \frac{V_e}{(S_x)}$$

② تناسب نبش برش ناشی از خمش



$$f_r = \sqrt{f_x''^2 + f_y'^2}$$

③ تناسب نبش بحرانی

④ تناسب بعد جوش

$$f_r \leq R_u = \phi \times 0.4 F_{ue} \times 0.70 V D$$

ج. کنترل نبش

با توجه به اینکه از جوش نبش صرف نظری شود، صرفاً برای آن کنترل برش انجام می شود. با توجه به مقدار نبش:

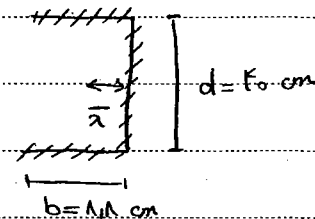
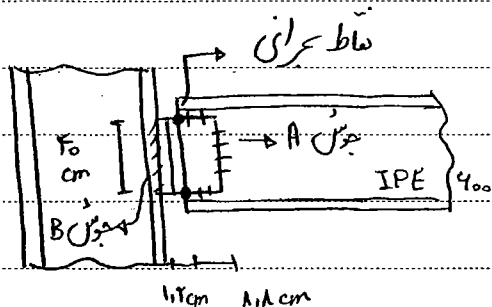
$$\frac{v_u}{\phi} \leq v_D = \phi_v v_n$$

در نبش با ده برش اعمال می کنند داریم:

Subject:

Year. Month. Date. ()

(Ex) در اتصال زیر که توسط نبش جان اجرا شده است، ظرفیت جوش A را بدست آورید. تیر مورد استفاده IPE 400 و اندازه نبش 8 mm است. نبش گوی مورد استفاده دو نبش 10 x 100 x 10 به طول 40 cm بوده که استاندارد معرفی E 48 است. جوش اتصال نبشی به ستون را طراحی کنید.
(اگر اندازه نبش بادر خورد را بزرگتر و 1.5 cm فرض می کنند.)



الظرفیت اتصال را P_u نامیم، داریم:

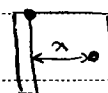
$$f'_y = \frac{P_u}{2(f_0 + 2 \times 11.8)} = 0.15587 P_u$$

$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d} = \frac{11.8^2}{2 \times 11.8 + 40} = 1.34 \text{ cm}$$

$$I_p = \frac{12b^3 + 4bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^3}{2b + d} = 12.724 \text{ cm}^3$$

$$f''_x = \frac{T_y}{I_p} = \frac{\frac{P_u}{2} \times (10 - 1.34) \times 40}{12.724} = 0.15598 P_u$$

$$f''_y = \frac{T_x}{I_p} = \frac{\frac{P_u}{2} (10 - 1.34) \times (10 - 1.34 - 1.2)}{12.724} = 0.15525 P_u$$



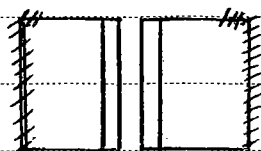
$$f_r = \sqrt{f''_x^2 + (f'_y + f''_y)^2} = 0.131 P_u \quad \left(\frac{P_u}{2} \text{ دو نبش پس نصف می شود} \right)$$

$$f_r \leq R_u \rightarrow 0.131 P_u \leq 0.4 F_u e \times 0.75 D = 0.175 \times 0.4 \times 4200 \times 0.75 \times 0.17$$

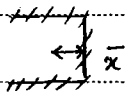
$$\rightarrow P_u \leq 11.4 \text{ ton}$$

PARCO

طراحی جوش اتصال نبش جان به ستون



$e = 10 - \bar{x}$ خوج انبرزیت



$$f'_y = \frac{P_U}{tL}$$

$$f''_x = \frac{M}{S} = \frac{P_U \times e}{S} = \frac{P_U \times e}{t \times \frac{L^2}{6}} = \frac{3P_U e}{L^2}$$

$$f = \sqrt{\left(\frac{P_U}{tL}\right)^2 + \left(\frac{3P_U e}{L^2}\right)^2} = \frac{P_U}{tL^2} \sqrt{L^2 + 3e^2} \leq \phi \times 0.7 F_{ue} \times \frac{\sqrt{t}}{2} D \times 1$$

* کاسبات فوق با صرف نظر کردن از جوش کی برگشت انجام شده است. اگر در کاسبات برای بیش از

جوش کی برگشت صرف نظر کنیم، اما در کاسبات مربوط به غش اثر آن را در نظر بگیریم، داریم 8

آرایش جوش
شماره 9

$$S = \frac{2(F_b d + d^2)}{6}$$

$$d = L, b = \frac{L}{12} \quad (\text{فرض مساوی ست})$$

$$\rightarrow S = \frac{4L^2}{9} \quad (\text{باید بیش از این عطا})$$

f'_y بدون تغییر باقی می ماند، چرا؟

چون در کاسبات برای بیش از جوش کی برگشت صرف نظر می کنیم.

Subject:

Year.

Month.

Date. ()

$$f''_x = \frac{M}{S} = \frac{P_U \times e}{\frac{f L^2}{9}} = \frac{9 P_U e}{f L^2}$$

$$f = \sqrt{\left(\frac{P_U}{f L}\right)^2 + \left(\frac{9 P_U e}{f L^2}\right)^2} = \frac{P_U}{f L^2} \sqrt{L^2 + 9 e^2} \leq f_r \quad \frac{1}{R_D}$$

$$\rightarrow P_U = \frac{f L^2 f_r}{\sqrt{L^2 + 9 e^2}}$$

اندازه جوش گوشه بدون صرف نظر کردن
از جوش کن برگشت

$$P_U = 11.4 \text{ ton} = 11.4 \times 10^3 \text{ kg} \quad , \quad L = 40 \text{ cm}$$

$$e = 10 - \bar{x} = 10 - 1.34 = 8.66 \text{ cm}$$

$$11.4 \times 10^3 = \frac{2 \times 40^2 \times f_r}{\sqrt{40^2 + 9 \times 8.66^2}} \rightarrow f_r = 14241 \text{ kg/cm}$$

$$f_r = \phi \times 0.4 F_{ue} \times \frac{\sqrt{f}}{f} D =$$

$$109110.4 = 0.17 \times 0.17 \times 0.4 \times 4200 \times \frac{\sqrt{f}}{f} \times D \rightarrow D = 1107 \text{ cm}$$

$$D = 12 \text{ mm}$$

$$D_{\max} = 12 \text{ mm}$$

محدودیت اتصال را جوش نبشی ها به ساق تعیین می کند

$$f_r = \phi \times 0.4 F_{ue} \times \frac{\sqrt{f}}{f} D = 0.17 \times 0.17 \times 4200 \times \frac{\sqrt{f}}{f} \times 0.12 = 14911 \text{ kg/cm}$$

$$P_U = \frac{f L^2 f_r}{\sqrt{L^2 + 9 e^2}} = \frac{2 \times 40^2 \times 14911}{\sqrt{40^2 + 9 \times 8.66^2}} = 91431.9 \text{ kg} = 91.4 \text{ ton}$$

PAFCC

AV

Subject:

Year. Month. Date. ()

* اگر خواهیم آن نیز برشی انجام دهیم، باید f_r را در $P_u = \frac{2L^2 f_r}{\sqrt{L^2 + 40.25e^2}}$ قرار داده و P_u را بدست

آوریم. این محاسبه را انجام می دهیم، زیرا ما under طراحی کرده ایم و می خواهیم مطمئن شویم.

✓ کنترل نبشی های جان در برش

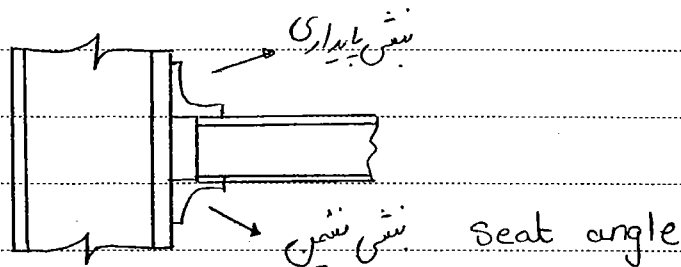
$$\text{'طرفیت' نبشی} = \phi_v \times 0.17 F_y \times A_w = \phi \times 0.17 F_y \times 2 \times l_t$$

$$0.9 \times 0.17 \times 2800 \times 2 \times 40 \times 1 = 103280 \text{ kg} \approx 103.7 \text{ ton}$$

$$103.7 \text{ ton} \gg 11.4 \text{ ton}$$

✓ طرفیت اتصال بر اساس جوش نقش می شود

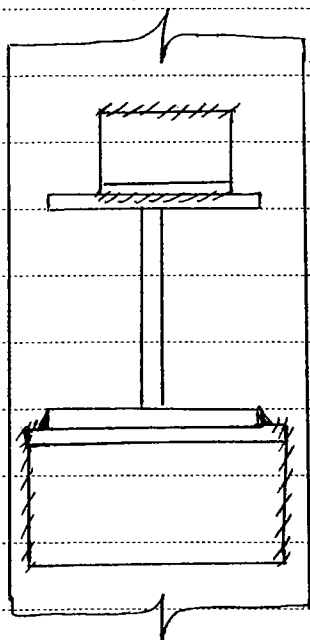
اصول نشیمن نشین



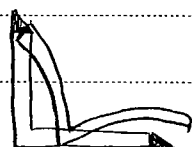
نشیمن نشین برای برش طراحی می شود و فرم می شود نشیمن نشین همگی برش را تحمل کند و نشیمن بیداری

سهمی ندارد. از نشیمن بیداری برای جلوگیری از چپ شدن تیر استفاده می شود. در واقع جلوگیری

از LTB بر عهده نشیمن نوکای است



نشیمن بیداری یا نشیمن نوکای فقط باید با پس خوش



افش به ستون وصل می شود

اگر خوش محمودی استفاده کنیم، اجازه چرخش را به تیر متصل

به ستون نمی دهد

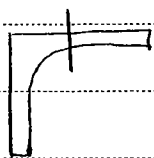
برای اینکه تیر روی نشیمن محکم شود، از خوش 0.2 cm گوشه استفاده می کنیم.

طول نشیمن نشین حداقل 2 cm از طرف بزرگتر باشد، یا تیر بتواند روی آن بنشیند.

برای طراحی این اتصال باید نبش نشین با توجه به کنترل کمی جنبش و برشی طراحی شود، هم جنبش جوش

نبش نشین به سستگ که تحت برش و جنبش می باشد، باید طراحی گردد.

تذکره: نبش کمی مورد استفاده در اتصال با نبش جان، صرفاً برای برش کنترل می شود ولی نبش

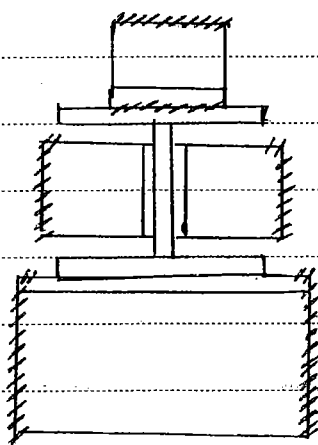


نبش هم برای برش هم برای جنبش باید کنترل شود.

((Demand اصلی، Demand جنبش آن است.))

تذکره: در کشور ایران برای اجرای اتصال مفصلی در مواردی از نبش نشین و نبش جان به صورت

توام استفاده می شود که کار صحیح نمی باشد.



دلیل تنی این کاره: در طراحی اتصال مانند اتصال رو به رو، فرض

می شود که در هدی از برش، توسط نبش نشین و نبش برش، توسط

نبش کمی جان تحمل می شود (مثلاً فرض می کنند ۶ درصد برش

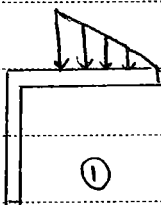
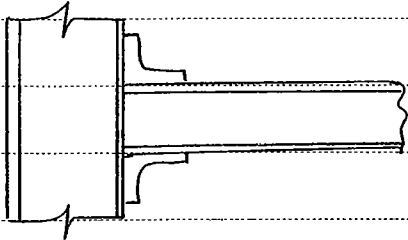
را نبش نشین و ۶ درصد باقی مانده را نبش کمی جان تحمل می کنند) و سپس برای این برش کمی فرض

شده، نبش ها را طراحی می کنند که هیچ نسبت، چوب این نبش که مانند خند کمی موازی عمل می کنند و نیز برش

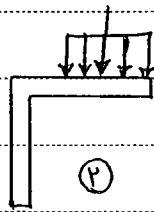
در آن که بر اساس سختی آن ها می باشد و نه فرضیات ما. بنابراین نحوه طراحی ما غلط است.

توضیح نقش در پیل شده پس تیر و نبش نشین را برای دو حالت تقویت شده و تقویت نشده
بررسی کنید

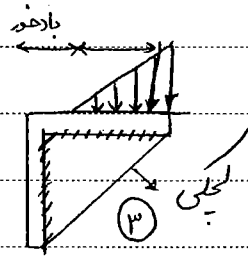
وقتی سازه Bracing دارد، معمولاً اتصال مفصلی است و به صورت زیر اجرا می شود:



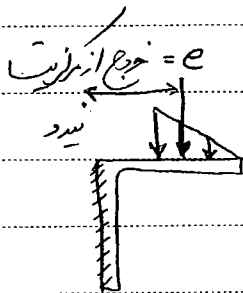
نیش تقویت شده
(توضیح واقعی)



نیش تقویت شده
(توضیح فرضی آیین نامه)



نیش تقویت شده
(توضیح واقعی و توضیح فرضی آیین نامه)



در پیل، زیاد یا از کجی استفاده می کنیم یا خودمان نشین طراحی کنیم.

توضیحات آیین نامه مربوط به طراحی جوش های نشین در ستون است.

برآیند در شماره ی ②، دو تراز ستون، و نسبت به شماره ی ① است.

سؤال: در یک بار معادله سازی تمام اتصالات مفصلی نیرو سستون که با استفاده از نقش انجام شده است، با استفاده

نقش

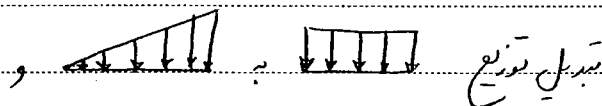
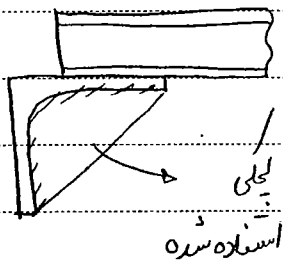
از لچلی تقویت کرده است، این نحوه تقویت را تفسیر کنید؟

با استفاده از این تقویت، نقش تقویت شده و محله در آن بهبود می یابد ولی تقویت موجب می شود که برآیند

بارگذاری وارد بر نقش نشین، از بر سستون در شود، که در نتیجه آن، لنگر خمشی وارد بر جوش لچلی

نقش نشین به سستون افزایش یافته و ممکن است جوش که کفایت لازم را نداشته و باره شوند.

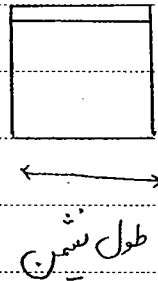
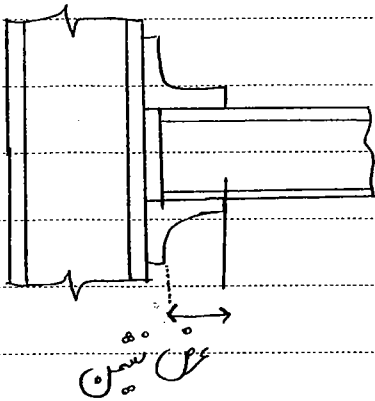
برای جلوگیری از این مسئله باید هم زمان با تقویت نقش نشین، جوش لچلی آن به سستون نیز تقویت گردد.



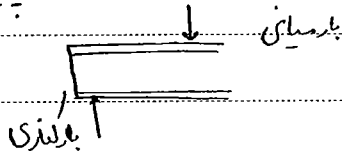
بروز وارد سستون برآیند تفسیری کند

گام های طراحی اتصال مفصل با نبش نشین

① تعیین عرض نشین



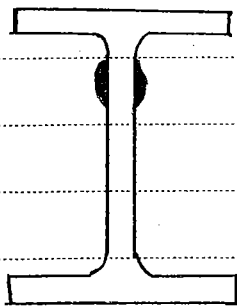
* عرض نشین بر اساس طول لازم برای جلوگیری از تسلیم موضعی محل اتصال بال و جان و هم چنین



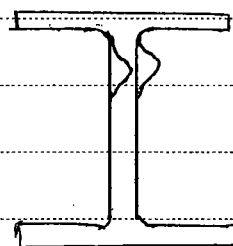
لمبدهای جان نیز تعیین می شود.

(آیین نامه وزن ازاد را چون کوچک است ، وزن محتمل به شمار نمی آید.)

(هر تیر حتی اگر بار محتمل هم نداشته باشد ، بار مبادیه آن محتمل به شمار می آید.)



تسلیم موضعی جان



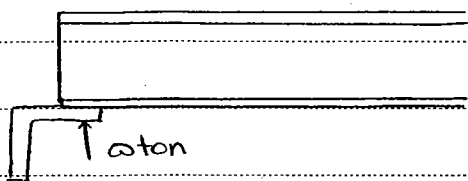
لمبدهای جان یا چروکیدگی جان

در واقع اگر تیر بار بسته داشته باشد ،

باید تنها به لحاظ بار کششی در نظر گرفته شود.

Local yield
of web

web crippling



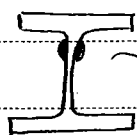
اگر از یک نشیمن یک استاده کنیم،

نیروی زیادی را از طریق بال به تیر منتقل می کنیم

جان

بال تیر قوی است و مشکل ندارد. اما وقتی نیروی متمرکز بخوابد از بال به جان برود، محل اتصال

بال و جان ضعیف بود و تسلیم موضعی جان اتفاق می افتد.



شماره دهده

جان می شود.

بر اساس محبت دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت طراحی تسلیم موضعی جان، در مقابل نیروی متمرکز

کشش دشاری برابر ϕR_n است، که ϕ ضریب کاهش مقاومت = 1 و R_n مقاومت اس می باشد که

بر اساس حالت جدی تسلیم موضعی جان به شرط زیر تعیین می شود: (صفحه ۲۳ اس. ۱۳۵۸)

① در حالتی که بار متمرکز در فاصله ای بزرگتر از d از انتهای عضو کاری شود، $R_n = F_y w_t w (5K + L_p)$ که d ارتفاع تیر است.

② در حالتی که بار متمرکز در فاصله ای مساوی یا کوچکتر از d از انتهای عضو کاری شود، $R_n = F_y w_t w (2.15K + L_p)$

حالت ۱ - بار متمرکز میانی (همانند کوشش یک سقف)

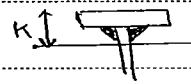
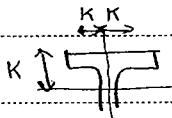
حالت ۲ - بار یکنواخت

در روابط پس:

« چون تسلیم موضعی جان بوده باید F_{yw} قرار داده شود. » \rightarrow تسلیم موضعی جان $F_{yw} =$

$t_w =$ ضخامت جان

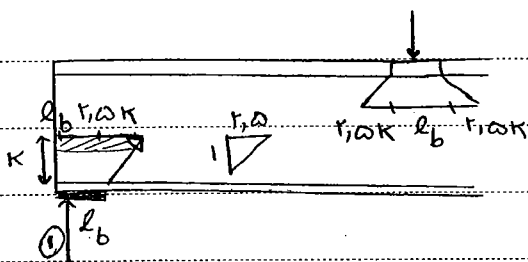
$K =$ محض ماهیهای



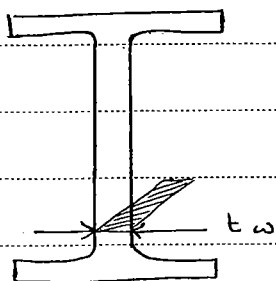
$l_b =$ طول اتکالی پارتکلز
که نباید کمتر از K در نظر گرفته شود.

$d =$ ابعاد لای مقطع تیر

* توضیح درباره طول در رابطه:



$l_b =$ length of bearing

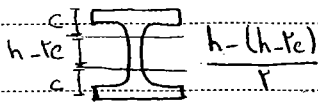


* اگر ① یک گاه انتهای باشد باید از سمت راست شود
باید که $2.5K$ در طول و K در محض توسعه می یابد. اما اگر بار
مقرنزه میانی باشد $2.5K$ در دو طرف انتزاع می یابد. به
صورت دلیل در یکی از روابط $2.5K$ و در دیگری $2.5K + 2.5K$
برابر با $5K$ می باشد.

$$R_n = F_y t_w (2.5K + l_b)$$

$$R_n = F_y t_w (5K + l_b)$$

$$L_b = \frac{R_u}{\phi F_y t_w} \quad \omega K \geq K, \quad \phi = 1$$



$$L_b = \frac{R_u}{\phi F_y t_w} \quad \omega K \geq K$$

برای تعیین عرض نشین نشین، با استفاده از معیار موضعی جان تسلیم ϕ_b محاسبی شود که در گام های بعد مورد استفاده قرار می گیرد. ولی ما باید خواص جان باشد که علاوه بر تسلیم موضعی جان، بریده دیگری به نام لنگی جان، جان تسلیم بریده می کنند. روابط مثبت و هم مقررات ملی سازه ها در مورد لنگی

جان به شرح زیر است:

مقاومت طراحی لنگی جان در مقابل نیروی محتمل مسای ϕR_n است که در آن ϕ ضریب

کاهش مقاومت، مسای ۰.۷۵ و R_n مقاومت اسمی است که بر اساس حالت حدی لنگی

جان به شرح زیر تعیین می شود:

Subject:

Year. Month. Date. ()

۱- در حالتی که بار متحرک در فاصله ای مساوی یا بزرگتر از $\frac{d}{4}$ از انتهای عضو وارد شود: $\phi = 0.75$

$$R_n = 0.8 t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{L_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$$

۲- در حالتی که بار متحرک در فاصله ای کوچکتر از $\frac{d}{4}$ از انتهای عضو وارد می شود: $\phi = 0.75$

- در صورتی که $\frac{L_b}{d} < 0.2$ باشد: (مورد اول)

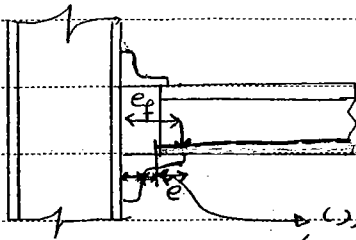
$$R_n = 0.8 t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{L_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$$

- در صورتی که $\frac{L_b}{d} > 0.2$ باشد: (مورد دوم)

$$R_n = 0.8 t_w^2 \left[1 + \left(\frac{L_b}{d} - 0.2 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$$

d: ارتفاع تیر

۲) تعیین بارگذاری لنگر برای محاسبه تنش کششی در جوش و تنش

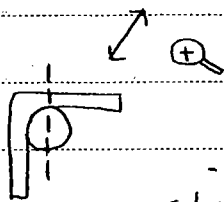


بارگذاری منفی بار خور:

جلوگیری از خفا

غیر اهرم نمودن اتصال جوش

جای که مایه جوش تمام شود، جوش کششی در این مقطع کنترل می شود.



$$e_f = \frac{b}{2} + \text{فاصله متوسط (بار خور)}$$

خروج از مرکزیت
برای محاسبه لنگر جوش که به سوراخ

$$e = e_f - t - 1$$

خروج از مرکزیت برای محاسبه لنگر کششی

فاصله تنش

(در اغلب مواقع شعاع دایره $r=1$ شعاع دایره)

* معمولاً فاصله متوسط (بار خور) در صورت سؤال داده می شود، ولی اگر این فاصله داده نشده باشد، طولی

$$\text{برابر } \frac{1.15 \text{ cm}}{5} \text{ را به عنوان بار خور لحاظ کنید}$$

تذکر مهم: در طراحی تنش کششی برای کنترل ایستایی جال تیر از معرض تنش واقع استفاده می شود ولی در تعیین

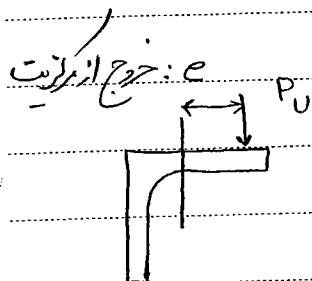
خروج از مرکزیت که برای محاسبه تنش کششی تنش از طول تیر و یک طایفه بر اساس تسلیم موضعی

یا تنش کششی ایجاد شده در جوش

جان محاسب شده است، استفاده می گردد. اگر بخواهیم برای تعیین خروج از مرکزیت، اهمیت از طول نشین واقع

استفاده کنیم، طراحی خیلی تأثیرگذار است بالا خواهد شد

(۳) تعیین طول و ضخامت نشین و کنترل نشین برای خمش و برش



(۱) * نشین طول کوتاه دارد و LTB مطرح نیست

$$M_u = P_u \times e \ll \phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b Z F_y$$

$$S = \frac{I}{c} = \frac{bt^3}{6}$$

اساس نشین
مقطع نشین

$$Z = \frac{bt^3}{6}$$

اساس نشین
مقطع نشین

$$Z = \sum A_i d_i = bt/2 \times t/2 + bt/2 \times t/2 = \frac{bt^3}{4}$$

$$\phi_b Z F_y = \phi_b \frac{bt^3}{4} F_y = P_u \cdot e \rightarrow$$

$$t \geq \sqrt{\frac{4 P_u e}{\phi_b F_y b}}$$

نشین

در اتصال با نبش نبش طول نبش نبش عدد ۲ تا ۴ سانتی متر از پهنای بال تیر بزرگتر باشد تا تیر بتواند با

جوش سربیس در از طرف آن به نبش نبش جوش داده شود. با توجه به معلوم بودن پهنای بال تیر، انتخاب

b (طول نبش نبش) به راحتی انجام می شود.

برای کنترل نبش در برش با توجه به بند مقاومت برشی اعضا در محاوره ناحیه اتصال که در صفحه ۲۱۹،

مقررات ملی ساختمان (مبحث هم) آمده است، داریم:

$$v_u \leq \phi v_n = 1 \times 0.4 F_y \times b t$$

$\phi = 1$ در محل اتصال

$\phi = 0.9$ در طول تیر

(۴) تعیین اندازه جوش نبش نبش به ستن

$$f'_x = \frac{M_u}{S} = \frac{P_u x e}{S = r_x \frac{L_w^2}{6}}$$

S: اساس مقطع ناحیه استشی

$$f'_y = \frac{P_u}{r_{Lw}} \quad , \quad f_{max} = \sqrt{f'^2_x + f'^2_y} \leq R_D = \phi \times 0.4 F_y \times \frac{\sqrt{2}}{r} D$$

اندازه جوش درش LRFD

و از نامگذاری فوق حاصل شد جوش (D) به دست می آید.

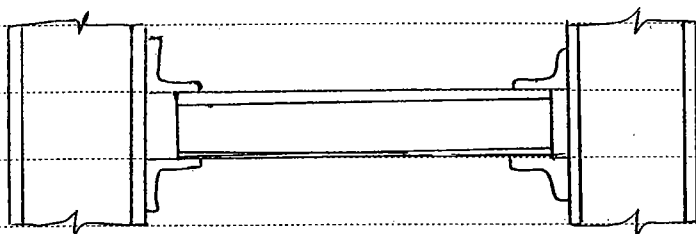
Subject:

Year: Month: Date: ()

(Ex) نقش نشین را برای تیر ساده ای از شلیم رخ IPE ۳۰۰ به طول ۷.۵ متر که دارای یک سطح جانبی بانی

می باشد، طراحی کنید. LTB نباید

تیر از جنس فولاد ساختمانی با تنش تسلیم $F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$ بوده و الیورده معینی ۹۰٪ است



$$\frac{q_u l^2}{8} = M_p = Z F_y$$

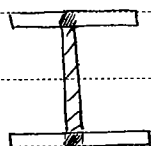
طراحی بر اساس ظرفیت:

معمودار نقش تیر در سراسر طول

$$M_p = Z F_y = \frac{q_u l^2}{8} \quad , \quad V_u = \frac{q_u l}{2} = \frac{F}{L} \times \left(\frac{q_u l^2}{8} \right) = \frac{F M_p}{L} = \frac{F Z F_y}{L}$$

$$\xrightarrow{\text{برای تعبیه استال}} V_u = \frac{42428 \times 2400}{45 \times 100} = 10381.4 \text{ Kg} = 1.04 \text{ ton}$$

در محاسبات فوق به توجه به اینکه از ظرفیت یک تیر بدون احتمال ضربه گاهی مقاومت با استفاده شده، طراحی مطابق کارانه تر می باشد. تذکره: اگر ما نخواهیم بر اساس ظرفیت یک تیر، نقش را طراحی کنیم، طراحی با بیش از over design خواهد بود.



$$V_D = \phi_v A_w \times 0.6 F_y = 1 \times 30 \times 0.11 \times 0.6 \times 2400 = 3972 \text{ Kg} \approx 3.9 \text{ ton}$$

در واقع تیر در محدوده تیرگی متوسط است و عین حال است و اگر به جای ۸ ton و ۳ ton طراحی می کردیم، برای مصالح دوری می بود.

$$L_b = \frac{P_u}{\phi F_y t_w} - \gamma_1 \omega \kappa = \frac{1.0 \times 10^3}{1 \times 270 \times 0.0071} - 1.0 \times 1.9 = -1.19 < 0$$

→ $l_b = k = 1.9 \text{ cm}$

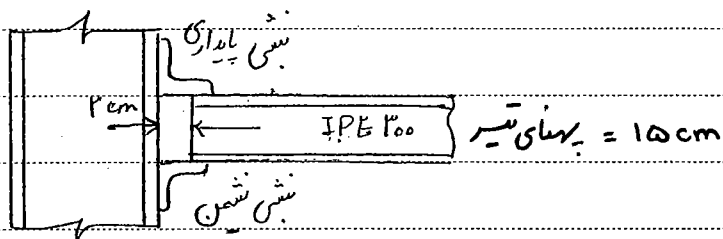
باجل اسناد از پیش ۱۲ دارم ۵

$$21\% \times 1\% \times 1\%$$

$$t = 1.9 \text{ cm}$$

$r = 1.32 \text{ cm} \rightarrow$ نصف قطر

$$p_{\text{atm}} = p_{\text{atm}}$$



$$e_f = r + \frac{r_f}{r} = 1,3 \text{ cm} \quad e = e_f - t - r = 1,3 - 1,1 - 1,3 = 0,1 \text{ cm}$$

$w = \text{طول نشیمن} \rightarrow b = 22 \text{ cm}$

$$t > \sqrt{\frac{F_{PUE}}{\phi_b F_y b}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^3 \times 10^3}{0,9 \times 2500 \times 22}} = 0,175 \text{ cm}$$

۱= بیابان ای^{۱۰۰} - ۱۲ x ۱۲ x ۱۲۰، ای^{۱۰۰} مناسب است

Subject:

Year: Month: Date: ()

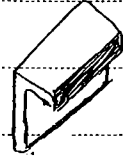
* استفاده از عرض شش دایره ای، طاقی را Over می کند

کنترل برشی شش: (طبق صنفی ۲۱۹ به بحث هم)

$$P_u \leq \phi V_n$$

$$1,04 \times 10^3 \leq 1 \times 22 \times 11 \times 0,4 \times 2400 = 11804 \text{ kg}$$

OK



$$L_b = 12 - 2 = 10$$

کنترل لنگری جان تیر:

$$\frac{L_b}{d} = \frac{10}{30} = 0,33 > 0,2$$

$$\phi R_n = 0,75 \times 0,4 t_w \left[1 + \left(\frac{f L_b}{d} - 0,2 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1,5} \right] \sqrt{E f_y \frac{t_f}{t_w}}$$

$$t_w = 0,71 \text{ cm}, t_f = 1,07 \text{ cm}, d = 30 \text{ cm}, N = 10 \text{ cm}$$

(شش دایره ای)

$$\rightarrow \phi R_n = 0,75 \times 0,4 \times (0,71)^2 \left[1 + \left(\frac{f \times 10}{30} - 0,2 \right) \left(\frac{0,71}{1,07} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{2 \times 10^2 \times 2400 \times 1,07}{0,71}}$$

$$\rightarrow \phi R_n = 20,74 \text{ ton} > 1,04 \text{ ton}$$

* هر یک از معیار که جواب ندهد، باید نقش تعویض شود.

طراحی جوش اتصال نشیمن به ستون

باز فرض اینکه طول جوش برگشتی برابر $\frac{l}{12}$ باشد، داریم:

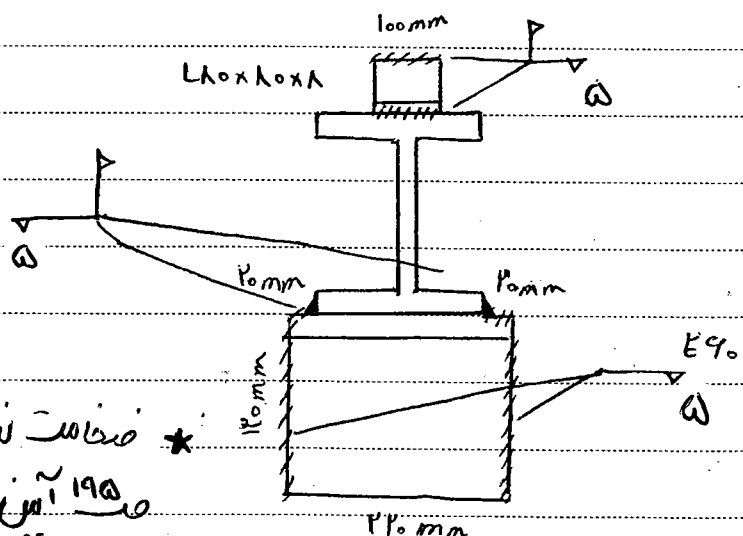
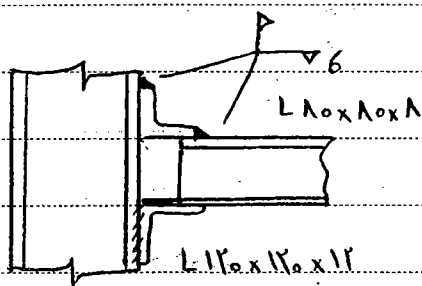
$$f_r = \frac{P_u}{\phi L^2} \sqrt{L^2 + 20.2 \omega e_f^2}$$

$$f_r = \frac{1,104 \times 10^3}{\phi \times 12^2} \sqrt{12^2 + 20.2 \omega \times 3.3^2} = 53.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$f_r \leq R_w = \phi_{0.9} F_u e \times 0.707 D$$

$$\rightarrow 53.3 \text{ kg} \leq 0.707 \times 0.9 \times 4200 \times 0.707 D \approx 1334.23 D \rightarrow$$

$$D \geq 0.1398 \text{ cm} \rightarrow D = 8 \text{ mm}$$



* ضخامت نشیمن نشیمن ۱۲ mm است. با توجه به جدول ۱۹۵ این نامه حداقل بعد جوش باید ۵ mm باشد. و ۴ mm و ۵ mm افزایش می دهیم

نیش پایداری محاسبات ندارد و معمولاً از نیش $180 \times 180 \times 8$ برای آن استفاده می شود. نیش پایداری

معمولاً حدود ۳ تا ۵ سانتی متر کوچکتر از پهنای بال تیر است. اگر با توجه به محدودیت ابعاد سازه بتوانیم

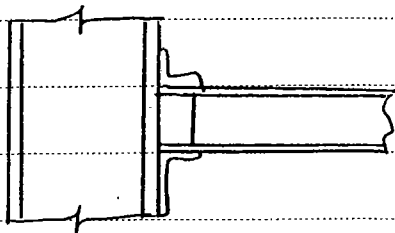
نیش پایداری را اجرا کنیم، می توانیم از دو نیش کوچک در زیر بال فوقانی تیر استفاده کنیم.

تصویر [۱] کنترل نماید که آیا برای اتصال مفصلی مثال قبل، نیش شماره ۱۰ جواب می دهد یا نه. در صورت مثبت بودن جواب، سایر طراحی ها و کنترل ها را انجام دهید.

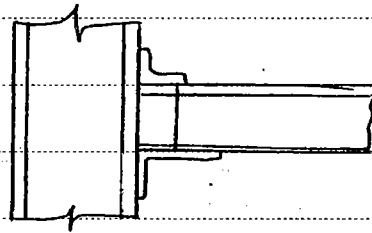
تذکره [۱] اگر در اتصال با نیش شش انچه نیش بال نامساوی استفاده شود، توصیه می شود که بال کوتاه

نیش در زیر تیر و بال بلند نیش در عکس با ستون قرار گیرد، زیرا مایل به جوش نیش به ستون بیشتر نیاز داریم

که در این صورت با افزایش طول جوش، بعد جوش کاهش می یابد.

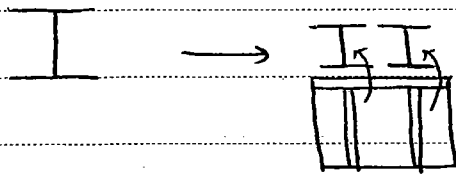


(V)



(X)

گاهی مثلاً از دو IPE ۲۰۰ به جای یک IPE ۳۰۰ استفاده می‌کنیم (به دلیل برخی محدودیت‌ها)



انگاه در هنگام تقویت نیز باید در زیر حال هر دو IPE، عملیات تقویت را انجام دهیم.

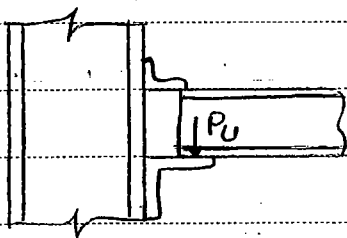
مگر در اجرای اتصال مفصل با بیش از یک نشیمن تقویت شده و تقویت شده، می‌توان گفت

در هر دو حالت از طول تنویک نشیمن N که بر اساس معیار نظام موضعی جان تیر به دست می‌آید، برای

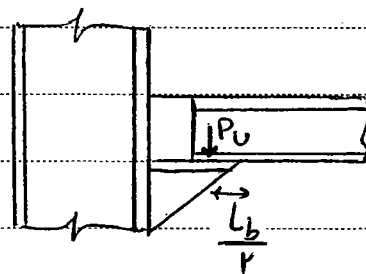
خارج از مرکزیت‌ها استفاده می‌شود. نیروی انتقالی از تیر به نشیمن را در وسط طول تنویک آن قرار

می‌دهند، اما در بیش نشیمن افغان نیز در محاسبه خروج از مرکزیت e طول $\frac{N}{2}$ در مجاورت نشیمن

در نظر گرفته می‌شود. در حالی که در نشیمن تقویت شده، طول $\frac{N}{2}$ در محاسبه در نشیمن در نظر گرفته می‌شود.



نشیمن تقویت شده



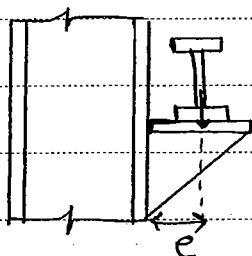
نشیمن تقویت شده

$$e = \text{بارخیز} + \frac{L_b}{2}$$

$$e = \text{بار} - \frac{L_b}{2}$$

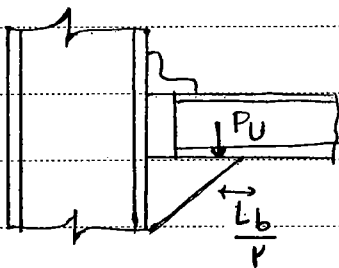
☒ نحوه رازگیری تیر نسبت به ستون که به آن به صورت مفصلی متصل شده است، ممکن است به یکی از دو حالت زیر باشد:

۱) صفحه جان تیر بر صفحه قائم نشیمن تکیه شده محدود باشد.



فرض می شود که ستون دارای دایره از طرف تیر، در راستای جان آن باشد.

۲) صفحه جان تیر در امتداد صفحه قائم نشیمن تکیه شده باشد.



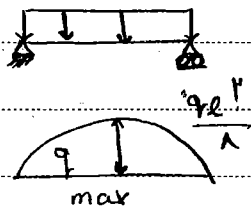
تعیین [با استفاده از بیش نشیمن، اتصال مفصلی یک تیر IPE۲۴ به طول $\frac{4}{5}m$ را بر اساس ظرفیت خمشی

تیر طراحی کنید. فرض کنید تیر دارای آکای جانبی کافی باشد و $E = 21000 \text{ MPa}$ نوع الاستیک بوده.

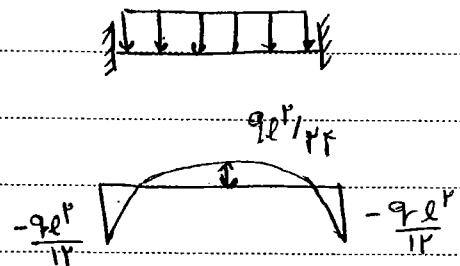
اتصال صلب

ترتیبی اتصال صلب عبارت انداز:

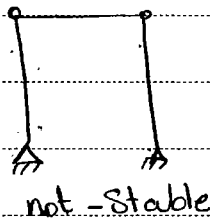
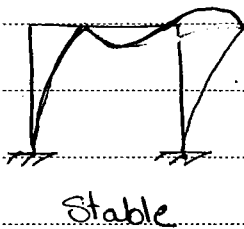
۱. کاهش لرزش طراحی تیر و اتصال استفاده از پروفیل کوچتر برای آن (نسبت به حالت معمولی)



۳۳ درصد
کاهش
لرزش
تیر



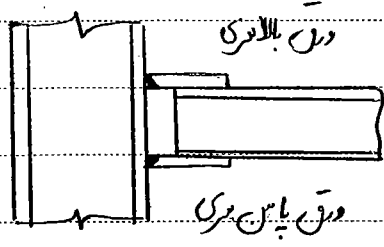
۲. عم نیاز استفاده از مهاربند های با اتصال صلب



۳. شل پذیری بالا و عملکرد مناسب این اتصالات در زلزله (معمولاً Demand ما در زلزله)

مراحل طراحی اتصالات صلب

① تعیین نیروی کشش و فشاری ورق، گوی فوطی، رکنهای و محاسبه سطح مقطع آن



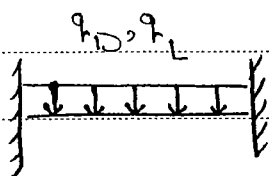
از آنجا که نیروی کشش ورق بالایی و نیروی فشاری ورق پایینی در

تابع دیگری است که تیر به عنوان مستقل می‌گردد بنابراین بایستی در

اولین مرحله تالیف لنگر طراحی اتصال مشخص شود.

در صورتی که از اتصال عملکرد لرزه‌ای مورد انتظار نباشد، لنگر طراحی بر اساس ترکیبات بارگذاری در حالت حثی یا

بر اساس ظرفیت لنگر خمشی پلاستیک تیر (M_p) تعیین می‌شود.



در آیین مورد قبول است ولی در ایران که هنوز به‌کار می‌رود:

$$q_u = 1.2 q_D + 1.6 q_L$$

$$M_u = \frac{q_u L^2}{12}$$

(۶)

$$M_u = \phi_b M_p = \phi_b Z_{\text{beam}} F_y$$

بر اساس معیار هم مقدمات ملی ساختمان در قاعده گوی خمشی مصوبی که از آن گوی انتظار شکل پذیری خاصی

نی‌شود، مقاومت خمشی مورد نیاز طراحی اتصال تیر به ستون باید از رابطه زیر تعیین شود:

← رابطه ۱-۳-۷-۱۰-۲۸۶ آیین نامه $M_u = 1.1 R_y M_p$

در رابطه فوق M_p گشتیلایستیک مقطع تیر در کل اتصال تیر به ستون است و R_y نسبت تنش تسلیم

مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده مصالح تیر است که از جدول صفحه ۲۵۳ آیین نامه به شرح زیر محاسبه

می گردد :

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y}$$

مقادیر R_y بر اساس انواع تولیدات فولاد :

R_y	نوع محصول
۱.۲۵	مقاطع فولادی و متوسطی شکل نورده
۱.۲۰	سایر مقاطع نورده شامل I شکل، H شکل، نوردانی، نسبتی دیگری
۱.۱۵	مقاطع ساخته شده از ورق، ورق ها و تسمه ها
۱.۱	میلبردها

تلفته بعد از زلزله نورش ریج آمریکا، آیین نامه ملی باز نویسی شده اند. در آمریکا خود رده های مشخصه دارد که خانه های فولاد

شده. (به عنوان آهنگ قرائت) اما نیسی که زلزله آمریکا را بررسی کرد، اعلام کرد که این آهنگ قرائت ها F_y

بالا تری نسبت به F_y ای که مادر محاسبات استفاده کرده ایم، دارند. این مسئله از آن جا مهم است که

Subject:

Year.

Month.

Date.

()

ما می خواهیم اتصال موی تر باشد (مثلاً اتصال تیر به ستون) و اتصال را برای ضعیف از F_y طراحی می کنیم.

اما در واقع این F_y بیشتر بوده که در نتیجه باید ضعیف مانع از آن باشد، به همین دلیل از R_y استفاده می کنیم.

حال اتصال به دست آمده هم موی تر طراحی می شود.

$$M_u = 1.1 R_y M_p$$

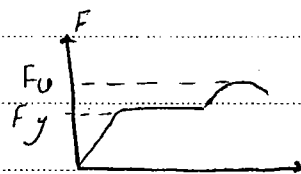
این مسئله از آن جا مطرح شد که در آن زلزله و سازه ها از ناحیه اتصال خراب شده بودند.

اما غیب در ایران که معلوم نیست چه قدر آهن را ضعیف استفاده شده و چه قدر باید R_y باشد.

❑ بر اساس مبحث هم مقررات ملی ساختمان برای قاعده های عمیق متوسط و ویژه اکثر طراحی اتصال تیر به ستون

برابر $M_{pr} = C_{pr} R_y M_p$ در نظر گرفته می شود. (توضیحات ۳۵۵ این نامه) که C_{pr} به صورت زیر

$$1.1 \leq C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} \leq 1.2$$



محاسبه می شود:

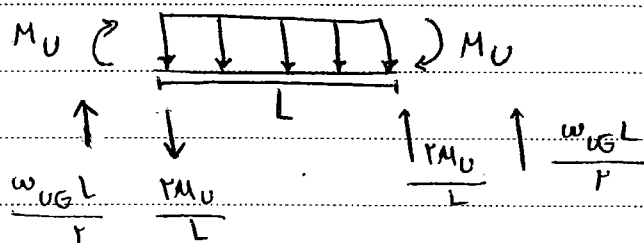
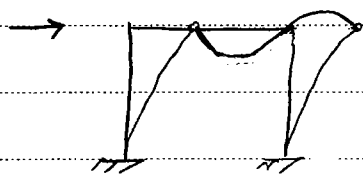
* ضعیف C_{pr} اثر سخت شدن فولاد (strain hardening) در اکثر طراحی اتصال تیر به ستون می بیند.

مقاومت برشی مورد نیاز طراحی اتصال تیر به ستون با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی و لرزه ای ضعیف بار

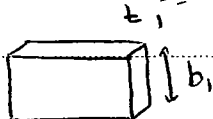
ناشی از M_u در دو انتهای تیر تعیین می شود.

$$v_U = \frac{2M_U}{L} + \frac{w_{UGL}}{2}$$

نمونه رابطه: فرض شده در محاسبه یک در اتصال نیروستون ایجاد شده. دو عبارت داریم که یکی حاصل جمع دورگی حاصل تیرین است. ما حاصل جمع را انتساب می‌کنیم و زیرا در محاسبه بعدی جهت نیروی زلزله تغییر می‌کند.

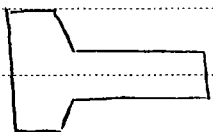


نیروی عرق‌های یوئیس (بالا بر و پایین بری) $T_U = C_U = \frac{M_U}{d}$

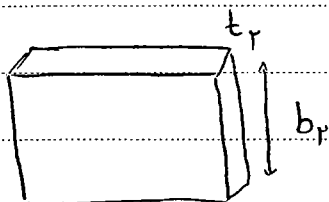


در قبال نیروی محاسبه تغییر در بینا

$$A_1 = b_1 t_1 = \frac{T_U}{0.9 F_y}$$

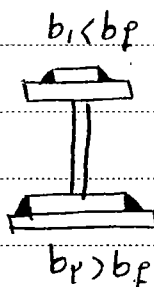


باتوجه به الزام جهت هم جبره جینی بر نسبت همه جوش‌ها نیازی به پهن کردن در قبال نیروی محاسبه (عودض کردن) و در قبال نیروی در محل اتصال تیر به ستون نمی‌باشد.



در قبال نیازی

$$A_2 = b_2 t_2 = \frac{C_U}{0.9 F_y}$$



اگر نیازی به نیازی b_f باشد باید: $b_1 < b_f$
 $b_2 > b_f$

Subject:

Year.

Month.

Date.

()

$$A_1 = A_2, b_1 < b_2 \rightarrow t_1 > t_2$$

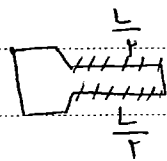
یعنی در اتصال صلب تیر به ستون، ضخامت ورق بالایی کمتر از ضخامت ورق پایینی می‌باشد، هر چند

مقاومت آن‌ها با خطای ناچیزی با یکدیگر برابرند. ورق‌های که در این کارخانه‌های فولاد برای ساختن سازه‌های تولید

می‌کنند، به ضخامت‌های زیر هستند:

4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 15mm, 18mm, 20mm, 25mm, 30mm, 40mm, 50mm

② طراحی جوش اتصال ورق بالایی به بال تیر

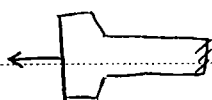


L : مجموع طول جوش‌های طولی

$$\phi \times 0.4 F_{ue} \times 0.70 V_D \times L \geq T_u \rightarrow$$

$$L \geq \frac{T_u}{\phi \times 0.4 F_{ue} \times 0.70 V_D}$$

توصیه می‌شود که انتهای ورق بالایی به بال تیر جوش داده نشود. چون این جوش عمود بر نیروی اتصال است و



جوش به

جوش به صورت تیر جوشکاری کند و عملکرد مناسبی ندارد.

Subject :

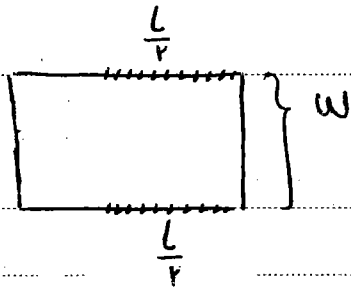
Year . Month . Date . ()

مبحث دهم مقدمات علی ساختمان مقدماتی کند که در اتصالات ورق با جوش های طولی که با دو لبه کامپوزی انجام

می شود، طول جوش نباید از فاصله ی عمودی آن ها (پهنای ورق) کمتر باشد و ظرفیت کشش ورق با توجه به طول های

و w به صورت زیر بررست می آید. (مورد ۴ جدول صفحه ۶۱ آیین نامه)

$$U = \frac{\mu L^2}{\mu L^2 + w^2} \left(1 - \frac{\bar{\kappa}}{L} \right) \quad \left(\bar{\kappa} = \frac{t}{p} \right) \rightarrow$$



$$U = \frac{\mu \left(\frac{L}{2} \right)^2}{\mu \left(\frac{L}{2} \right)^2 + w^2} \left(1 - \frac{\left(\frac{t}{p} \right)}{\left(\frac{L}{2} \right)} \right) \rightarrow$$

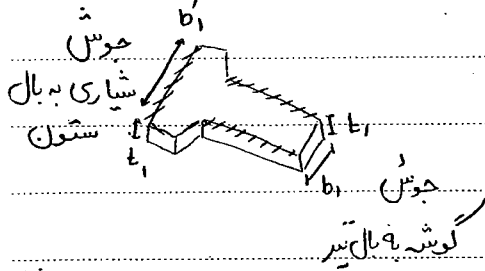
$$U = \frac{\mu L^2}{\mu L^2 + 4w^2} \left(1 - \frac{t}{L} \right)$$

با توجه به اینکه برای محاسبه ظرفیت ورق بالاسری تسلیم آن و نه کشش آن، مد نظر قرارگرفت که معمولاً هم

همین حالت برقرار است، ضریب کاهش برشی U موضوعیت ندارد.

(۳) طراحی جوش درن بالاسری به ستون

«صفحه ۲۰۱ مجلد دهم»



طبق ضوابط فصل چهارم، مجلد دهم، در اتصالات صلب تیر به ستون،

بایستی همه جوش ها نسبت غیر مغرب UT شوند و نباید بر این

$\beta = 1.0$ من باشد.

درایت مغلی این

$$b_1 t \times 0.9 F_y = b'_1 t \times 0.9 F_y$$

$$\rightarrow b_1 = b'_1$$

یعنی نیازی به افزایش پهنای درن بالاسری نیست

چنین اگر جوش شیارى فوق بالاسری (درن اول جلد ۲۰۱) فلزیایه

به بال ستون، UT شود نیازی به جوش طه گوی برای ورق با ۴ سری نیست.

درایت ساق این

$$b_1 t \times 0.9 F_y = b'_1 t \times 0.9 F_y \times \beta$$

$$\rightarrow b'_1 = \frac{b_1}{\beta} = \frac{4}{3} b_1 = 1.33 b_1$$

ضرب نیست جوش

جوش مرکب انجام می شود.

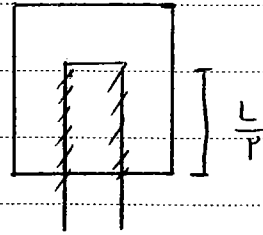
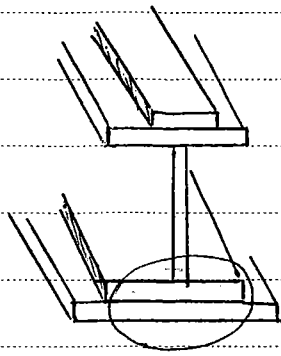
هنگامی که از فلز پایه استفاده می کنیم، دیگر β استفاده نمی کنیم. «نکته جلد ۲۰۱»

۸. فلسفه اولیه جوش شیارى، برای معافیت از فلز «ماده» استفاده می شود چیست؟ base metal

«نکته ایم که اگر فلز پایه از فلز مادر موک بر باشد، و از آن جابه حساسیت این جوش بالاست، در حقیقت اینجانی از فلز مادر استفاده می کنیم. (فلز مادر = فلز پایه)

جوش شیارى، طراح را دارد، بلکه کنترل دلا.

(۴) طراحی جوش اتصال ورق بایس بری به بال تیر



$$\phi \times 0.9 F_u e \times 0.75 V D \times L \geq C_u \rightarrow D \geq ?$$

D: بعد جوش
 \leftarrow کل طول جوش (مجموع طول های چپ و راست)

بار عایت لودن ضابطه آسن نامه در مورد اللتودهای سازه بار با فلز پایه (جدول ۲۰۴) اللتودی استفاده می کنند
 نه مقاومت تنش نهایی آن از تنش تسلیم فلز پایه بزرگ تر است توجه داریم که برای اللتود پاره و برای فلز پایه
 تسلیم اتیان می افتد

(۵) تعیین نیروی برش طراحی اتصال و طراحی اتصال برای برش (بانش جان یا ورق برش و یا اتصال کلی)

$$V_E = \frac{M_{pr}}{L} + \frac{q_u L}{2} = \frac{2(1.1 R_y M_p)}{L} + \frac{q_u L}{2}$$

« قبلاً شرح شده است »

$$q_u = 1.2 q_D + q_L \quad (\text{LRFD})$$

(۶) کنترل جان ستون از نظر تسلیم موضعی

طول شمش: L_b

$$R_n = F_y w (\phi K_c + t_p) t_w \leq \phi R_n$$

$$C_u \leq \phi R_n$$

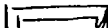
(Column)

$F_y w$ منظور زمانی است که مثلاً بال ST57 و جان ST37 بوده و F_y یا درستی می تواند به با بر از F_y جان
 استفاده کرد زیرا تسلیم جان را کنترل می کنیم

✧ الرسول در بالاترین مرتبه خود به پیر و صلح نمود، خویش را بست :

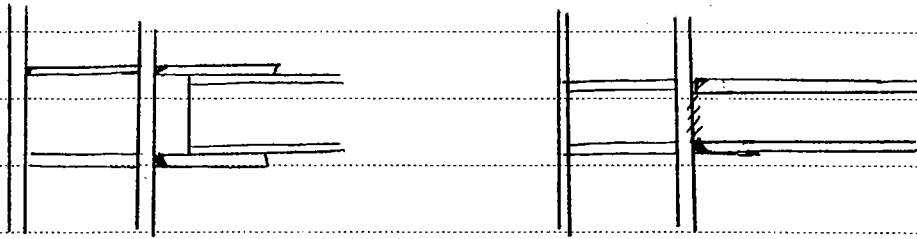
تھا ازید →

طرف وصل شدہ ہیں ڈائریکٹ ۲، ۵، ۸

(ب)  در سونگ کی جعبه ای یا موطی شکل در صورتی که فحاشیت بابل سونگ
بزرگتر از مقدار تعیین شده توسط روابط موجود در این نامه باشد، تعبیه
و در آن کی پیوستگی در حیطه اتصال الزامی نیست. در غیر این صورت
تعبیه یک جفت نمک کننده (در آن کی پیوستگی در داخل سونگ الزامی
است.

روابط مورد بحث در منحنی $\frac{1}{H}$ آسین نامیده برای هر دو مقطع H سطح و متوسطی سطح ارائه شده اند.

☒ چنانچه معیار تسلیم موضعی جان ستون ارضا نشود، باستی از دو بخت گفته روبروی بال کی تیر و یا ورق کی پوششی استفاده شود.

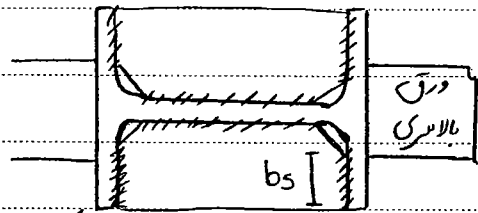


$$F_{yc} \times (t_p + \omega K_c) t_{wc} + 0.9 A_{st} F_{yst} > C_u \leq T_u$$

$$A_{st} > \frac{C_u - F_{yc} t_{wc} (t_p + \omega K_c)}{0.9 F_{yst}}$$

→ Stiffener

$$A_{st} = 2 b_{st} t_s$$



← بخت گفته تمام شد

طبق ص ۳۷ این نامه:

۱- قطب ورق های پیوستگی باید برابر با فاصله خالص ۲ بال ستون باشد

۲- پهنای ورق پیوستگی در ستون هایی با مقطع قوطی برابر فاصله خالص ۲ جان مقطع ستون و در ستون هایی با مقطع

H شکل مجموع پهنای ورق های پیوستگی در هر طرف جان ستون نباید از پهنای بال تیر یا ورق پیوستگی اتصال کمتر باشد

۳- ضخامت ورق های پیوستگی نباید از اقل ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق های پوششی در اتصالات تیر داری نه در امتداد مورد نظر نقطه به ۱ ر به ستون متصل هستند، از اقل ضخامت بال ضخیم تر تیر ها یا ضخامت ورق ضخیم تر پوششی در اتصالات تیر داری نه در امتداد مورد نظر به هر دو به ستون متصل هستند، کمتر در نظر گرفته شود

$$t_{cp} \geq \frac{1}{4} \left[(t_{p_تیر}) , (t_{e_تیر}) \right] \quad t_{cp} \geq \frac{1}{4} \left[(t_{p_beam}) \text{ or } (t_{cover plate}) \right]$$

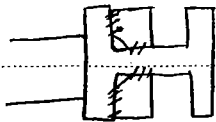
Subject :

Year .

Month .

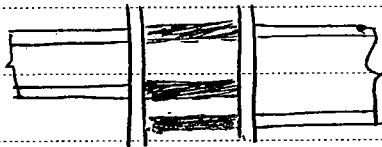
Date .

()

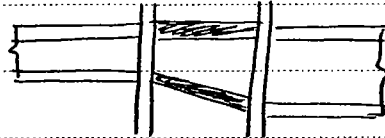


* در سون کی گوشه ی توان از تخت کتنده کی نیم قد استفاده کرد.

* گاهی ممکن است بیش باید که تیر تخت است IPE% ریت چپ IPE% باشد.



و ب.



۲- ضخامت تخت کتنده نباید از نصف ضخامت بال تیر و یا دوق اتصال که با بر مقرر را وارد می کند، کمتر باشد.

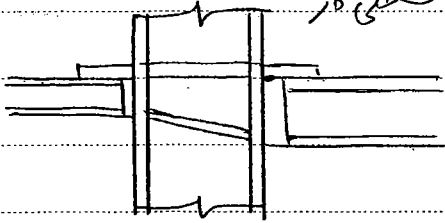
$$t_s \geq \left(\frac{t_f}{r} - \frac{t_p}{r} \right), \quad \frac{b_{st}}{16} \rightarrow \text{عرض تخت کتنده}$$

$\frac{b_{st}}{16}$: ضخامت تخت کتنده
 $(t_{st})_{min}$: ضخامت کتنده

۳- برای جلوگیری از لغزش ورق کی تخت کتنده لازم است :

$$\frac{b_{st}}{t_{st}} \leq 0.154 \sqrt{\frac{E}{f_{yst}}} \quad \text{(بندج پایی صنف ۸ صحت هم مقررات ملی ساختمان)}$$

۴- جوش کاری که تحت کشنده کار به طرفین جان ستون متصل می‌گردد، بر اساس برآیند نیروهای فشاری ناشی از نیروی نامتقارن در دو طرف ستون محاسب می‌شوند. جوش تحت کشنده که به دو جان ستون به صورت شیار و به جان ستون توسط جوش گوشه انجام می‌شود. البته استفاده از جوش شیار برای اتصال تحت کشنده به جان ستون نیز قابل قبول است که معمولاً به علت سختی کار از جوش گوشه استفاده می‌شود (بند ۳۵۸ پیوست دوم).



$$T_{PU} = \frac{M_{PU}}{d_p} \rightarrow T_{IU} = \frac{M_{IU}}{d_i}$$

نیروهای وارد بر ستون از طرف تیرها در هنگام زلزله هم جهت هستند.

$$4 \times \phi \times 0.6 F_{ue} \times \frac{\sqrt{f_c}}{p} D \times L \rightarrow$$

طول یک پاس جوش که تقریباً برابر با ارتفاع جان ستون است.

$$= \frac{M_{IU}}{d_i} + \frac{M_{PU}}{d_p}$$

۵- ارتفاع تحت کشنده با اتصالات مسدود ارتفاع آزاد جان (فاصله خالص بین دو جان) باشد. تفسیر مورد اخیر این است که اگر تیر از هر دو طرف ستون به آن متصل شود، حتماً با اتصالات تحت کشنده تمام تیر استفاده شود و اگر تیر فقط از یک طرف ستون به آن متصل شود، می‌توان از تحت کشنده نیم مقدار استفاده کرد.

Subject:

Year. Month. Date. ()

⑦ کنترل چسبندگی جان ستون در اثر نیروی فشاری بال (صفحه ۲۳۲ معیار دهم)

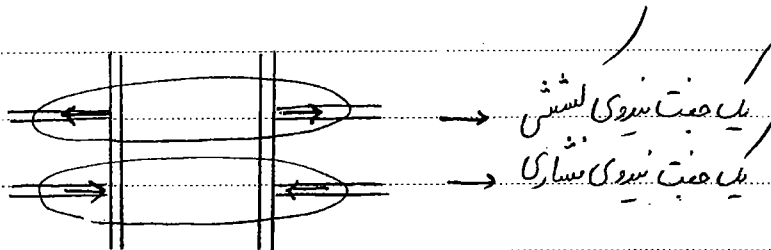
$$R_n = 0.18 t_{wc}^2 \left[1 + \frac{w_b}{d_c} \left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E f_{yc} t_{fc}}{t_{wc}}}$$

$$C_u \leq \phi R_n \text{ و } \phi = 0.75$$

* در صورتی که ستون در بالاترین قسمت خود به تیر متصل شود، ضریب ۰.۸ رابطه فوق با ۰.۴ جایگزین می شود.

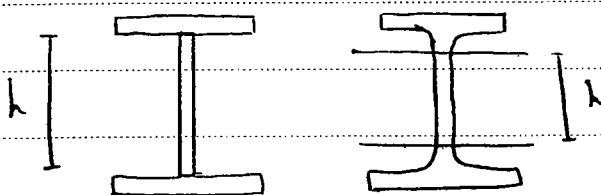
⑧ کنترل انباشش فشاری جان ستون تحت اثر نیروی فشاری بال (صفحه ۲۳۵ معیار دهم)

$$R_n = \frac{24 t_w^3 \sqrt{E f_y w}}{h} \text{ و } C_u \leq \phi R_n \text{ و } \phi = 0.9$$

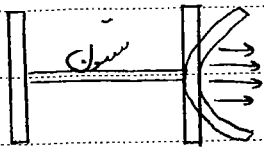


در رابطه فوق h ارتفاع آزاد جان (فاصله بین دو انتهای ماهیچه جان و بال در روی جان در مقاطع

تورده مقطوعه و فاصله بین دو بال در مقاطع ساخته شده از ورق) می باشد.



⑨ کنترل خمش موضعی بال ستون در مقابل بال کشش سیر (صفحه ۲۲۹ محبت دهم)



خمش موضعی بال ستون

$$R_n = 4.25 F_y p t_f^2, T_u < \phi R_n, \phi = 0.9$$

* بر اساس محبت دهم مقررات ملی ساختمان، اولاً در صورتی که طول بارگذاری شده در امتداد پهنای بال (پهنای

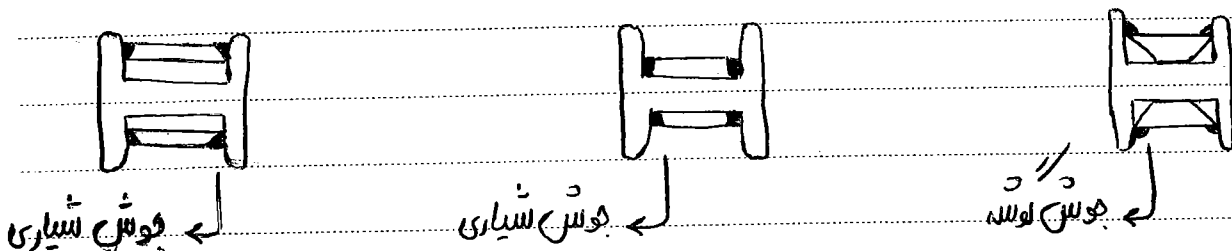
ورق بالامری) کوچکتر از $b_{f1.5}$ باشد، کنترل رابطه فوق الزامی نیست. و ثانیاً در صورتیکه نیروی کششی

اعمالی از طرف ورق بالامری در فاصله ای کوچکتر از $5a$ برابر ضخامت بال ستون از انتهای ستون اثر نماید،

(در اتصال سیر به ستون بالاترین طبقه این اتفاق می افتد.) مقدار R_n حاصل از رابطه فوق باید چه درصد

کاهش یابد.

نکته اجرا جوش ورق مضاعف:



Subject :

Year .

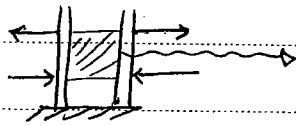
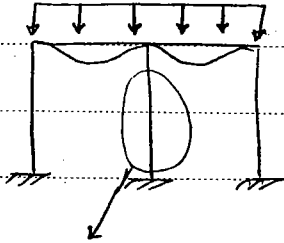
Month .

Date .

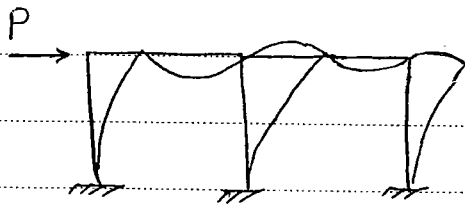
()

۱۰) کنترل برش در جوش اتصال (حد ۳۷ هجرت دهم)

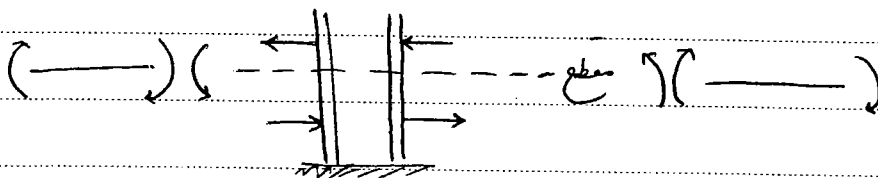
بیشترین برش در جوش اتصال وقتی به وجود می آید که قاب تحت اثر بار جانبی زلزله قرار گرفته باشد.



جوش اتصال
P.Z. Panel zone



در هنگام وقوع زلزله :



علاوه بر این قاب جوش تحت اثر نیروی زلزله قرار می گیرد، نیروی ممانتری که بال فوقانی تیر یا ورق های

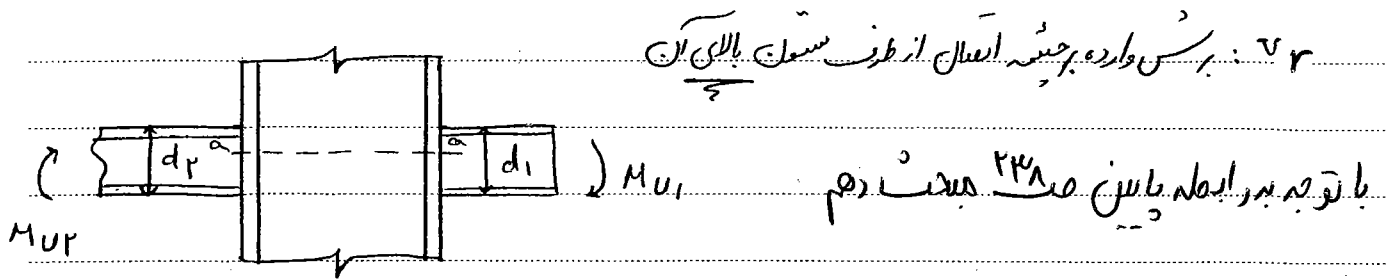
پوشش فوقانی هستند وارد می کنند، هم جهت بوده که باعث می شود بالاترین نیاز برشی در جوش اتصال به

وجود آید و علاوه بر این حالت در کنترل لغایت جوش اتصال مد نظر قرار می گیرد.

برش

Subject:

Year . Month . Date . ()



۷۳: نوشتن تعادل مقطع a-a

$$V_{rp} = \frac{M_{u1}}{d_1} + \frac{M_{u2}}{d_2} - V_r \quad V_{up} \leq \phi R_n$$

در رابطه ی فوق M_{u1} و M_{u2} به ترتیب گزینشی بیشترین و کمترین چپ و راست جبهه اتصال است که

در تقاطع گزینشی معمولی برابر $1.1 R_y (M_p)$ فرض می شود.

هم چنین d_1 و d_2 به ترتیب ارتفاع گزینشی مقاطع تیرگی چپ و راست جبهه اتصال

است. هم چنین V_r نیروی برش ستون در بالای جبهه اتصال می باشد.

برای کنترل گزینشی برش جبهه اتصال بر اساس معیار دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت برشی طراحی

در جبهه ی اتصال برابر ϕR_n بوده که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰.۹ و R_n مقاومت

این است که بر اساس حالت حدی تسلیم برشی به شرح زیر تعیین می شود:

در حالتی که مایعیر تغییر شکل جبهه ی اتصال در تحلیل سازه منظور شود،

$$R_n = 0.6 F_y d_c t_w$$

جای حالتی که $P_u \leq 0.4 P_c$ باشد:

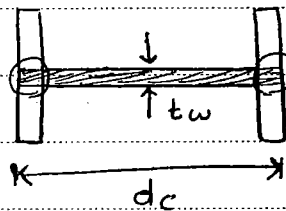
Subject:

Year. Month. Date. ()

برای حالتی که $P_u > 0.4 P_c$ باشد: (فصل ۲۳۸ مبحث دهم) $R_n = 0.4 F_y d_c t_w (1.4 - \frac{P_u}{P_c})$

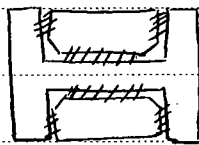
d_c - ارتفاع لنگ مقطع ستون
 P_u - مقاومت محوری مورد نیاز ستون

t_w - ضخامت جان ستون
 $P_c = P_y = A_g F_y$ - مقاومت محوری تسلیم ستون

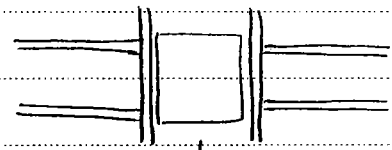


هدیه آیین نامه: به ما اجازه می ده که قسمتی از جان را
 خرج جان به حساب آوریم.

- برای استحکام P.E. هم از doubler plates, continuity plate استفاده می کنند.



درت پیوستگی
 continuity plate
 خود بخود stiffener است



doubler plate
 درت مفاعف

در واقع قسمتی از آن به doubler plate و در دست دیگر
 به جان لنگی ستون جوش داده می شود.

برای ترمیم جوش اتصال، دو امکان وجود دارد، یکی درت لنگی پیوستگی و دیگری درت لنگی مفاعف. درت لنگی پیوستگی با جوش می شود که نیرو از درت پیوستگی مست راست ستون به راحتی به درت پیوستگی سمت چپ ستون انتقال یابد. درت لنگی مفاعف نیز باعث بالا بردن مقاومت برش جوش اتصال می شوند. در عمل سه نوع جوش اتصال وجود دارد:

1) Strong panel zone

2) Intermediate panel zone

3) weak panel zone

در حالتی که رانسی که چیده اتصال ضعیف معتقدند و طراحی آن را اجازه تغییر سازه ای پلاستیک به چیده اتصال را می دهد، آن را طراحی و ورق های پیوستگی و ورق های مضاعف چیده اتصال را می کنند و اجازه پلاستیک شدن را به آن نمی دهد.

برای اجرای ورق های پیوستگی و ورق های مضاعف می توان در ابتدا ورق های پیوستگی را اجرا کرد و سپس در مرحله پس آن ورق های مضاعف را به جان سازه جوش داد. به عنوان روش دیگری می توان در ابتدا ورق های مضاعف را به جان سازه جوش داد (این جوش که به صورت گوشه بوده و ارتفاع ورق های مضاعف برابر است با ارتفاع تیر $+ 20\text{ cm}$) سپس ورق های پیوستگی را با جوش شیار به دو بال سازه و با جوش گوشه به ورق مضاعف متصل کرد. این آیین نامه

ورق های پیوستگی روی چهار مقطع تاثیر مثبت دارند که به ترتیب عبارتند از: ۱. مقاومت خمشی بال سازه در برابر نیروی کشش ۲. مقاومت تسلیم موضعی جان سازه در مقابل نیروی کشش و فشار ۳. مقاومت کششی جان سازه در مقابل نیروی فشار ۴. مقاومت گمانش جان سازه در مقابل نیروی فشار.

ولی ورق های پیوستگی هیچ تاثیری روی مقاومت برشی چیده اتصال ندارند. چون این برش را جان سازه عملی کند و فقط جان سازه و صفحات ملزومی جان سازه (ورق های مضاعف) در تحمل آن دخیل هستند.

(Ex) بایچه IPE360 به طول ۶ متر توسط اتصال صلب به در ستون IPB300 در ابتدا و انتهای خود متصل شده است. با فرض اینکه تیر دارای یک گاه جانبی کافی باشد، کنترل خشی و نیروی برشی طراحی اتصال را محاسبه کنید و ورق های اتصال بالاسری را پس سری در جوش های آن را طراحی کنید. پس از انجام همه کنترل های لازم، سختی درازنی اتصال را نیز محاسبه کنید. (کنترل در معنی E60 بوده. (ماب خشی از نوع معمولی باشد)

$$\text{IPE360} : d = 34 \text{ cm}, b_f = 17 \text{ cm}, t_f = 1.27 \text{ cm}$$

$$t_w = 0.8 \text{ cm}, S_x = 904 \text{ cm}^2, Z_x = 1019 \text{ cm}^3, w_{UG} = 3 \text{ t/m}$$

ماده ۲۵۱۳

الف) تعیین کنتر و برش طراحی اتصال:

$$M_{UC} = 1.1 R_y M_p = 1.1 \times 1.2 \times 1019 \times 2500 = 3228192 \text{ Kg.cm} = 32.28 \text{ t.m}$$

$$V_{UC} = \frac{PM_u}{L} + \frac{w_{UG} \times L}{2} = \frac{2 \times 32.28}{6} + \frac{3 \times 6}{2} = 10.76 + 9 = 19.76 \text{ t}$$

ب) طراحی ورق های بالاسری را پس سری:

با صرف نظر کردن از ضخامت ورق های A و B، نیروی کشش و فشاری ایجاد شده در ورق های بالاسری و (A)

$$T_U = C_U = \frac{M_{UC}}{d_b} = \frac{32.28 \times 10^5}{34} = 19444.7 \text{ Kg}$$

(B)

$$T_U = C_U \leq \phi P_n \rightarrow 19444.7 \leq 0.9 \times 2500 \times A_g \rightarrow A_g \geq 41.5 \text{ cm}^2$$

برای انجام جوشکاری راحت، عرض ورق بالاسری (ورق A) را کمتر و عرض ورق پس سری (ورق B) را بیشتر از عرض بال تیر ($b_f = 17 \text{ cm}$) در نظر می گیریم:

$$b_A = 14 \text{ cm} \rightarrow b_A t_A \geq 41.5 \rightarrow 14 t_A \geq 41.5 \rightarrow t_A \geq 2.96 \rightarrow t_A = 3 \text{ cm}$$

$$b_B = 20 \text{ cm} \rightarrow b_B t_B \geq 41.5 \rightarrow 20 t_B \geq 41.5 \rightarrow t_B \geq 2.08 \rightarrow t_B = 2.2 \text{ cm}$$

وین یکی A و B را با جوش شیار با نفوذ کامل به بال ستون و توسط جوش گوشه به بال سیم متصل می کنیم.

$$L_A = L_B = 45 \text{ cm}$$

برای تعیین بد جوش گوشه وین یکی A و B داریم:

$$T_u = C_u \leq \phi \times 0.4 F_u \times 0.707 D \times L \times 2$$

$$19444.7 \leq 0.75 \times 0.4 \times 4200 \times 0.707 D \times 45 \times 2 \rightarrow D \geq 0.174 \text{ cm}$$

$$D = 8 \text{ mm} < D_{\max} = t - 2 = 30 - 2 = 28 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$D_{\min} = 6 \text{ mm} \quad \text{با توجه به ضخامت بال سیم}$$

بعد جوش گوشه را ۸ میلی متر انتخاب می کنیم.

بنابراین ابعاد ورق بالاسری $PLA: 470 \times 140 \times 3$ و ورق پائین سری را $PLB: 470 \times 200 \times 22$ در نظر می گیریم و با جوش گوشه به بعد ۸ mm به بال سیم متصل می کنیم. این ورق ها با جوش شیار به ستون متصل می شوند.

توجه داریم که بد علت وجود بار خور و طول ورق یکی بالاسری و پائین سری باید بزرگتر از طول جوش در نظر گرفته شود که در این مثال طول ورق ها ۲ سانتی متر بزرگتر در نظر گرفته شده است.

$$(45 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 47 \text{ cm})$$

پس اکتشال جان ستون دایرینوی شای (ص ۲۳۵ معیار دهم)

خصوصیات هندسی ستون IPB300 به شرح زیر است:

$$IPB300: d = 30 \text{ cm}, b_f = 30 \text{ cm}, t_f = 1.9 \text{ cm}, t_w = 1.1 \text{ cm},$$

$$K_c = 4.9 \text{ cm}, h = d - 2K = 20.8 \text{ cm}$$

مقاومت این تسلیم موضعی جان برابر است با:

$$R_n = F_{yc} (\omega K_c + l_b) t_{wc} ; \phi = 1 \rightarrow \phi R_n = 2400 (\omega \times 1.4 + 1.1) \times 1.1$$

$$= 99528 \text{ Kg} \rightarrow C_u = 19444.7 \text{ Kg} > \phi R_n = 99528 \text{ Kg} \quad (\text{بسیار نیست})$$

توجه داریم که چون ضخامت ورق پایین سری کوچکتر از ضخامت ورق بالایی است، مقاومت این منظر تسلیم موضعی جان برای آن عدد کوچکتری به دست می آید که محاسب است بحرانی باشد و عملاً هیچ مقاومتی این تسلیم موضعی جان را در محل اتصال ورق پایین سری به ستون کنترل می کنیم.

حال مقاومت دیوالتی جان ستون تحت اثر نیروی فشاری را نیز کنترل می کنیم: (مبحث ۲۳۲)

$$R_n = 0.8 t_w^2 \left[1 + \frac{3 t_p}{d_c} \left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_{yc} t_{fc}}{t_{wc}}} ; C_u \times \phi R_n ; \phi = 0.75$$

$$\phi R_n = 0.75 \times 0.8 \times 1.1^2 \left[1 + \frac{3 \times 1.1}{30} \left(\frac{1.1}{1.9} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{2 \times 10^4 \times 2400 \times 1.9}{1.1}}$$

$$= 72512 \text{ Kg} < C_u = 19444.7 \text{ Kg} \quad \text{بنابراین جان ستون نیز تسلیم می شود}$$

کنترل گمایش فشاری جان ستون:

کنترل این نوع گمایش در این مثال نیاز نمی باشد، چون تیر فقط از یک طرف به ستون متصل شده است.

۲) کنترل تال سلول در اثر نیروی کششی: (مبحث ۲۳۶)

مقاومت اسمی موضعی تال از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$R_n = 4.2 \omega F_y t_f^2 ; \phi = 0.9 \rightarrow \phi R_n = 0.9 \times 4.2 \omega \times 2400 \times 1.9^2 = 48735 \text{ Kg}$$

$$48735 \text{ Kg} < T_u = 19444.7 \text{ Kg}$$

باتوجه به اینکه تسلیم موضعی جان ستون، چیدمانی جان، و کش موضعی بال ستون اتفاق می افتد به وزن پیوستگی نیاز است که در ادامه محاسبات آن را بدست می آوریم:

$$A_{st} \geq \frac{C_u - \min \{ \text{کش موضعی بال}, \text{چیدمانی جان}, \text{تسلیم موضعی جان} \}}{0.9 F_{yst}}$$

$$A_{st} \geq \frac{19444.7 - \min \{ 44528, 72512, 41735 \}}{0.9 \times 2400}$$

$$A_{st} \geq \frac{19444.7 - 41735}{0.9 \times 2400} \rightarrow A_{st} \geq 11.95 \text{ cm}^2$$

چون در برابر نیروی زلزله بال های لنگری، فکری مرتبطی موضعی می شوند لذا محاسبات $A_{st} = 11.95 \text{ cm}^2$ به عنوان وزن پیوستگی در مقابل هر دو بال فوقانی، تحتانی نقش شده است

$$A_{st} = \underbrace{10}_{b_{st}} \times \underbrace{2}_{t_{st}} = 20 \text{ cm}^2 > 11.95 \text{ cm}^2$$

$$b_{st} = b + b \geq (b_f)_{beam} \leq b_{coverplat} \rightarrow b \geq \frac{1}{4} (17 \leq 20) \rightarrow b \geq 10 \text{ cm}$$

$b \leq 10 \text{ cm} \quad \underline{OK}$

$$t_{\text{بال لنگری}} = 3 \text{ cm} \quad t_{\text{پایین لنگری}} = 2.2 \text{ cm} \quad t_{st} \geq \frac{1}{4} \max(3, 2.2)$$

$$t_{st} \geq 1.5 \text{ cm} \rightarrow t = 2 \text{ cm} \quad \underline{OK}$$

کنترل نامش موضعی فوقانی شده: (صحت مثبت در پیوند)

$$\frac{b_{st}}{t_{st}} \leq \frac{100}{20} = 5 < 0.154 \sqrt{\frac{E}{R_y F_{yst}}} = 0.154 \sqrt{\frac{2 \times 10^4}{2400 \times 11.5}} = 15.15 \quad \underline{OK}$$

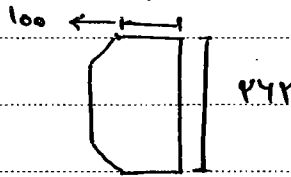
Subject:

Year: Month: Date: ()

طول ورق تقویتی را فاصله آزاد بین دو بال ستون یعنی $241,2 = 2 \times 19 - 30$ در خط می مییم با توجه به اینکه ورق فقط از یک طرف ستون به آن متصل شده است، چهار پاس جوش دو نشه ورق های تقویتی به جان ستون یا بستنی برای نیروی $C_u = 19444,7 \text{ kg}$ $T_u = C_u$ طراحی شود \leftarrow

$$0,175 \times 0,12 \times 4200 \times 0,175 \times 0,175 \times 241,2 \times 4 \geq 19444,7 \text{ kg} \rightarrow D \geq 12,8 \text{ cm} \rightarrow D = 13 \text{ mm}$$

بنابراین از یک جهت ورق پیرستنی با ابعاد $242 \times 100 \times 20$ (بر حسب میلی متر) و با جوش گوشه با بزرگی V میلی متر برای تثبیت رستک در مقابل ورق های بالایی و پائینی استفاده می کنیم. آن ها را به جان ستون متصل کردیم، برای افعال ورق پیوستنی به بال ستون از جوش نیازی به افزودن عمل استاندارد نمی نیم



ش) کنترل برش در مسم انتقال

جان ستون باید در محل مسم انتقال مینوی برشی V_{rp} را تحمل کند. با صرف نظر از V_{rc} در جهت اطیاف می توان نوشت:

$$V_{rp} = \frac{M r_1}{d_b} = \frac{32,28 \times 10^5}{32} = 19444,7 \text{ kg}$$

$$\text{ظرفیت برش جان ستون} = \phi_v R_n = \phi_v A_w \times 0,4 F_y = 0,9 \times 30 \times 1,1 \times 0,4 \times 2400 = 42744 \text{ kg} < V_{rp} = 19444,7 \text{ kg}$$

بنابراین باید جان ستون را در محل مسم انتقال با ورق تثبیت کرد. چنانچه از ورق های مضاعف جان که به ملزات جان ستون به آن جوش می شوند استفاده شود داریم:

$$IPB 300 : d - 2k = 208 \text{ mm} = 20,8 \text{ cm}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$V_{rp} = \phi_v A_w \times 0.4 F_y \rightarrow 1944V = 42748 + 2 \times 0.9 \times 0.4 \times 2400 \times t (30 - 2 \times 1.9)$$

$$\rightarrow t = 0.49 \text{ cm} \rightarrow t = 4.9 \text{ mm}$$

در ادامه جوش ورق های مقاوت به جان ستون را طراحی می کنیم.
طراحی جوش ورق های مقاوت به جان ستون بر اساس فلزیته بررسی:

در این بند می بینیم که
مطلوب جوش گوتش در محل
فواصل کرد

$$0.4 F_y \times t \times 1 = \phi \times 0.4 \times F_u \times \frac{\sqrt{2}}{2} D \times 1$$

$$0.4 \times 2400 \times 0.49 \times 1 = 0.75 \times 0.4 \times 2400 \times 0.707 \times 1 \times D$$

$$D = 0.114 \text{ cm} = 1.14 \text{ mm}$$

$$D = 9 \text{ mm} > D_{max} = 4 \text{ mm}$$

$$t \geq 9 + 2 = 11 \text{ mm} \rightarrow t = 11 \text{ mm} \rightarrow \text{طراحی برشی دوباره می شود}$$

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}}$$

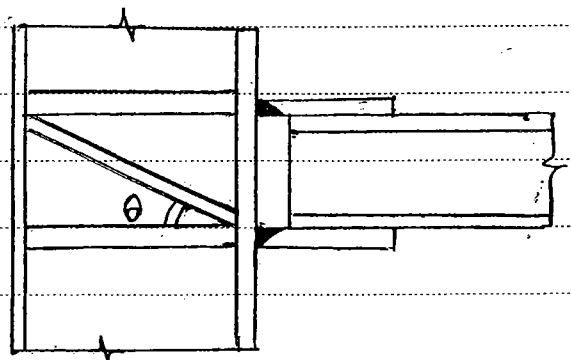
چنانچه از ورق تیر قطری استفاده شود داریم:

$$\sin \theta = \frac{\tan \theta}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}}$$

$$\tan \theta = \frac{d_{beam}}{d_{column} - 2t_{fc}} = \frac{34}{30 - 2 \times 1.9} = 1.37$$

$$\rightarrow \cos \theta = 0.59$$

مساحت ورق برای تیر قطری از رابطه زیر بدست می آید:



DIPCO

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$0.9 A_{st} \times F_y \times \cos \theta + \phi_v \times A_w \times 0.9 F_y \geq C_u$$

$$0.9 A_{st} \times 2400 \times 0.59 + 22748 \geq 19444.7 \rightarrow A_{st} \geq 39.8 \text{ cm}^2$$

چنانچه از درون تقویتی با عرض ۱۰ سانتی متر استفاده کنیم، داریم:

$$2b_s t_s = 2 \times 10 \times t_s \geq 39.8$$

$$\rightarrow t_s \geq 1.99 \text{ cm} \rightarrow t_s = 2 \text{ cm}$$

$$L_s = \frac{d_c - 2t_{fc}}{\cos \theta} = \frac{24.2}{0.59} = 41.1 \text{ cm}$$

طول درون تقویتی مطری برابر است با:

کشتل گمانش موضعی درون تقویت مطری به صورت زیر است:

$$\frac{b_s}{t_s} = \frac{10}{2} = 5 < 0.54 \sqrt{\frac{E}{F_y \times R_y}} = 0.54 \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2400 \times 0.15}} = 15.15$$

بنابراین از جهت درون مطری با ابعاد $44 \times 100 \times 20$ (بر حسب میلی متر) برای تقویت جال ستن در جبهه اتصال استفاده می کنیم. جوش درون تقویت مطری باید براساس سهم برشی که تحمل می کند، طراحی شود. سهم برش درون تقویت افقی برابر است با:

$$V_s = 19444.7 - 22748 = 4999.3 \text{ kg}$$

با توجه به ۴ ردیف خط جوش می توان نوشت:

$$\phi \times \beta \times 0.4 F_{ue} \times 0.75 V_D \times L_s \times 4 \cos \theta = V_s \rightarrow$$

$$0.75 \times 0.75 \times 0.4 \times 2400 \times 0.75 V_D \times 41.1 \times 4 \times 0.59 = 4999.3 \text{ kg} \rightarrow$$

$$D \geq 0.45 \text{ cm} \rightarrow D = 5 \text{ mm}$$

$$\min(t_{wc}, t_s) = \min(1.1 \text{ cm}, 2 \text{ cm}) = 1.1 \text{ cm} \rightarrow$$

بنابراین بعد جوش ۵ mm برای $D_{min} = 5 \text{ mm}$: حداقل بعد جوش گوشه براساس جدول صفحه ۱۴۸ جوش نامی گوشه مناسب است.

تمرین [در این اتصال برای اتصال برش از یک جهت ورق برشی استفاده کنید و این جهت ورق برشی و جوش های آن به جان تیر و پال ستون را طراحی کنید

تمرین [در اتصال گیردار مثال قبل سطح درانی اتصال چند $\frac{\text{ton.m}}{\text{rad}}$ است ؟

تمرین [یک تیر IPE270 به طول ۵ متر توسط اتصال صلب به دو ستون IPB240 متصل شده است . با فرض کفایت تکلیف های جانبی ، کترخشی و نیروی برش طراحی اتصال را ایسا به کنید و سپس ورق های اتصال پلاستی و پارس سری و ورق برشی (shear plate) و جوش آن را طراحی کنید و همگی کنترل های لازم را انجام دهید .

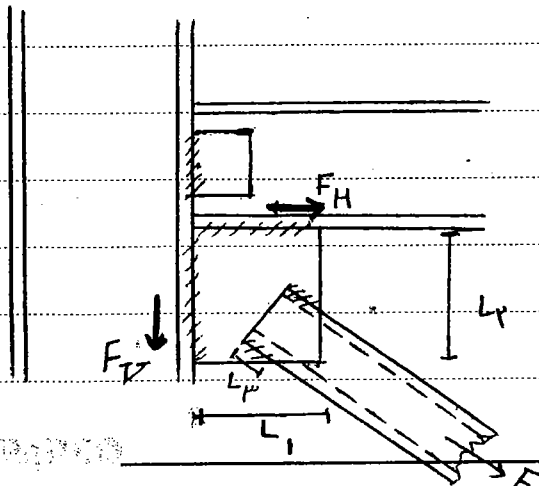
بارگسترده ضربه دار تیر 15 ton/m برون و آلتود معضنی از نوع E40 است

* * *

طراحی جوش اتصال مهارت به ورق گاست (gusset plate)

Dual system : سیستم دارای مهارت و قاب خشی

برای طراحی جوش های گاست پلیت به تیر و ستون روش های مختلفی وجود دارد که ساده ترین آن روش KISS می باشد .



$$F_H = F \cos \theta$$

$$F_V = F \sin \theta$$

$$F_H = \phi \times B \times 0.4 F_{ue} \times 0.1 V_0 V_D \times L_1 \times 2$$

$$F_V = \phi \times B \times 0.4 F_{ue} \times 0.1 V_0 V_D \times L_2 \times 2$$

$$\phi = 0.175$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

اگر قیامت ورق گاست مشخص باشد، می توان با استفاده از این نام مقدار D_{min} و D_{max} را محاسبه کرد. اگر چه جوش D را این D_{min} و D_{max} انتخاب کنیم (معمولاً به ۶ تا ۸ میلی متر به مناسب است). طول کمی به طول محاسبه می گردد.

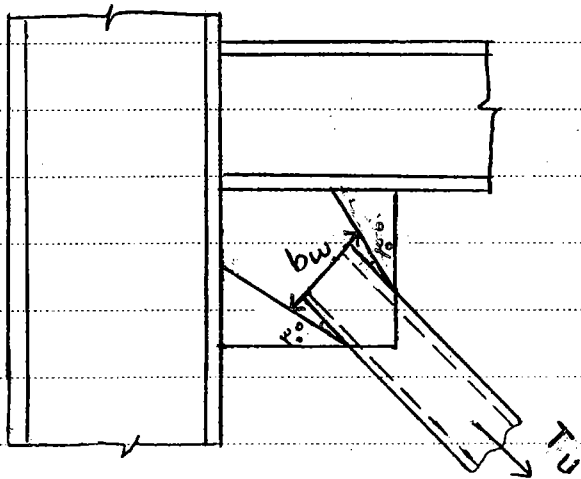
$$\frac{F}{P} = \phi \times 0.6 F_{ue} \times 0.75 V D \times L_p \times 2 \quad \frac{F}{P} \text{ نیروی هر کدام از نادرانی}$$

لحظه از رابطه فوق به جوش مهارنده صاف گاست محاسبه می شود که باز باید در فاصله D_{min} و D_{max} باشد.

تذکره: اگر در صورت مسئله ای نیروی مهارنده داده شده باشد، بایستی جوش مهارنده به ورق گاست و هم چنین جوش های ورق گاست به تیر مستقیم بر اساس ظرفیت مهارنده طراحی شود. در این حالت نیروی مهارنده را $R_y F_y A_g$ در نظر می گیریم.

Demand capacity Design

سوال: قیامت ورق گاست چگونه بدست می آید؟ قیامت ورق گاست بر اساس عرض و تیر محاسبه می شود.

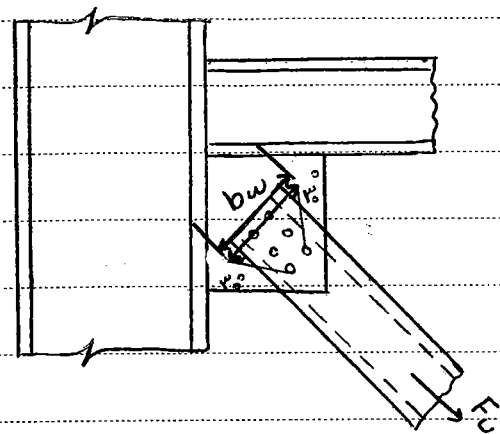


$$b_w \times t_G \times 0.6 F_y \geq T_u \rightarrow$$

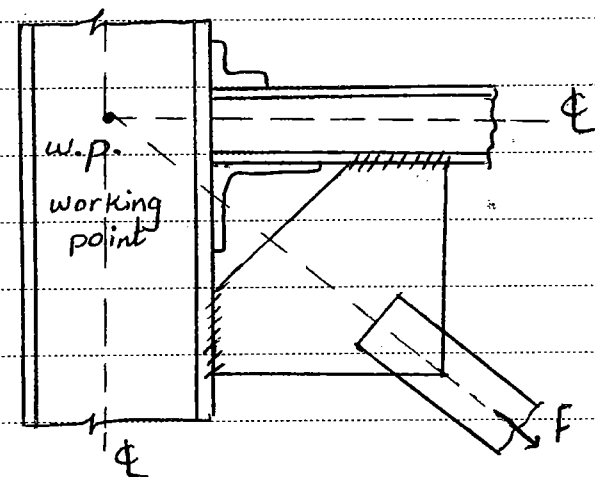
$$t_G \geq \frac{T_u}{b_w \times 0.6 F_y}$$

حد ادنی قیامت ورق گاست

اگر در اتصال مهارنده به گاست از این استفاده کنیم، دیگر نیویزم نادرانی را back to back قرار دهیم (مگر در حالت خاص استفاده از پیچ های متری)



توجه: در اتصالات جی، عرض و عمود کوچتر از
عرض و عمود در اتصالات جوشی است.
که نتیجه می شود ورق های گاست در اتصالات
جوشی ضخامت بزرگتری دارند.



چنانچه تیر به ستون توسط نبش نشین متصل
شده باشد، و در هالچ در گانه هم مهار بند داشته
باشیم، انتقال ورق گاست به تیر و ستون
به صورت دو بر در است.

طراحی جوشی که به روش فوق که KISS نامیده می شود، اولین و ساده ترین روش طراحی انتقال ورق گاست
به تیر و ستون می باشد علاوه بر این روش، روش های دیگری نیز وجود دارد که استفاده از آن
ستندم کاسبات بسیار بیشتر است.

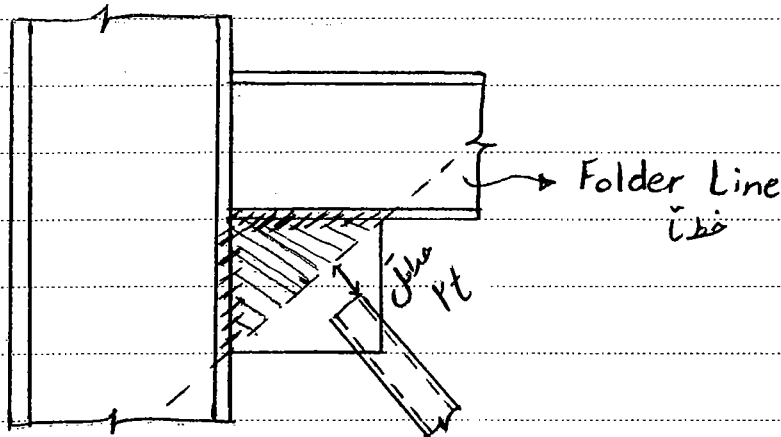
آخرین روشی که برای طراحی انتقال ورق گاست به تیر و ستون ارائه شده است، روش تورنتون (Thornton Method) است که UFM (Uniform Force Method) نیز نام دارد. البته روش اصلاح شده
تورنتون نیز ارائه شده است.

در صورت روشی که برای طراحی انتقال گاست به تیر و ستون فرض می شود که نیروی مهار بند از محل برخورد محور مرکزی
تیر و ستون می گذرد. این نقطه را w.p. (working point) می نامند.

در عرف طراحی معمولاً مهار بند که به صورت در بر منفصل طراحی می شوند که در اینصورت باستی طبق توصیه آیین نامه

انتهای مهاربند حداقل به اندازه دو برابر ضخامت ورق گاست از خط تا، فاصله داشته باشد.

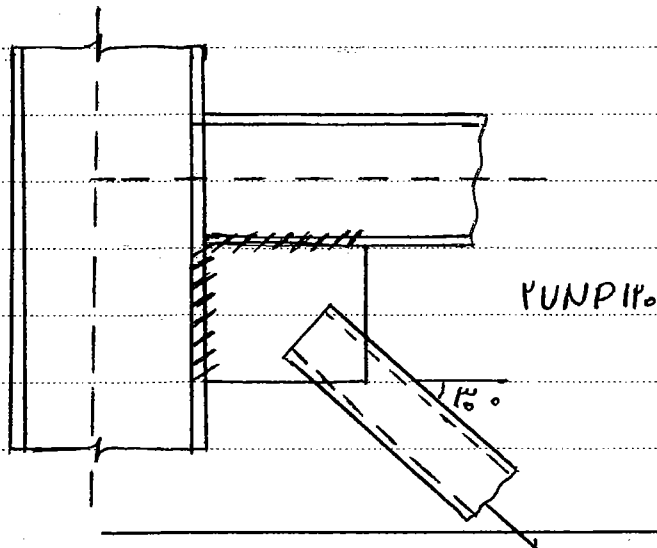
هر چند که می توان مهاربند را به صورت دوسرگیو طراحی کرد که به ندرت این اتفاق می افتد.



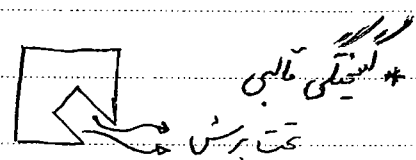
مهاربند در واقع به صورت دوسر مفصل مدلی کنیم، پس باید بتواند بچرخد.

از آنجا که ناحیه هاشور خورده تقریباً صلب عمل می کند و مهاربند نمی تواند در آن ناحیه بچرخد، پس انتهای مهاربند باید از این ناحیه یک فاصله حداقل داشته باشد.

تعمین [برای یک مهاربندی که از دوپل ناودانی ۱۲ (UNP1۲۰) استفاده شده است، جوش ناودانی با به ورق گاست، ضخامت ورق گاست و طول جوش های آن به تیر و ستون را طراحی کنید. گشتاوی تالی را در صفحه ایکی تیر کنترل نمایید.

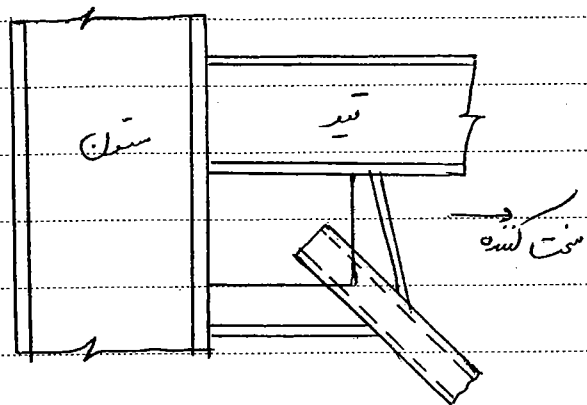


* اگر نشی نشین داشته باشیم، ابعاد جوش بزرگتری شود.



Subject:

Year. Month. Date. ()



* نوعی سنت کشه عملاً به صورت این صلی عمل می کند.

مفصل سوم : نسج

نسج : حدود ۲۰ درصد اتصالات توسط نسج انجام می شود.

در سایر اتصالات



نسج :

نسج : مسنخ شده است و به علت سردی و دمای زیاد دیگر استفاده نمی شود.

جوش : حدود ۸۰ درصد اتصالات توسط جوش انجام می شود.

نمای اتصالات نسج :

۱. سرعت نصب و مونتاژ بالا
۲. امکان باز کردن سازه و استفاده مجدد از نسج (مقطعی برای اتصالات انکای می توان نسج را باز کرد و استفاده

مجدد نمود.)

۳. امکان استفاده در مناطقی که تجهیزات و یا تمهیدات جوشکاری فراهم نیست!

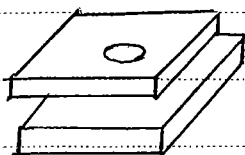
۴. عدم نیاز به کارگر ماهر

۵. بی سردی بودن عملیات نصب

۶. کم هزینه بودن عملیات نصب

معایب اتصالات نسج :

۱. نیاز به عملیات سوراخ کاری دقیق اجزای اتصال



دو صفحه خال جوش می شوند و سپس دو صفحه با هم متصل می شود.

خال جوش با پین قابل برداشتن است.

اگر دو صفحه جدا جدا به کار می شوند، امکان آن وجود دارد که نسج از هر دو سوراخ عبور کنند!
راه حل : برتور شدن = گشاد کردن سوراخ

۲. رعایت دقیق پیش‌بینی پیچ (البته این مسئله در مورد پیچ‌های با مقاومت بالا در اتصال اصطلاحی موضوعیت دارد.)

انواع پیچ:

۱. پیچ معمولی

پیچ معمولی از فولاد نرمه با کربن کم ساخته می‌شود. این پیچ‌ها تعداد اتصالات اتکایی که در ادامه شرح داده شده، کاربرد داشته و تنش‌های آن در محدوده 45000 kg/cm^2 تا F_u که 4000 kg/cm^2 است.

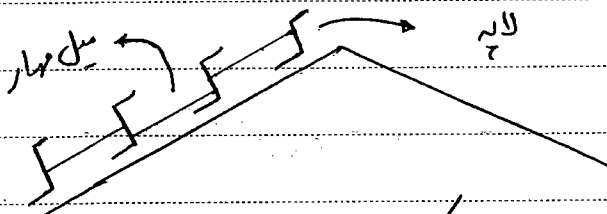
ASTM استاندارد آمریکا

A307 $\rightarrow F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$

در استاندارد آمریکا فولاد با حرف A نمایش داده می‌شود. هرچه عدد بعد از A بزرگ‌تر باشد، فولاد قوی‌تر است.

پیچ‌های معمولی در سازه‌های کوچک و هم‌جنس سازه‌های موقت و لایه‌های دالیه اعضای که بارگذاری دارد بر آن‌ها کوچک و استاتیکی است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

(در سازه‌های مناطق زلزله خیز حق استفاده از اتصالات اتکایی را نداریم! بار دینامیکی، پیچ را به‌طور زمان‌باز می‌کند.)



در استاندارد DIN آلمان، طبقه‌بندی پیچ‌ها با عدد انجام می‌شود که عدد اول تنش‌های (F_u) مصالح پیچ را بر حسب ton/cm^2 به ما می‌دهد. و برای به‌دست آوردن تنش تسلیم مصالح پیچ باید

Subject:

Year. Month. Date. ()

DIN:

۱۰۰ عدد دوم را در عدد اول ضرب کرد.

$$۴.۶ \Rightarrow F_u = ۴ \text{ ton/cm}^2 = ۴۰۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = ۰.۶ \times ۴۰۰۰ = ۲۴۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

$$۸.۸ \Rightarrow F_u = ۸ \text{ ton/cm}^2 = ۸۰۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

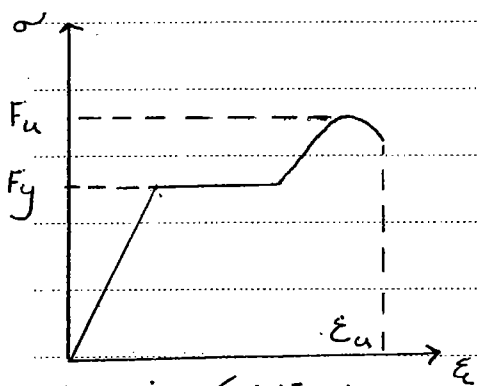
$$F_y = ۰.۸ \times ۸۰۰۰ = ۶۴۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

$$۱۰.۹ \Rightarrow F_u = ۱۰ \text{ ton/cm}^2 = ۱۰۰۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

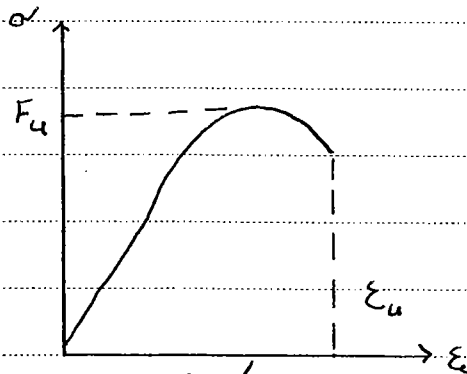
$$F_y = ۰.۹ \times ۱۰۰۰۰ = ۹۰۰۰ \text{ Kg/cm}^2$$

این سیج های ۴.۶ برای اتصالات انگای با فولاد ST37 و سیج های ۵.۶ برای اتصالات انگای با فولاد ST52 مصروف می شود.

این سیج های ۸ از فولاد با کربن متوسط تا زیاد ساخته می شوند و نقطه تسلیم مشخص برای آن کم وجود ندارد.



محدودیت تنش - کرنش برای فولاد نرم



محدودیت تنش - کرنش برای فولاد با مقاومت بالا

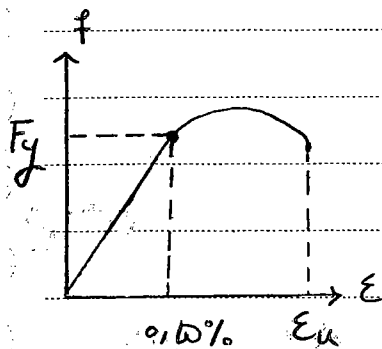
شکل پذیری کم شده - مقاومت بالا رفته - خنک پخته تسلیم

این فولاد های با مقاومت بالا به دو صورت می توان تنش تسلیم را مشخص نمود :

Subject:

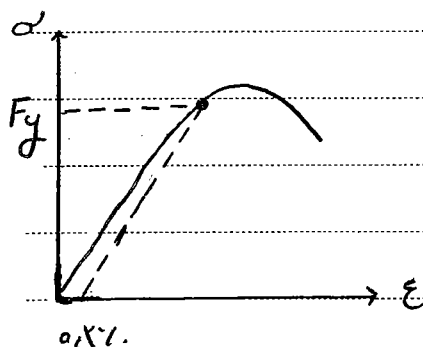
Year. Month. Date.

۱. کرنش ۰.۱۵ در صد را در نظری گنیوم و محدود بر محور کرنش و خطی رسم می کنیم تا نمودار تنش - کرنش را قطع کند. تنش متناظر این نقطه تنش تسلیم است.



$$0.15\% = 0.0015 \times 10^{-3}$$

۲. کرنش ۰.۲ در صد را در نظری گنیوم و خطی موازی خط مماس بر نمودار تنش - کرنش در ابتدای آن رسم می کنیم تا F_y به دست آید. (به این روش، روش offset گفته می شود).



در هیچ یکی معمولی از قطر ۱۲mm تا ۳۶mm و هیچ یکی پر مقاومت از قطر ۱۲mm تا ۳۸mm در بازار وجود دارند. ولی کاربرد قطرهای ۲۰mm و ۲۲mm (M20, M22) در کارهای ساختمانی بیشتر است.

۲- هیچ پر مقاومت (۳۴ آیین نامه)

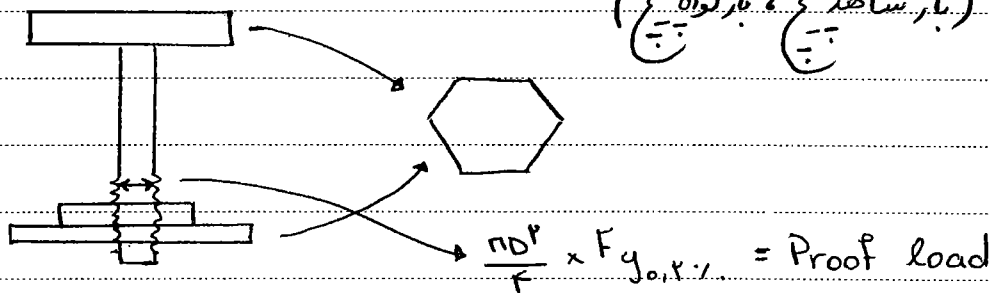
در استاندارد ASTM آمریکا هیچ A325 هیچ پر مقاومت و پر کاربردی محسوب شده و تنش نهایی آن برای برابر 8000 kg/cm^2 است.

در هیچ پر مقاومت متداول دیگر A490 بوده که تنش نهایی آن برابر 10000 kg/cm^2 می باشد.

تذکره: در صورتیکه در یک اتصال امتیاج به پیش تنیده کردن پیج گذاشته باشیم، لزوماً باید از پیج برای بر مقاومت استفاده کنیم.
 به عبارت دیگر بجای به پیش تنیده کردن پیج معمولی نمی‌باشیم. ← اگر نخواهیم پیج معمولی را پیش تنیده کنیم، می‌برد.

بار معیار (Proof Load)

از حاصل ضرب سطح مقطع خالص پیج در تنش نظیر کشش ۰.۲ درصد (offset) بار معیار به دست می‌آید. (بار شاهد پیج، بار گواه پیج)

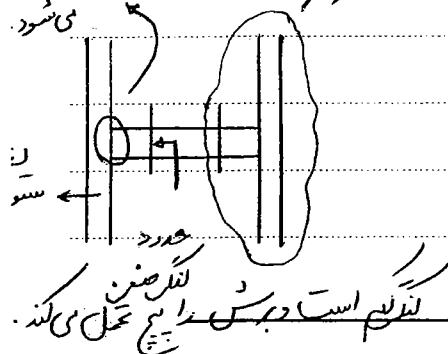


نباید نیروی کششی وارد بر پیج از بار معیار آن تجاوز کند، چگونگی در این صورت پیج کارایی خود را از دست می‌دهد.

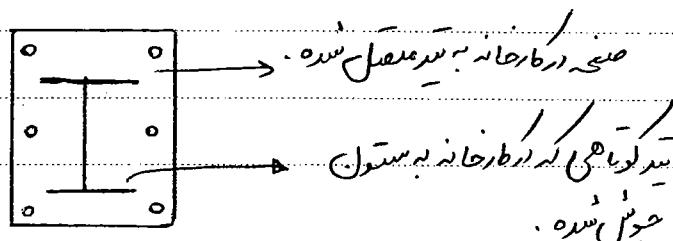
برای پیج‌های A325 و A490، بار معیار به ترتیب ۷۵٪ و ۸۰٪ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی آنها است.

* بار معیار برای پیج‌های پر مقاومت تعریف می‌شود.

در کارخانه انجام شده. این اتصال در کارخانه جوش می‌شود.



یک نمونه اجرای اتصال جلیب (اتصال فلنجی)



این وسط به وسیله پیچ ها به صفحه اتصال وصل و پیچ می شود.

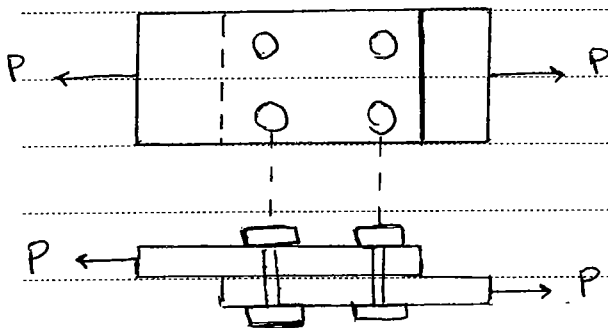
پیچ تحت کشش و برش عمل می کند ولی تحت فشار کار نمی کند.

Bearing type connection

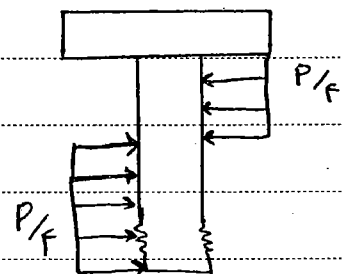
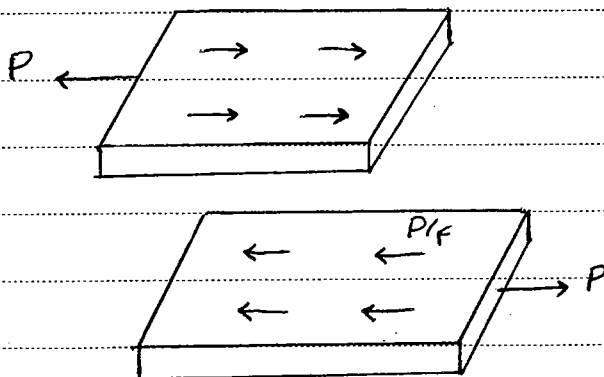
تفاوت اتصال انکای و لغزش بحرانی

Friction type connection

نحوه اتصال بند در این در اتصال متفاوت است. به طریقی در اتصال انکای، اتصال بند توسط تنش کششی بین بند پیچ و ورق انجام می گیرد. در صورتیکه در اتصال لغزش تفاوتی اتصال بند از طریق بند و اصطکاک بین صفحات انجام می شود.

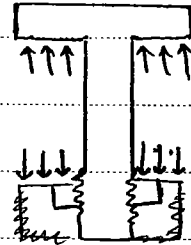
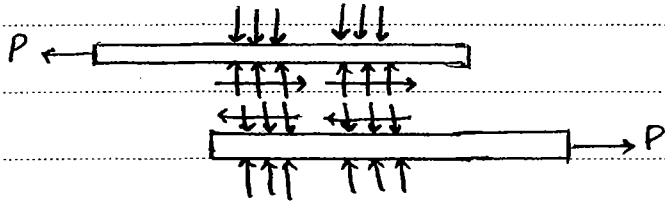
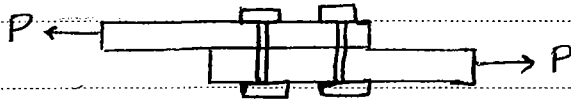
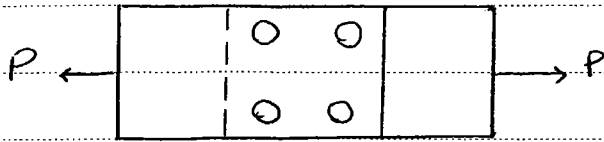


اتصال انکای :



* حتی مصالح ضعیف تر از این هم از ورق قوی تر است.

اتصال لغزش بحرانی :



$$\sum F_x = 0$$

$$P = \sum \mu N$$

N : نیروی فشاری بین صفحات که با نیروی کشش متعادل می‌شود

برابر است .

در اتصال انکاسی لغزش بحرانی رخ می‌دهد. صفحات اتصال مجاز می‌باشد و با لغزش بین صفحات، بدنه یک با جداره سوراخ تماس پیدا می‌کند و در اثر این تماس تنش کمی ایجاد می‌شود و وجودی ندارد.

اتصال انکاسی را اتصال معمولی ، اتصال غیر اصطلاحی و هم چنین اتصال کششی می‌نامند. حتی اتصال با تمامی نیز به این گفته می‌شود.

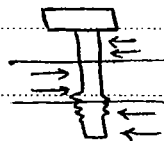
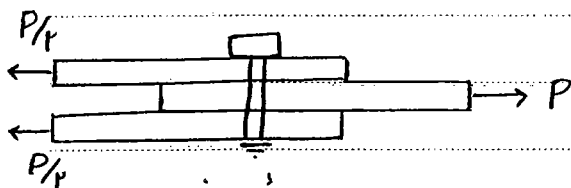
Bearing type connection

در اتصال انکاسی یک می‌تواند یک برش یا دو برش باشد. یک برش یک می‌باشد. یک اتصال انکاسی تبدیل به دو برش می‌شود.



یک برش

Single Shear



دو برش

Double shear

یک از ۲ سطح برش می‌خورد

طبق استاندارد آیین نامه:

الف) اتصالات ییجی آفای: اتصالاتی هستند که سقف کوبن آن‌ها در حد سقفی کامل بوده و به لحاظ مقادیر برشی، ییج ییزی برشی را از طریق اتکای تنه ییج به جداره سوراخ اتکال می‌دهد و از مقادیر لغزشی موجود بین سطوح تماس اتصال صرف نظر می‌شود. سقفی کامل نحوه سقف کوبن است که باید آچار و خنجر توان یک کارگر معمولی یا چند در آچارهای باری و آلتریتی قابل حصول فرض می‌شود در این حالت سطوح اتصال باید در تماس با یکدیگر قرار گیرند و تمامی ییج‌ها باید به حدی سقف باشند که باز نشدن آن‌ها بدون آچار ممکن نباشد. همچنین است در یک اتصال با تعداد ییج زیاد عمل سقف کوبن هر ییج چند بار انجام شود استفاده از اتصالات آفای با ییج‌های معمولی یا بر مقادیر مجاز است.

ب) اتصالات بیش تنیده: اتصالاتی هستند که اول ییج‌های آن از جنس فولاد بر مقادیر باشد و بنا به لحاظ مشخصات هندسی قابلیت بیش تنیدی داشته باشند، بنا به ییج‌ها در هنگام سقف کوبن پس از حصول سقفی کامل به برش مناسبی بیش تنیده شود روش‌های مناسب بیش تنیده کوبن یک ییج مائل روش در سقف کوبن آفای مهره استفاده از «واشر شریک ییج» و در آچار مدج کالبره شده، در ییج‌های شش گوش استیل، استفاده از دیربازهای ویژه هستند. مقادیر برشی و اتکایی موجود این نوع اتصالات مطابق اتصالات آفای تعیین می‌گردد و آن‌ها از مقادیر لغزشی موجود بین سطوح تماس اتصال صرف نظر می‌شود. استفاده از این اتصال در حوازی الزامی است:

۱- عین قوی ساخته شده مطابق الزامات بخش ۲-۴

اتصالاتی که تحت اثر ارتعاش اتصال شش ییج‌ها وجود داشته باشد

اتصالاتی که تحت اثر نیروهای رفت و برگشتی قابل ملاحظه‌ای قرار دارد

اتصال تحت اثر بارهای دینامیکی در بدین برلشت جهت بار

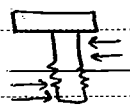
کلیه ییج‌ها در ده مقادیر ۸۴۹۰ مطابق استاندارد ASTM، ۱۰.۹ مطابق استانداردهای EN، ISIRI و بالاتر که تحت اثر نیروی کششی همراه با نیروی برشی یا بدون آن، باید بدون اثر کششی قرار دارند

۱- اتصالات لغزش بحرانی: احتمالاتی هستند که در آن‌ها سطح‌های تنش‌دهنده
 بی‌اثر شدن می‌شوند پس انتقال نیروی برشی در اتصالات توسط مقاومت در
 برابر لغزش بین سطوح در تماس اتصالات انجام می‌پذیرد در اتصالات لغزش بحرانی
 سطوح تماس باید دارای وضعیت سطحی کلاس A یا B مطابق بند ۲-۹-۳ باشند
 در سطوح در تماس این نوع اتصالات نباید لغزش رخ دهد، پیچ به جداره سوراخ آنگانی یا به
 استفاده از این نوع اتصالات در موارد زیر الزامی است:
 - در کلیه مواردی که لغزش در اتصالات موجب ناپایداری یا کاهش مقاومت موجود ساز می‌شود
 - در مواردی که اتصالات تحت اثر نیروهای دینامیکی یا تکرار زیاد توأم با اثر فسیلی قرار دارند
 - مطابق این مطلب بارهای باد، زلزله، ردیف بارهای دینامیکی یا تکرار زیاد قرار می‌گیرند
 - در مواردی که در اتصالات از سوراخ بزرگ شده یا لوبیایی در امتداد نیرو استفاده شده
 باشد و استفاده از آن‌ها در این جهت مجاز شمرده شده باشد
 - در اتصالات انتهایی ورق‌های پوششی جال‌های تیر مطابق بند ۲-۹-۱۳

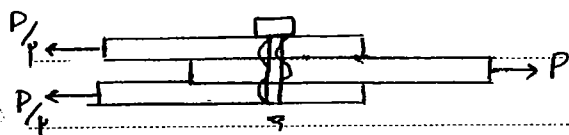
Subject:

Year: Month: Date: ()

مکانیزم های محتمل برای گسیختگی اتصال اتصالی

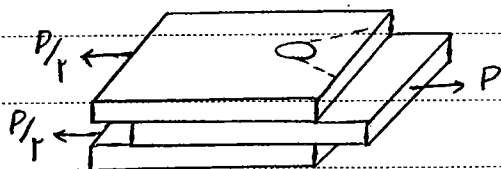


۱. گسیختگی برشی
سطح محتمل برش



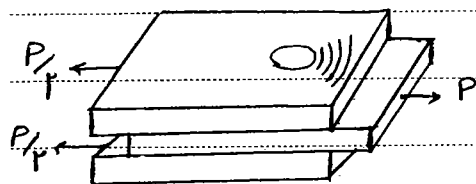
۲. گسیختگی برشی

۳. پارگی اتصال ورق در اثر برش



نشت های آزمایشگاهی نشان داده است که پارگی به صورت مایل اتفاق می افتد. ولی در محاسبات فرض می شود که پارگی به صورت در خط موازی اتفاق می افتد. این فرض هم محاسبات را راحت می کند و هم اینکه در جهت اطمینان است. سطح کمتری به نظر گرفته شده ← نیروی کمتر ← محافظه کارانه.

۴. گسیختگی ورق



ورق چرک می خورد

نکته: در اتصال اصطلاحی با توجه به عدم لغزش در صفحه بر روی یکدیگر و بدنه به هم چسبیده و به عبارت دقیق تر تنش های لمبیدی وارد بر بدنه به صفر است. (تنش لمبیدی در اتصال لغزش پذیر صفر است.)

ضرب اصطکاک μ به بزرگی و یا صیقلی بودن سطح ورق لای اتصال بستگی دارد و این ضربه برای مولاد لای با مقاومت بالا بیشتر از مولاد لای معمولی است.

برای افزایش ضربه اصطکاک μ می توان بعد از سوراخ کردن صفحات اقدام به ماسه پاشی sand blast و یا تمیز کردن صفحات توسط شعله نمود.

فاصله تولید پر دینیل و استفاده زیاد است و سطح پر دینیل ممکن است زنگ زرد و باید تمیز شود.
ضربه μ بین ۰.۳ تا ۰.۵ است که به وسیله ماسه پاشی یا شعله می توان آن را افزایش داد.

در صورتیکه اتصال توسط n پیچ با نیروی بیش تنگی T_i ($i = \text{initial}$) انجام شود، حداکثر نیروی مایل تحمل با شرط عدم لغزش در صفحه بر یکدیگر، عبارت است از:

$$P_{max} = n \mu T_i$$

نیروی اصطکاک هر کدام از پیچ μT است و

$$P_{all} = \frac{P_{max}}{F.S.}$$

فرض می کنیم شرایط همه پیچ ها یکسان است.

دش های ایجاد نیروی پیش تنگی در پیچ لای با مقاومت:

Torque - meter

۱. استفاده از آچار لای مدج (ترک متر - لنگر پنج)

لنگر لازم برای شش تنگی مناسب در ترک متر تنظیم شده و با این لنگر در پیچ، پیش تنگی ایجاد می شود. پس از رسیدن به لنگر تنظیم شده، هرگز می چرخد، چرا که اگر لنگر زیاد شود، پیچ می برد.

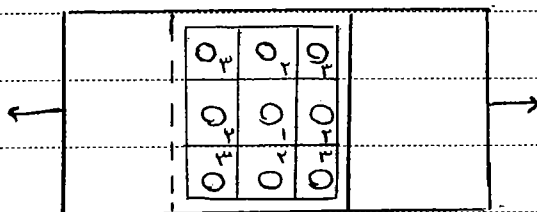
۲. سفت کردن مجر مهره ها به مقدار معین پس از سفت شدن اولیه آن ها

معمولاً اگر پس از حکم شدن اولیه پیچ ها، مهره واحد و یا در بیجانیم به پیش تنگی مورد نیاز می رسد. وقت آنکه از روش

قبل است، چون روش انسانی است.

در حالت استفاده از اجزای مدبر، مقاومت، عامل تعیین کننده می باشد و در حالت سنت کردن می در بهره می
تغییر شکل عامل تعیین کننده است.

در یک اتصال لغزشی در ابتدا هیچ هلی داخلی و سپس هیچ کمی پیوسته می شود چون باید سنت کردن
هیچ هلی داخلی بیشتر است. (به دلیل حوزه تأثیر بزرگتر)



در صورتی که هیچ لغزشی نباشد، صفحه قابل دارد که
بلند شود



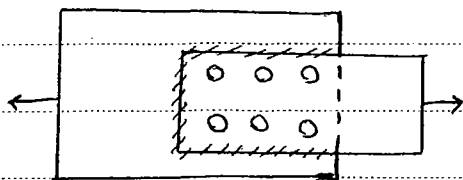
در مدار اتصالات اتکایی و لغزشی تحت اثر بارهای نزدیک شباهت زیادی دارد. اما ضریب اطمینان
در مقابل لغزش صفحات در اتصال اتکایی کمتر از ضریب اطمینان در مقابل لغزش صفحات در اتصالات
است.

اتصال لغزشی تحت اثر بارگذاری دینامیکی و تغییر مناسی از خود نشان دارد. در حالی که اتصال اتکایی تحت اثر بارگذاری
دینامیکی مقاومتش به سرعت کاهش می یابد و معمولاً هم در پی چهار کمیدگی می شوند. به این دلیل
این نامه ها استفاده از اتصال اتکایی را برای بارگذاری دینامیکی توصیه نمی کنند. (در اتصال اتکایی اول در پی
که می شود و بعد هیچ. زیرا مصالح هیچ از فرق قوی تر است.)

در اتصالات توأم جوش هیچ نباید از اتصال اتکایی استفاده شود. چون به علت املال لغزش در اتصال
اتکایی و نخش کوچک این اتصال در مقایسه با سختی جوش، همه نیروی وسط جوش تحمل می شود و ولی اگر از اتصال
لغزشی در کنار جوش استفاده شود، به علت نخش بالای اتصال لغزشی، هم هیچ و هم جوش در تحمل نیروهای وارده سهیم
نداری.

Subject :

Year . Month . Date . ()



برای اتصال «ورق» اگر بعد از پاش جوش نمی داده شده
ظرفیت اتصال کم بود، دوگزین داریم : اول : جوش کام
یا الک تانده دوم : استفاده از پیچ

در توضیح مطلب بنوعی می توان گفت برای اینکه اتصال اتکایی شروع به باربری کند نیاز به لقش دارد نه قبل از انجام لقش،
جوش هم نبود اگر گرفته است ولی اتصال لغزشی برای باربری نیاز به لقش ندارد و از ابتدا با جوش در باربری
مشارکت می کنند.

انواع سوراخ های مورد استفاده در عملیات سوراخ کاری ورق

۱- سوراخ استاندارد

این سوراخ در اتصالات اتکایی لغزشی به کار برده شده و حداقل قطر سوراخ در آن عبارت است از :

$$D' = D + \begin{matrix} 2mm \\ 3mm \end{matrix} \quad \begin{matrix} \downarrow \\ \downarrow \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{قطر پیچ} \\ \text{قطر سوراخ} \end{matrix}$$

↓ برای قطر ۲۴mm و بزرگتر
↓ برای قطر ۲۲mm و بزرگتر

برای سوراخ کردن ورق در راه وجود دارد :

۱- پانچ ۲- مته
ورق های زیر ۱۴mm را با پانچ سوراخ می کنند . پانچ سدیفته است اما استفاده از پانچ
به دلیل ایجاد ترک های مری مشکل زا است . مته کردن مشکل ترک مری را ندارد اما زمان بیشتری می گیرد .
(به خاطر اثر پانچ ۲mm به قطر سوراخ اضافه می شود .)

ترک مری

۳- سوراخ بزرگ سده

$$D' = D + \begin{matrix} 4mm \\ 6mm \\ 8mm \end{matrix}$$

این سوراخ تنها در اتصالات بهرانی کاربرد داشته و حداقل قطر سوراخ در آن عبارت است از :

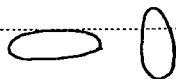
۳. سوراخ لوبیایی کوتاه

این سوراخ در تمامی حالات اتصالات بحرانی و در حالت عمود بر نیرو در اتصالات اتکایی مجاز است.

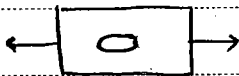
$$\text{I} \cdot D + 4 \text{ mm} \quad M \geq 34$$

$$D + 10 \text{ mm}$$

در اتصال بحرانی سوراخ لوبیایی هم در ورق بالا و هم در ورق پایین مجاز است و حجت قرارگیری آن هم مهم نیست.



در اتصال اتکایی:



حالت غیر مجاز



حالت مجاز

۴. سوراخ لوبیایی بلند

این سوراخ در اتصالات اتکایی در امتداد عمود بر نیرو مجاز است و در اتصالات بحرانی تنها در یکی از ورق های اتصال در هر امتداد دلخواهی می تواند وجود داشته باشد. (غیر توان در هر دو ورق در حجت نیرو و سوراخ لوبیایی بلند ایجاد کرده)

در ورق بالایی ←

در ورق پایینی ←

غیر مجاز

حالت مجاز

حالت مجاز

$$M \geq 34$$

$$D + 4 \text{ mm}$$

$$2.5 D$$

بعد از ایجاد سوراخ های لوبیایی کوتاه و لوبیایی بلند دقیقاً همان بعد سوراخ استاندارد است.

منفذ استفاده از سوراخ های لوبیایی در اتصال بحرانی چیست؟

۱. سوراخ های لوبیایی خطای اجرای راسی پوشانند و امکان اجرای راحت اتصال را فراهم می کنند.

(اگر سوراخ دایره ای باشد، در صورت آنکه محل «سوراخ» دقیقاً برهم منطبق نباشد، هیچ از حدود سوراخ در نمی شود و باید برعکس شود و سوراخ را گشاد کرد.)

۲. در صورتیکه بارگذاری رینامیکی باشد و یا از مقدار مجاز آن تجاوز کند از لیدگی صفحات در این اتصال جلوگیری شود.

۳. اگر اتصال تغییر داده شده باشد، از وقوع تنش های حرارتی جلوگیری می شود.

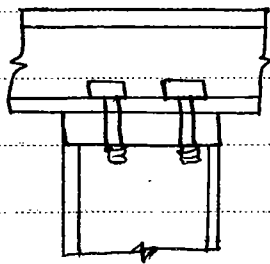
اگر اختلاف دما در طول زمان برای اتصال زیاد باشد، انبساط حرارتی اتقاق می افتد و تغییر شکل داریم. اتصال لوبیایی به دلیل لقی مشکلی پیدا نمی کند.

پنج گام به دو صورت نبرد اتصال می دهند:

۲- زمان کشش

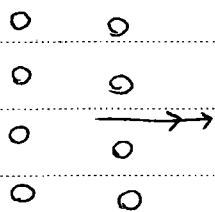
۱- زمان ریش

در پنج گام کشش مساری ایجاد نمی شود و در صورت قرار کشش پنج در فشار، پنج گام کشش در اتصال نبرد ندارند.



در فشار، نبرد توسط تنش لیدگی
ممن صفحات تحمل می شود.

مجموعه ای می گوی تواند تحت کش یا پیش قرار گیرد و روی یک پنج به تنهایی نمی تواند تحت کش یا پیش قرار گیرد. پنج می تواند فقط به برش و کشش بینند.



مجموعه ای می تواند تحت کش است اما
پنج تحت کشش است.

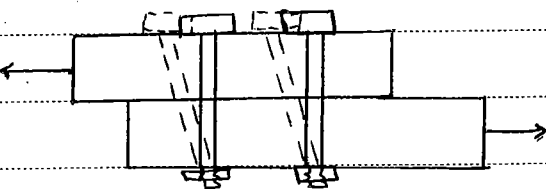
هنگامی که هیچ هاجت اثر نیندی برشی و بالتر بخش قرار می گیرند، از طریق تنش های برشی بارگذاری را منتقل کرده و هنگامی که هیچ تحت اثر نیندی کشش و بالتر بخش قرار می گیرند، از طریق تنش های کشش بارگذاری را منتقل می کنند.

اگر یک اتصال پیچ تحت اثر نیندی برشی قرار گیرد، حالات زیر برای توزیع نیرو از طریق محکمد برشی پیچ امکان است:

الف: اگر مرکز های اتصال کاملاً صلب و هیچ یکی اتصال کاملاً انعطاف پذیر و بیسالی فرض شوند، گدیر پیچ به طور بیسالی در باربری سهم دارند.

در این حالت (در پیچ صلب و هیچ های الاستیک) به علت تغییر شکل بیسالی (تغییر شکل برشی) و توزیع شدن نیرو بین پیچ های مختلف، پیچ های صلب و نیندی محل کشش کرده (منتهای موازی) و اگر پیچ های بیسالی باشند، هکلی سهم بیسالی از نیرو خواهند داشت.

* برای طراحی اتصالات پیچ تحت برش همین حالت در نظر گرفته می شود.



اگر چسب پیچ و یا سطح مقطع آن کمقادات باشد، برش به نسبت AG بین پیچ های توزیع

می شود، که A سطح مقطع پیچ و G مدول برشی مصالح پیچ باشد. (با فرض تعدادی بارگذاری و

آرایش پیچ ها)

د. درست آن است که به جای سطح مقطع، سطح مقطع مؤثر (A) در نظر گرفته شود. (سطح مقطع مؤثر: سطحی

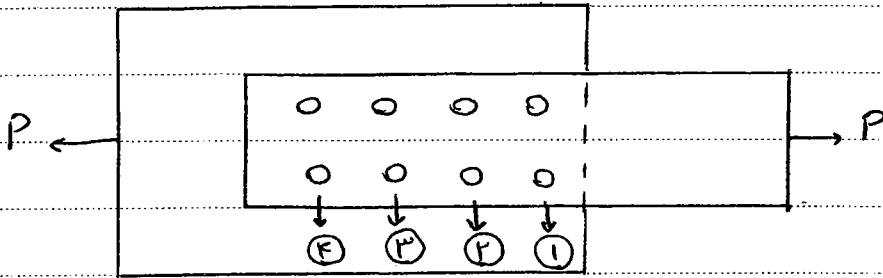
Subject:

Year. Month. Date. ()

است که اگر توزیع برش یکنواخت بود، انرژی کرنش ذخیره شده در مقطع با انرژی کرنش در حالت موجود برابر باشند.

اما فرض می شود که توزیع برش یکنواخت است.

پس اگر ورق های اتصال انفصال پذیر در یک لحظه انتقال کاملاً صلب باشند، نیروهای اعمالی نقطه به درستی به یک ریف اول در آخر که به بارگذار نزدیک تر هستند، منتقل شده و یک لحظه ریف های میانی، نیروی را تحمل نمی کنند.



پس اگر یک لحظه کاملاً صلب باشند، در ورق بالا هم نیرو را یک لحظه ریف ۱ و در ورق پایین هم نیرو را یک لحظه

ریف ۴ تحمل می کنند. اما یک لحظه واقع صلب نیستند. انرژی توسط یک لحظه نزدیک نیرو تحمل می شود و هر چه دورتری شویم،

سهم یک از نیرو کم می شود.

در واقعیت نه ورق های اتصال کاملاً صلب هستند و نه یک لحظه توزیع واقعی نیرو در حالت انعطاف

می باشند. کتاب فولاد برای طراحی حالت انعطاف را در نظر می گیرند.

نکته:

در افعال بی شخصی مطلق، هر چه تعداد بی بیشتر شود، توزیع یکنواخت نیز بی بی صورت نخواهد گرفت.

اگر فاصلی بی ها بیش از حد زیاد باشد، احتمال به نیز احتمال بی بی که از بارگذاری در هسته، کمتر است. هم چنین احتمال ورود هوا و زلزله نیز بی بی افزایش می یابد و محدودیت های محبت دهم مقررات ملی ساختمان بر روی حداکثر فاصلی بی بی و هم چنین حداکثر فاصلی بی بی (تألیف) بندهای شوج صفحه ۱۶۱ به همین دلیل است.

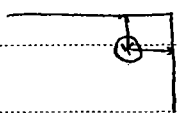
بر اساس معیار دهم مقررات ملی ساختمان حداقل فاصله بین سوراخ بالبه به شرح زیر باشد :

۱۱ برای قطعی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند ، فاصله از مرکز هر یک تا نزدیک ترین لبه

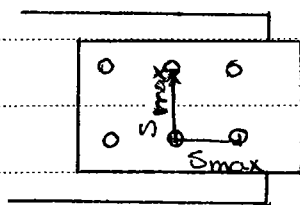
لبه قطعه در هر استای نباید از ۱۲ برابر ضخامت نازک ترین قطعه و هم چنین ۱۵۰ میلی متر کافز کند .

۱۲ برای قطعی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند ، فاصله از لبه هر یک تا نزدیک ترین لبه قطعه در هر

استای نباید از ۱۶ برابر ضخامت نازک ترین قطعه و هم چنین ۱۲۵ میلی متر کافز کند .



بر اساس معیار دهم مقررات ملی ساختمان حداقل فاصله بین سوراخ بالبه به شرح زیر است :



۱۱ برای قطعی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند ، فاصله بین مرکز سوراخ کنایه از ۲۴

برابر ضخامت نازک ترین قطعه متصل سونده و هم چنین ۳۰۰ میلی متر کافز کند . $S_{max} = \min(24t_{min}, 300 \text{ mm})$

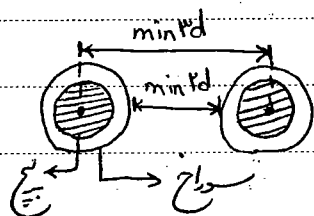
۱۲ برای قطعی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند ، فاصله بین مرکز سوراخ کنایه از ۱۶ برابر ضخامت

نازک ترین قطعه متصل سونده و هم چنین ۲۰۰ میلی متر کافز کند . $S_{max} = \min(16t_{min}, 200 \text{ mm})$

* محدود کردن فاصله مانع از سوراخ آلودگی می شود که ابعاد اتصال نمی محدود شده و توزیع نیروی برشی به حالت

مغفول (بخش اتصال نیروی دارده پس به) از ترکش شود ضمناً پتانسیل و احتمال خوردگی را در ورق های اتصال کاهش می دهد.

* بر اساس بحث دهم ممرات ملی ساختمان، فاصله مرکز تا مرکز سوراخ های استاندارد، سوراخ های بزرگ شده و



$$S_{min} = 3d$$

سوراخ های لویایی نباید از ۳ برابر قطر وسیله اتصال کمتر باشد.

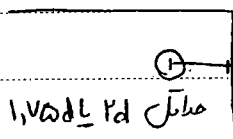
که فلسفه بند بودن این نامه این است که در اطراف هر یک فضای خالی کافی وجود داشته باشد تا بتواند به راحتی

باز بسته کرد و در واقع در غیر این صورت به پیچ و اجبار گریز شود.

* بر اساس بحث دهم ممرات ملی ساختمان، فاصله مرکز سوراخ های استاندارد تا لبه مقطع متصل شده در حالتی

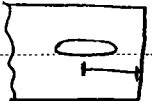
که لبه توسط توسط پیچ (گوشه) بریده شده است، نباید از $2d$ کمتر باشد و اگر لبه با شعله ای اتوماتیک یا لایه بریده شده

است و یا با لبه نورد شده مواجه هستیم، نباید از $5d$ کمتر باشد که d قطر اسمی پیچ می باشد.



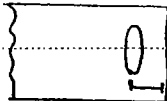
Subject:

Year. Month. Date. ()

چنانچه سوراخ بزرگ شده باشد، باید به مقدار فوق $3mm$ اضافه شود و برای سوراخ لوبیای عمود بر امتداد لبه ()

و برای سوراخ لوبیای کوتاه عمود بر امتداد لبه باید $5mm$ و برای سوراخ لوبیای بلند عمود بر امتداد لبه باید $0.75d$ به مقدار کمی

موق اضافه شود

اگر سوراخ لوبیای از هر نوعی موازی با لبه باشد () هیچ محدودیتی به خواص d یا $1.5d$

اضافه نمی گردد.

* هیچ کمی بر مقاومت اگر نخواهند در اتصال اصطلاحی مورد استفاده قرار گیرند، بایستی پیش تنیده شوند، بر اساس بحث هم

مقررات ملی ساختمان، حداقل سبزی پیش تنیدگی در اتصالات اصطلاحی برای پیچ های $A325$ و $A490$ برای

قطر های مختلف به شرح زیر می باشد:

حداقل نیروی پیش تنیدگی پیچ

A490	A325	مطابق پیچ (mm)
114 KN	91 KN	M12
179 KN	142 KN	M16
221 KN	179 KN	M22
257 KN	205 KN	M24
334 KN	290 KN	M27
408 KN	324 KN	M30
595 KN	475 KN	M36

جدول با پیچ صفحه 207 این کتاب

* برای رسیدن به مقدار پیش تنیدگی رو به رو، بحث با مقررات

ملی ساختمان در صفحه 481 خود کفایت بخش لازم برای پیش تنیدگی

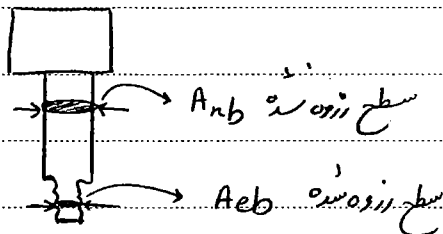
برای پیچ 8.8 و 10.9 در دو حالت در غلج کاری شده و در گسی کاری

سره ارائه کرده است.

* در مواردی که قطر اسمی پیچ در جدول فوق وجود نداشته باشد، حداقل نیروی پیش تنیدگی برای تیران برابر $0.55 F_u A_{nb}$ و در غیر این صورت

که A_{nb} سطح مقطع اسمی پیچ و F_u تنش کشش نهایی مصالح پیچ می باشد. در این نامه AISC به جای این مقدار

$0.15 F_u A_{eb}$ به عنوان حداقل نیروی پیش تنیدگی در نظر گرفته می شود.



تذکره: مقادیر ارائه شده در جدول فوق، مقدار اولیه بیشتر از مقدار کاسه شده توسط رابطه $0.55 F_u A_{nb}$

می باشد و از این رابطه فقط برای پیچ هایی که قطر متناظرشان در جدول فوق نیست، می توان استفاده کرد.

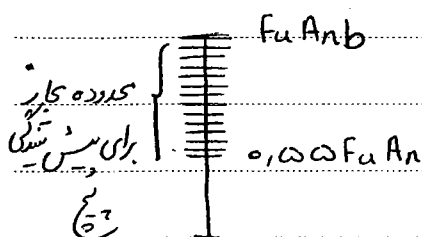
تذکره: مقادیر ارائه شده توسط جدول فوق و یا رابطه $0.55 F_u A_{nb}$ ، منبم نیروی پیش تنیدگی برای پیچ در اتصال

اصطفاکی است. این بدان معناست که اگر نیروی کشش پیچ کوچکتر از مقدار ارائه شده فوق باشد، پیچ را نمی توان

پیش تنیده محسوب کرد و بنابراین اتصال مانند به هم درست اصطفاکی رفتار نخواهد کرد.

اعمال کمتر بزرگتری که نیروی پیش تنیدگی بیشتری در پیچ ایجاد کند، هیچ مشکلی ندارد و اگر پیچ در هنگام حکم لولان

نبود، هیچ زمان دیگری نخواهد بود.



مقاومت کشش طراحی و مقاومت برشی طراحی در اتصالات اتکایی و پدیش شده

بر اساس مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان، در اتصالات اتکایی که در آن کمی دقتی در اثر ارتعاشات یا نوسانات

بازگذاشتی مسئله ساز نیستند، کافی است پیچ را بدون ایجاد نیروی پس کشندگی تنها با حالت سخت شدن اولیه

محکم نمود. سخت شدن اولیه هنگامی است که یک کارگر معمولی با یک آچار معمولی تلاش کامل خود را برای محکم کردن

پیچ به کار برد.

در روش کمی ماشین سخت شدن اولیه پس از اعمال چند ضربه توسط دستگاه ایجاد می شود.

در تعیین مقاومت کم سطح مقطع اسپیچ (مقطع دندان شده پیچ) و مله کی دندان شده (غیر از مله کی باز دندان کی

بر حسب) ملاک می باشد.

در مله کی باز دندان کی بر حسب، سطح مقطع مله کی بدون دندان ملاک محاسبه است. هم چنین در مواردی که مله

مهار کی لث سوزی که از ملگرد ساخته می شوند، تعیین مقاومت کم، سطح مقطع اسپیچ زده شده (که عموماً کوچکتر از قطر

اسپیچ ملگرد می باشد) ملاک محاسبه است.

در اتصالات اتکایی مقاومت کشش طراحی (ϕR_{nt}) و مقاومت برشی طراحی (ϕR_{nv}) پیچ که و مقاطع

دندان شده از رابطه زیر تعیین می گردد:

Subject :

Year . Month . Date . ()

$$\text{مقاومت کشش طراحی} = \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_n b$$

$$\text{مقاومت برشی طراحی} = \phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_n b$$

$$\frac{0.155}{0.7} = 22.1\% \Rightarrow$$

گویا خرفن شده است که زرد ۲۰٪ سطح پیچ را از آن کم کند.

در روابط فوق ϕ ضریب کاهش مقاومت و برابر ۰.۷۵ می باشد، F_{nt} و F_{nv} به ترتیب تنش کشش امسی و تنش برشی امسی می باشد که در جدول زیر ارائه شده است :

نوع وسیله اتصال	تنش کشش امسی (F_{nt})	تنش برشی امسی (F_{nv})
پیچ کمی معمول	$0.75 F_u$	$0.45 F_u$
پیچ کمی پر مقاومت در حالتی که سطح برشی از قسمت دانه شده می گذرد.	$0.75 F_u$	$0.45 F_u$
پیچ کمی پر مقاومت در حالتی که سطح برشی از قسمت دانه شده می گذرد.	$0.75 F_u$	$0.55 F_u$
قطعه دانه شده طبق مشخصات تعیین شده در حالتی که سطح برشی از قسمت دانه شده می گذرد.	$0.75 F_u$	$0.45 F_u$

$0.55 F_u$ $0.75 F_u$

قطعه زنانه شده طبق مشخصات
تعیین شده در حالتی که سطح برش از
قسمت زنانه شده نمی‌گذرد.

در جدول مقدار مربوط به تنش کششی این تغییر نمی‌کند، زیرا اطلاعات از ضعیف‌ترین ناحیه (قسمت زنانه شده) پاره می‌شود و دیگر مهم نیست که مثلاً تا چه پیچ یا هم‌ا آن رزوه شده است.

اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اتکایی:

بر اساس بحث دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت کشش طراحی و برش طراحی پیچ‌های تحت اثر توأم کشش و برش باید بر اساس حالت‌های حدی گسستگی کشش و برش مطابق روابط زیر تعیین شود:

$$\phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb} \quad \text{مقاومت کشش طراحی}$$

$$\phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb} \quad \text{مقاومت برش طراحی}$$

$$F'_{nt} = F_{nt} \left[1.3 - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} \right] \leq F_{nt}$$

$$F'_{nv} = F_{nv} \left[1.3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right] \leq F_{nv}$$

ϕ : ضریب ایمنی مقاومت و مساوی ۰.۷۵ است.
 F_{nt} : تنش کشش این مطابق جدول ۱۰-۲-۹ و متنی که نیروی کشش به تنهایی عمل نماید. (صفحه ۲۱۲ جدول دهم)
 F_{nv} : تنش برشی این مطابق جدول ۱۰-۲-۹ و متنی که نیروی برشی به تنهایی عمل نماید.
 f_{uv} : تنش برشی مورد نیاز
 f_{ut} : تنش کشش مورد نیاز
 A_{nb} : سطح مقطع ایمن پیچ

Subject:

Year. Month. Date. ()

تفسیر: در مواردی که تنش کشش یا برشی مورد نیاز کمتر از ۱.۳٪ تنش طراحی متناظر باشد ($f_u \leq 0.13 \phi F_{nt}$)، منظور کردن رابطه اندک‌کنش لازم نیست.

در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش قدیم، برای در نظر گرفتن اثر اندک‌کنش کشش و برش در اتصال اتکایی، با تکیه بر تنش برشی مجاز نداشت ولی تنش کشش مجاز را به خاطر وجود تنش برشی در سطح اصلاح می‌کرد (کم می‌کرد). ولی در مبحث دهم جدید هیچ کدام از تنش‌های کشش و برش اسس ثابت فرض نمی‌شود و تنش اسس کشش به خاطر وجود برش کاهش یافته و بالعکس.

باتوجه به اسس نامه جدید:

$$F'_{nt} = F_{nt} \left(1.3 - \frac{f_{uw}}{\phi F_{nv}} \right) \leq F_{nt} \quad \text{اتصال اتکایی}$$

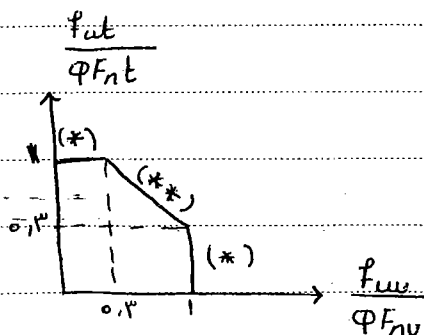
$$F'_{nv} = F_{nv} \left(1.3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right) \leq F_{nv}$$

$$f_{ut} \leq \phi F'_{nt} = \phi F_{nt} \left(1.3 - \frac{f_{uw}}{\phi F_{nv}} \right) \rightarrow \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \leq 1.3 - \frac{f_{uw}}{\phi F_{nv}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} + \frac{f_{uw}}{\phi F_{nv}} \leq 1.3}$$

رابطه معادل اندک‌کنش کشش و برش در اتصال اتکایی

اگر رابطه $f_{uw} \leq \phi F'_{nv}$ را هم جلب کنیم، به همان رابطه بالایی می‌رسیم.



(*) There is no interaction

$$(**) \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} + \frac{f_{uw}}{\phi F_{nv}} \leq 1.3$$

مقاومت کشش طراحی و برش طراحی در اتصالات اصطفاکی

مطابق بحث دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت کشش طراحی به یکی از مقاومت در اتصالات اصطفاکی عیناً مشابه مقاومت کشش طراحی به یکی از مقاومت در اتصالات اتفاکی بوده و از ضوابط بند مربوطه تعیین می گردد.

مقاومت برش طراحی به یکی از مقاومت در اتصالات اصطفاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی تعیین می گردد. مقاومت برش طراحی به یکی از مقاومت در اتصالات اصطفاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی مساوی ϕR_{nv} می باشد که در آن، ϕ ضریب کاهش مقاومت و R_{nv} مقاومت برش اسمی به شرح زیر می باشد:

$$R_{nv} = A D_u h f T_b n_s$$

که در آن:

• ϕ ضریب کاهش مقاومت به شرح زیر است:

- برای سوراخ های استاندارد و سوراخ لوبیای کوتاه در امتداد محور بار استاتی ضریب $\phi = 1$
- برای سوراخ های بزرگ شده و سوراخ لوبیای کوتاه در امتداد مولای بار استاتی ضریب $\phi = 0.85$
- برای سوراخ های لوبیای بلند $\phi = 0.7$

• A ضریب اصطفاک به شرح زیر است:

- برای وضعیت سطحی لاس A (سطح منس دار نمیده و رنگ نشده) $A = 0.3$
- برای وضعیت سطحی لاس B (سطح نمیده و با ماسه پوش و رنگ نشده) $A = 0.5$

• D_u نسبت پیش تنیدگی متوسط به یکی از پیش تنیدگی حداقل به یکی از مساوی ۱.۱۳

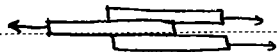
• h_f ضریب کاهش به خاطر وجود ورق های پرکننده در بین صفحات متقل به یکدیگر به شرح زیر است:

- در صورت عدم نیاز به ورق های پرکننده در بین صفحات متقل به یکدیگر مساوی $\frac{1}{4}$
- در صورت استفاده فقط از یک ورق پرکننده در بین صفحات متقل به یکدیگر مساوی $\frac{1}{4}$
- در صورت استفاده از دو یا تعداد بیشتری از ورق های پرکننده در بین صفحات متقل به یکدیگر مساوی $\frac{0.185}{4}$

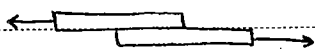
• T_b حداقل نیروی پیش کشی به طبقه مقدار جدول ۱۰-۲-۹-۱۵

• n تعداد صفحات لقرش

- تعداد به $\frac{1}{2}$ = تعداد صفحات لقرش : برای صفحات بالای پارس



- تعداد به $\frac{1}{2} \times 2 = 1$ = تعداد صفحات لقرش : برای صفحه میانی



تعداد به $\frac{1}{2}$ = تعداد صفحات لقرش

• اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اصططالی

مطابق بحث دهم مقررات ملی ساختمان ، در اتصالات اصططالی ، در صورت وجود توانم نیروی کشش و برش ، مقاومت برش این بر اساس کنترل لقرش طبق رابطه $R_{nv} = A D_u h_f T_b n$ باید به شرح زیر در ضریب کاهش K_{sc} ضرب گردد

$$K_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n b}$$

که در آن:

T_u نیروی کشش مورد نیاز
 D_u نسبت پیش تنیدگی متوسط به سطح تنیدگی حاصل به هم مساوی ۱.۱۳
 T_b حاصل نیروی پیش تنیدگی به طبق جدول ۱۰-۲-۹-۵
 n_b تعداد سطح های که نیروی کشش را تحمل می کنند

مقاومت اتکای در جدار سوراخ پنج

مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت اتکای طراحی در جدار سوراخ پنج در اتصالات اتکای
 و اصطفاکی مساوی ϕR_n می باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰.۷۵ و R_n مقاومت
 اتکای اسمی می باشد که بر اساس حالت حدی اتکای برای حالت های مختلف به شرح زیر تعیین می شود:

۱۱ برای سوراخ استاندارد، سوراخ بزرگ شده، سوراخ لوبیایی کوتاه و سوراخ لوبیایی بلند
 در حالتی که نیرو در امتداد طولی باشد:

$$R_n = 1.2 l_c t F_u \leq 2.1 d t F_u$$

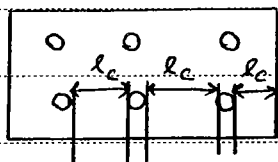
۱۲ برای سوراخ لوبیایی بلند، در حالتی که نیرو در امتداد عرضی باشد: (محدود شکست عمود بر امتداد نیرو
 باشد)

$$R_n = 1.0 l_c t F_u \leq 2.0 d t F_u$$

← در روابط فوق:

d قطر اسمی پیچ /
 F_u تنش کشش نهایی مصالح ورق اتصال
 t ضخامت قطعی اتصال

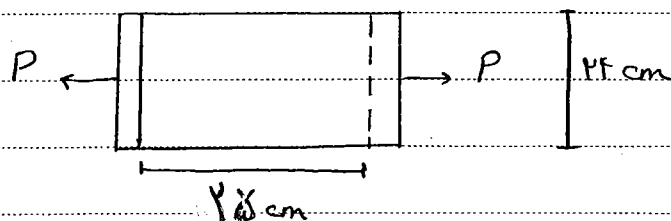
l_e فاصله خالص در راستای نیرو، بین لبه سوراخ برای سوراخ های میانی.
 فاصله خالص در راستای نیرو، بین لبه سوراخ تا لبه آزاد ورق اتصال برای سوراخ های انتهایی.



توضیح: استاندارد از سوراخ های بزرگ شده، لوبیای کوتاه و بلند موازی امتداد دارند، فقط به اتصالات اصطلاحی محدود می گردد.

(Ex) در صفحه به ابعاد $24 \times 50.8 \text{ cm}$ از جنس فولاد نرمه ساختمانی (ST37) توسط پیچ های به قطر 20 mm با $F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$ و $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$ به صورت زیر متصل شده اند. چه تعداد از این پیچ ها مورد نیاز است تا مجموعه، نیروی نهایی 22.4 تن را انتقال بدهد؟

* اتصال از نوع اتکالی بوده و قطعه دینانده شده و سطح برش از سمت دینانده شده می گذرد. این اتصال را مجدداً با استاندارد A325 با قطر 20 mm و $F_u = 8000 \text{ kg/cm}^2$ به صورت لغزشی طراحی کنید. سوراخ ها استاندارد بوده و سطح برش از سمت دینانده شده نمی گذرد و سطح تماس ورقها کلاس A است.



Subject:

Year. Month. Date. ()

← حالت اول - اتصال اتکای:

$$F_{nv} = 0.45 F_u \quad (\text{معدل ۲۲ مبحث ۱۰})$$

$$\begin{aligned} \text{مقاومت برشی طراحی} &= \phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_{nb} \\ &= 0.75 \times (0.45 \times 4000) \times \pi \times \frac{22}{8} = 4241 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$n = \frac{P_u}{\phi R_{nv}} = \frac{22.4 \times 10^3}{4241} = 5.3 \rightarrow n = 6 \quad \leftarrow \begin{bmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{bmatrix}$$

$$R_n = 2.4 d t F_u$$

$$R_n = 2.4 \times 2 \times 0.18 \times 3700 = 14208 \text{ kg}$$

$$R_d = \phi R_n = 0.75 \times 14208 = 10656 \text{ kg}$$

$$R_n = 1.2 L_c t F_u$$

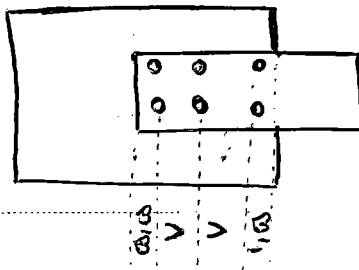
$$R_n = 1.2 \min(2d_b, d_b) t F_u = 1.2 \times 2 \times 0.18 \times 3700 = 7104 \text{ kg}$$

← سازه ← سازه

$$R_d = \phi R_n = 0.75 \times 7104 = 5328 \text{ kg}$$

$$\text{مقاومت برشی} = \min(4241, 10656, 5328) = 4241 \text{ kg}$$

← سازه



$$4.5 > 3d = 3 \times 2 = 6$$

OK

← حالت دوم - اتصال به سازه:

اتصال اصطلاحی را بر اساس مقاومت لغزش بحرانی طراحی می کنیم. با توجه اینکه وضعیت سطح لاس A باشد داریم:

$$R_D = \Phi R_{nv} = \Phi A D_u h_f T_b n_s = 1 \times 0.3 \times 1.13 \times 14200 \times n_s = P_u = 22.4 \times 10^3$$

عامله سوراخ ها از هدر می تواند بر (سوراخ ها با ضلع باشد) $n_s = 4.45 \rightarrow n = 4$ دقیقاً مانند حالت انتخابی در نظر گرفته شود

* در نهایت با سنج ظرفیت ورق برای اتصال کنترل شود یا مطمئن شویم آن گوی نقطه بندی گشتش 22.4×10^3 کیلوگرم را تحمل کند.

$$A_g = 24 \times 0.8 = 19.2 \text{ cm}^2$$

$$A_n = (b - nD)t = [24 - 2(2 + 0.12 + 0.12)] \times 0.8 = 15.36 \text{ cm}^2$$

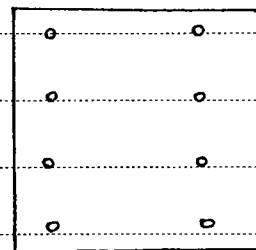
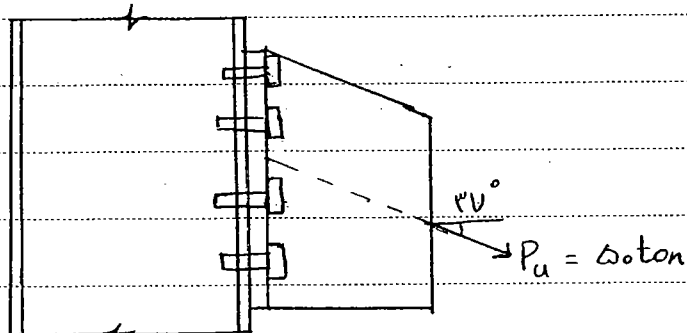
$$\text{ظرفیت ورق برای اساس ستون} = \Phi_t A_g F_y = 0.9 \times 19.2 \times 2400 = 41472 \text{ Kg}$$

$$\text{ظرفیت ورق برای گشتش} = \Phi_t A_n F_u = 0.75 \times 15.36 \times 3700 = 42424 \text{ Kg}$$

$$\text{ظرفیت ورق} = \min(41472 \text{ Kg}, 42424 \text{ Kg}) = 41472 \text{ Kg} > 22.4 \times 10^3 \text{ Kg}$$

OK

Ex) در شکل زیر که از سنج برای برش و کشش A325 با قطر 10mm استفاده شده است و نیروی P_u از مرکز سطح سنج $\frac{1}{4}$ می گذرد، اگر سطح برش از جهت دندان شده سنج عبور نکند و اتصال اتکای با سوراخ های استاندارد اجرا شده باشد، وضعیت اتصال را بررسی کنید. محاسبات را برای حالتی که اتصال بحرانی باشد، تکرار کنید. سطح تماس را کلاس A در نظر بگیرید.



Subject:

Year. Month. Date. ()

مساحت مربع $A = \frac{\pi \times r^2}{4} = \pi$

$V_u = P_u \sin 3V^\circ = 50 \times \sin 3V^\circ = 50 \times 0,4 = 20 \text{ ton}$

$T_u = P_u \cos 3V^\circ = 50 \times \cos 3V^\circ = 50 \times 0,8 = 40 \text{ ton}$

$F'_{nv} = F_{nv} \left[1,3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right] \leq F_{nv} \rightarrow F'_{nv} = 0,55 \times 1000 \left[1,3 - \frac{f_{ut} \times 10^3}{\phi F_{nt}} \right]$
 $= 4143,1 \text{ kg/cm}^2 < 0,55 \times 1000 = 5500 \text{ kg/cm}^2$

مقاومت برشی طراحی $= \phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb} = 0,75 \times 4143,1 \times \pi \times 1 = 9848 \text{ kg}$
 $\approx 9,8 \text{ ton} > 20 \text{ ton}$ (OK)

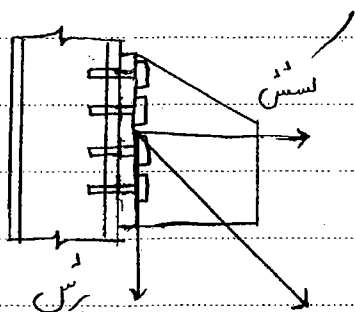
$F'_{nt} = F_{nt} \left[1,3 - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} \right] \leq F_{nt} \rightarrow F'_{nt} = 0,75 \times 1000 \left[1,3 - \frac{f_{uv} \times 10^3}{\phi F_{nv}} \right]$
 $= 5630 \text{ kg/cm}^2 < 4000 \text{ kg/cm}^2$

مقاومت کششی طراحی $= \phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb} = 0,75 \times 5630 \times \pi \times 1 = 13123 \text{ kg}$
 $\approx 13,1 \text{ ton} > 40 \text{ ton}$ (OK)

از نظر انقباضی انتقال مایل قبل است.

اثر انتقال لغزشی بحرانی باشد، داریم:

$K_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} = 1 - \frac{f_o \times 10^3}{1,13 \times (142 \times 100) \times 1} = 0,488$



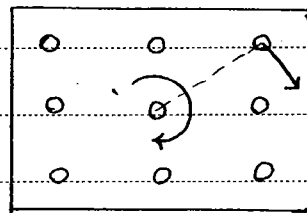
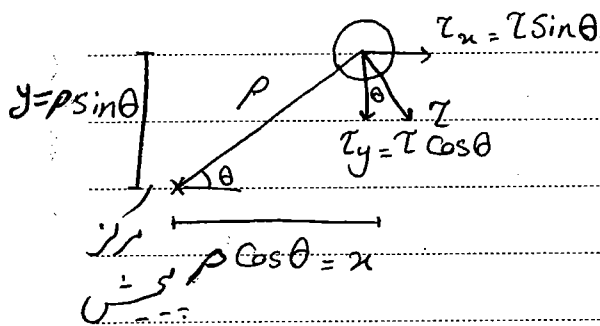
مقاومت برشی براساس کنترل لغزشی برای K_{sc}
 $= K_{sc} \times \phi \times \mu \times D_u \times h_f \times T_b \times n_s$
 $= 0,488 \times 1 \times 0,3 \times 1,13 \times 1 \times (142 \times 100) \times 1$
 $= 24495,2 \text{ kg} \approx 24,5 \text{ ton} < V_u = 20 \text{ ton (N.G.)}$
 بنابراین انتقال در حالت بحرانی مورد تأیید نمی باشد.

طراحی ابعالات برشی تحت اثر برش خالص

در این حالت اگر برش در یک ایستگاه برشی اعمال کرده و مرکز سطح برشی را به عنوان مرکز برش عملی کند، بدون تردید که تنش برشی ایجاد شده در هر یک از لنگرهای مناسب با فاصله مرکز برشی از مرکز سطح برشی که می باشد و تنش برشی در هر یک بر سطح حامل آن عمود می باشد.

سوال: ثابت کنید در یک ابعال برشی تحت برش مرکز سطح برشی مرکز برش می باشد.

(مرکز برش: یعنی همه سطح های حامل از این نقطه می گذرند.)



$$\tau = \frac{TP}{J}$$

$$\tau_x = \frac{TP \sin \theta}{J} = \frac{T_y}{J}, \quad \tau_y = \frac{TP \cos \theta}{J} = \frac{T_x}{J}$$

$$* \sum F_x = 0 \Rightarrow \sum A_i \tau_{ix} = 0 \Rightarrow \sum A_i \frac{T y_i}{J} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{T}{J} \sum A_i y_i = 0 \Rightarrow \sum A_i y_i = 0 \Rightarrow \bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = 0 \quad (1)$$

$$* \sum F_y = 0 \Rightarrow \sum A_i \tau_{iy} = 0 \Rightarrow \sum A_i \frac{T x_i}{J} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{T}{J} \sum A_i x_i = 0 \Rightarrow \sum A_i x_i = 0 \Rightarrow \bar{x} = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} = 0 \quad (2)$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

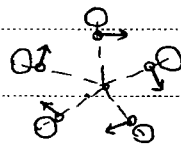
$$\textcircled{1}, \textcircled{2} \begin{cases} \bar{x} = 0 \\ \bar{y} = 0 \end{cases}$$

نقطه \bar{x}, \bar{y} مختصات مرکز سطح را نشان می دهد.
باید مرکز مختصات روی سنتر وید قرار گیرد.

با فرض مناسب بودن تنش برشی می توان با فاصله مرکز سطح آن از مرکز سطح مجموعه می توان رابطه تنش برشی
را بدست آورد.

$$f \propto d \quad d = \text{فاصله مرکز سطح از مرکز سطح مجموعه}$$

$$\frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2} = \frac{f_3}{d_3} = \dots = \frac{f_n}{d_n}$$



$$f_2 = \frac{d_2}{d_1} \times f_1, \quad f_3 = \frac{d_3}{d_1} \times f_1, \quad \dots, \quad f_n = \frac{d_n}{d_1} \times f_1$$

$$\sum A_i f_i d_i = T$$

$$A_1 f_1 d_1 + A_2 f_2 d_2 + \dots + A_n f_n d_n = T$$

$$\frac{f_1}{d_1} (A_1 d_1^2 + A_2 d_2^2 + \dots + A_n d_n^2) = T$$

$$f_1 = \frac{T d_1}{\sum_{i=1}^n A_i d_i^2}$$

$$J = I_p = \sum_{i=1}^n A_i d_i^2$$

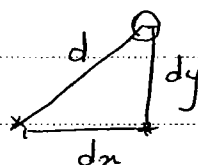
$\sum A_i d_i^2$ رابطه مربوط به I_p است که
با J برابر گرفته می شود.

$$f_2 = \frac{d_2}{d_1} \times f_1 = \frac{T d_2}{\sum A_i d_i^2}, \quad \dots, \quad f_n = \frac{d_n}{d_1} \times f_1 = \frac{T d_n}{\sum A_i d_i^2}$$

$$f_{ix} = \frac{T d_{iy}}{\sum A (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)}, \quad f_{iy} = \frac{T d_{ix}}{\sum A (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)}$$

$$d_i^2 = d_{ix}^2 + d_{iy}^2$$

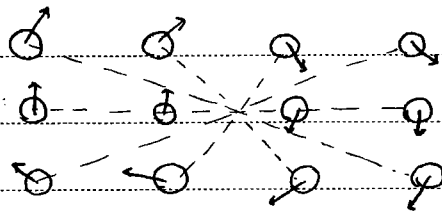
تصور شعاع خالص در این
فاصله افقی مرکز به نام فاصله مرکز سطح



Subject:

Year. Month. Date. ()

نکته: در یک اتصال تحت اثر نیروی تنش صرف، می توان گفت هیچ کاری که در یک ردیف افقی قرار دارند، مولفه افقی تنش برشی شان یکسان است. در هیچ کاری که در یک ردیف قائم قرار دارند، مولفه قائم تنش برشی آنها برابر است.



* مولفه افقی تنش برشی هیچ کاری این ردیف برابر است. چون فاصله قائم آن ها از مرکز سطح برابر است.

در هیچ کاری بجز این که در مرکز سطح برابر است. چون مولفه قائم تنش برشی هیچ کاری این ردیف برابر است. چون فاصله افقی آن ها از مرکز سطح یکسان است.

در حالت کلی برای محاسبه تنش های برشی ناشی از نیروی تنش در یک اتصال بزرگ، مراحل زیر را طی می کنیم:

$$\bar{x} = \frac{\sum A_{bi} x_i}{\sum A_{bi}}$$

۱. محاسبه مرکز سطح هیچ را بدست می آوریم.

$$\bar{y} = \frac{\sum A_{bi} y_i}{\sum A_{bi}}$$

معمولاً در دستگاه مختصات، آخرین پنج سمت چپ و پایین (جنبه خارجی هیچ) را به عنوان مبدأ مختصات انتخاب کرده و سپس با استفاده از روابط موقعیت مرکز سطح را محاسبه می کنیم. پس از محاسبه مرکز سطح مجموعه هیچ ها، مبدأ مختصات را به این نقطه منتقل می کنیم.

۲. محاسبه اینرسی بزرگ را برای اتصال، با کمک رابطه زیر بدست می آوریم.

$$J = I_p = \sum A_{bi} (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)$$

در رابطه تنش، dix و dix ، حاصله می‌باشد و از مرکز سطح می‌باشد در راستای محورهای خود می‌باشد.

۳. تنش‌های برشی در راستای خود را با هم رابطه زیر درست می‌آوریم:

$$f_{Tx} = \frac{T_y}{J} = \frac{Tdy}{J} \quad (T: \text{Torsion})$$

$$f_{Ty} = \frac{T_x}{J} = \frac{Tdx}{J} \quad \rightarrow \text{due to torsion in } y \text{ direction}$$

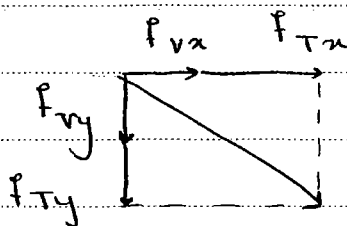
$$f_T = \sqrt{f_{Tx}^2 + f_{Ty}^2} = \frac{Td}{J}$$

چنانچه بر اتصال نقطه نظر تنش T اثر کند، \max تنش برشی در یکی از می‌های گوشه ایجاد می‌شود. که با کاسب آن، مقایسه آن با تنش برشی طراحی می‌شود، می‌توان اتصال را کنترل نمود.

طراحی اتصالات برشی در تیرهای برشی و پیچش

برای بررسی وضعیت می‌های در این حالت، ابتدا مولفه‌های تنش را می‌توانیم تنش برشی ناشی از نیروی برشی و هم تنش‌های نظر تنش را به دست آورده و سپس تنش‌های می‌های ایجاد شده در راستای می‌های اتصال و تنش را با هم جمع می‌آوریم و مقایسه کرده و پس از کاسب تنش برشی برآیند، آن را با تنش برشی طراحی، مقایسه می‌کنیم.

نکته: در این حالت می‌های بحرانی می‌های گوشه اتصال است که در آن مولفه می‌های اتصال و تنش می‌های تنش می‌های برشی ناشی از پیچش و برشی هم جهت بوده و با هم جمع می‌شود.



در می‌های بحرانی این که هم سوه شوند و برآیند خیلی بزرگتری شود.

$$F_r = \sqrt{(u_r, v_r, w_r)^T + (v_r, f_r, p_r + w_r, \rho_r)^T} = 101,91 P_u$$

$$F_{nv} = 0.55 F_u = 0.55 \times 10000 = 5500 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = 101.98 P_u \leq \phi F_{nv} = 0.175 \times 5500 = 971.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow P_u \leq 9.64 \text{ ton} \Rightarrow (P_u)_{\max} = 9.64 \text{ ton}$$

مقاومت کشش طراحی برای بر مقاومت در اتصالات لغزشی به مقاومت کشش طراحی برای بر مقاومت در اتصالات اتکالی بوده و از ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۳-۵ تعیین می گردد. ولی اینجا موضوعیت ندارد، چون هیچ تحت کشش نبوده و تحت برش است. مقاومت برش طراحی برای بر مقاومت در اتصالات اصططالی بر اساس کنترل لغزش مجاز تعیین می گردد پس که نیروی برش Max دارد، بیشترین پتانسیل لغزش را دارد. پس داریم:

A490/M22:

$$\text{حاصل نیروی کششی} = 221 \text{ kN} = 221 \times 100 = 22100 \text{ kgf}$$

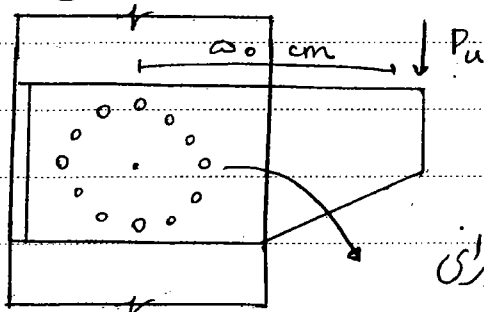
$$(P_u)_{\max} = f_{\max} \times A \leq \phi R_{nv} = \phi A D_u h_f T_b n_s$$

$$101.98 P_u \times \frac{\pi (2.2)^2}{4} \leq 1 \times 0.3 \times 1.13 \times 1 \times (221 \times 100) \times 1$$

$$\Rightarrow (P_u)_{\max} = 19.22 \text{ t}$$

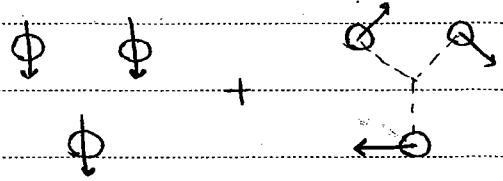
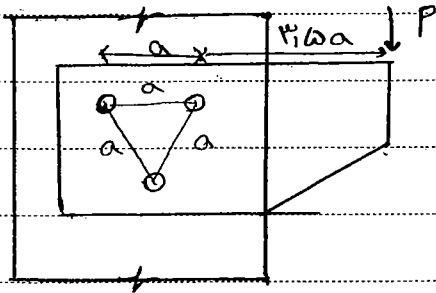
(توجه: n_s برابر ۱ است، چون فقط برای یک پی کنترل می کنیم. در واقع سطح لغزش مایل عدد است.)

تحدید [نیروی نهایی اتصال ساعتی شکل مقابل را در هر دو حالت اتکالی و اصططالی محاسبه کنید. قطر دایره اتصال ۵۰ سانتی متر بوده و از ۱۲ پی A490 با قطر ۲۲ میلی متر استفاده شده است. فرض کنید که سطح برش از سمت دندانه شده نمی گذرد.



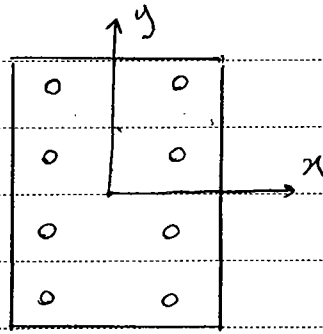
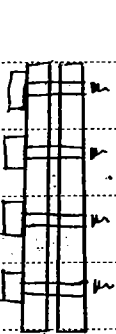
در حالت اتصال لغزشی بحرانی سطح تماس را طاس A در نظر بگیرید.

تمرین ۲ در اتصال زیر که فاصله مرکز به مرکز پیچ ها از یکدیگر برابر a می باشد، پیچ مرکزی را مشخص نموده و نیروی کششی ایجاد شده در آن را محاسبه نمایید.



برشی اتصال پیچ تحت اثر نیروی کشش خالص

در اتصال افکایی زیر که نیروی کشش P بر مرکز سطح پیچ اثر می کند، تنش کششی ایجاد شده در پیچ را بدیندافت بوده و مقدار آن برابر است با:



$$f_t = \frac{P_u}{\sum A b_i} \ll \phi F_{nt} = 0.175 X \quad 0.175 F_u$$

$$P_i = A b_i \times f_t = \frac{A b_i}{\sum A b_i} \times P$$

نیروی محوری ایجاد شده در پیچ
به نسبت سطح تقسیم می شود

۱- پیچ ها تحت تنش های موازی عمل می کنند که نیرو به نسبت سطح (AE/l) تقسیم می شود، به دلیل یکسانی پیچ ها برابر است، پس تنش به نسبت A تقسیم می شود.

یکسان \rightarrow یکسان \rightarrow یکسان \rightarrow یکسان \rightarrow یکسان

که توسط پیچ های هم مقاومیت که پس تغییر شده اند ایجاد شده باشد

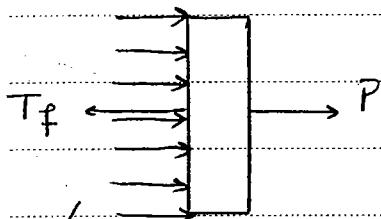
از اتصال باقی مونده وسط نیروی محوری کشش تحت کشش قرار گیرد، به میزان افزایش طول پیچ های اتصال، از مشدگی صفحات اتصال کم می شود. (از E و AE یکسان) و با توجه به یکسان بودن مدل یا یک مصالح پیچ و ورق نتیجه می شود که میزان افزایش تنش کشش پیچ با میزان کاهش تنش فشاری تمامی بین صفحات

برابر است. با توجه به اینکه سطح مقطع پمپ در مقابل سطح تماس بین آب و سطح تماس با سطح تماس است، نتیجه می شود که تحت اثر این بارگذاری محوری، نیروی کششی می یابد. در حالتیکه نیروی کششی بین صفحات اتصال کاهش قابل ملاحظه ای دارد.

$$\delta_b = \delta_p \quad \text{معادله سازگی}$$

$$\frac{(T_f - T_i) \times t}{\sum A_{bi} E_{bi}} = \frac{(C_i - C_f) \times t}{A_p E_p}$$

$$C_i = T_i$$



$$P + C_f = T_f$$

T_i : نیروی پیش کشی پمپ
 T_f : نیروی پیش کشی نهایی پمپ

C_i : نیروی کششی اولیه بین صفحات
 C_f : نیروی کششی نهایی بین صفحات
 A_b : سطح مقطع کل پمپ که ای اتصال فنجی
معادله تعادل B

با استفاده از مجموعه معادلات فوق، روابط زیر بدست می آید که با استفاده از آن می توان نیروی پیش کشی پمپ پس از اعمال بار و هم چنین نیروی کششی بین صفحات اتصال را محاسبه نمود.

$$T_f = T_i + \frac{P}{1 + \frac{A_p}{A_b}} > T_i$$

$$C_f = C_i - P \frac{\left(\frac{A_p}{A_b}\right)}{1 + \frac{A_p}{A_b}} < C_i$$

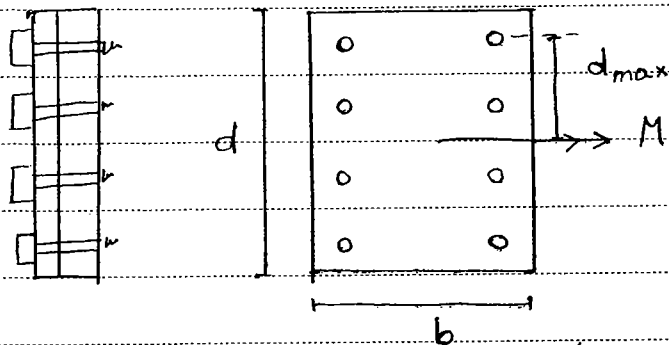
* با پذیرش کمی خطا! (چون $\frac{A_p}{A_b}$ عدد بزرگی است، از عدد 1 درخرج صرف نظر شده) $C_f \approx C_i - P$

* روابط فوق که با پذیرش کمی خطا بدست آمده است، به ما می گوید که به اندازه کشش اعمالی از نیروی کششی صفحات اتصال کم می شود.

Subject:

Year. Month. Date. ()

محاسبه خالص در اتصال میس تیره (اتصال لغزشی در تیر)



$$I = \sum A_{b,i} d_i^2$$

$$f_i = \frac{M d_i}{I} \leq \phi F_{nt}$$

باید کنترل کنیم که آیا لغزش اتصال باعث جدایی روغن از یکدیگر می شود یا نه؟

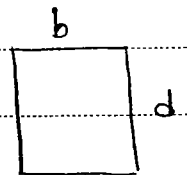
$$f_{bi} = \frac{\sum T_u}{b d}$$

$f_{bi} \rightarrow$ تنش لنگری اولیه
 \leftarrow bearing

اگر تنش لنگری ایجا رسیده در بالای صفحات اتصال از تنش لنگری اولیه بین ورق ها کمتر باشد، روغن از یکدیگر جدا نمی شوند و در غیر این صورت صفحات با هم جدا می شوند.

$$(f_t)_{max} = \frac{M_u}{S}$$

$$(f_t)_{max} = \frac{M_u}{S} = \frac{M_u}{\frac{b d^2}{6}} = \frac{6 M_u}{b d^2} \leq f_{bi}$$



این مربوط به صفحات است. صفحات باید به فرض می کنیم که تحت تنش است.

$$I = b d^3 / 12$$

$$S = \frac{I}{c} = \frac{I}{d/2} = \frac{b d^2}{6}$$

$$M_{1max} = \frac{b d^2}{6} f_{bi}$$

معادله ای نموداری نباید از مقدار حدی تجاوز کند.

$$(f_t)_{max} = \frac{M_u d_{max}}{I} \leq \phi F_{nt}, \phi = 0.75$$

$$M_{2max} = \frac{I}{d_{max}} \phi F_{nt} \rightarrow (M_u)_{max} = \min(M_{1max}, M_{2max})$$

بایستی نمود که در یک اتصال بجز آنی که از قبل در یک مأموم سطح مشخص شده است، چه اتصال تحت آنفرمیش T باشد و چه تحت اثر آنفرمیش M، تعداد پیچ کمی لازم برای تحمل بارگذاری، برابر است با:

$$n_v = \sqrt{\frac{4T_u}{R_p}}$$

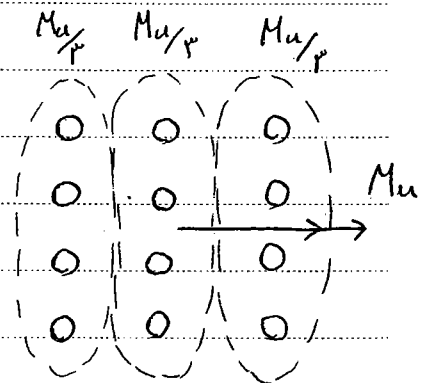
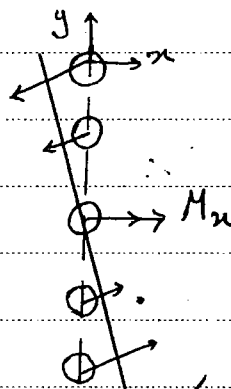
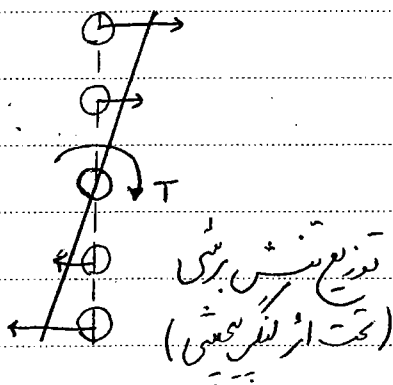
$$n_m = \sqrt{\frac{4M_u}{R_p}}$$

در رابطه اول که مربوط به پیچش است، R نیروی برشی طراحی (R) می باشد و در رابطه دوم که مربوط به خمش است، R نیروی کشش طراحی (R) می باشد. در هر دو رابطه P فاصله بین گره از یکدیگر است.

اگر اتصال دارای K در یک مأموم پیچ باشد، تعداد پیچ کمی لازم برای این اتصال تحت خمش برابر خواهد شد با:

$$n = \sqrt{\frac{4 \times (M_u / K)}{R_p}}$$

تأسیس یک در یک به دست آید



* برای مثال هر در یک مأموم باید $\frac{M_u}{3}$ تحت خمش را تحمل کند.

اگر اتصال کمی تحت اثر توأم برش و خمش باشد، چنانچه تعداد پیچ کمی مورد نیاز برای تحمل فقط برش، n_v و تعداد پیچ کمی مورد نیاز برای تحمل فقط خمش n_m باشد، تعداد پیچ کمی لازم برای تحمل مجموع برش و خمش از رابطه زیر بدست می آید.

$$n = \sqrt{n_v^2 + n_m^2}$$

که در این رابطه منظور از n_v و n_m تعداد پیچ کمی است.

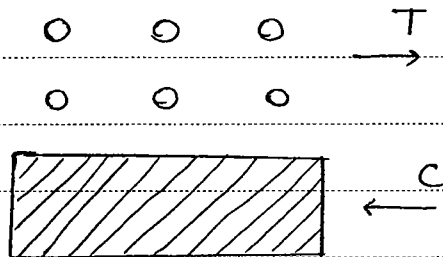
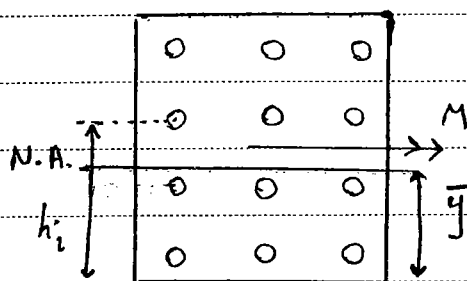
$$\sqrt{n_v n_M} : \text{میانگین هندسی}$$

$$\frac{n_v + n_M}{2} : \text{میانگین حسابی}$$

به جای استفاده از این روابط، از رابطه $\sqrt{n_v^2 + n_M^2}$ استفاده می شود، زیرا تنش برشی و تنش کششی ناشی از تنش برابری هستند و باید جمع برداری شوند.

تنش خالص در اتصال اتکایی:

در این حالت تحت اثر تنش تنش منشی، پاسخ اتصال به فشاری افتد و با توجه به اینکه هیچ کثیف فشارکاری کند، صفحات اتصال به یکدیگر تنش کششی وارد می کنند. در این حالت نیروی کشش توسط یک کپی بالای محور خشی و نیروی فشاری توسط صفحات اتصال تأمین می گردد.



$$Q_{N.A.} = 0 \Rightarrow b \bar{y} \times \frac{\bar{y}}{2} = \sum A b_i (h_i - \bar{y})$$

h_i : فاصله بین زام از پایین صفحه

* محور خشی محوری است که محال است این است که کل مقطع حول آن خشی باشد.

\bar{y} : فاصله محور خشی از پایین صفحه

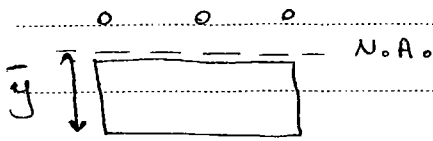
* با استفاده از رابطه فوق، فاصلی \bar{y} محاسبه می شود. در این رابطه (نقطه) بایستی بین کپی وارد نظر بگیریم که در بالای محور خشی هستند ولی مشکل این است که کل محور خشی مشخص نیست و معلوم نیست کپی کپی در بالای آن قرار گرفته اند.

برای حدس اولیه \bar{y} ، با ارتفاع کل مقطع وارد نظری کردیم و از بین کپی که بالای این برآورد دارند، در معادله استفاده کردیم.

Subject:

Year. Month. Date. ()

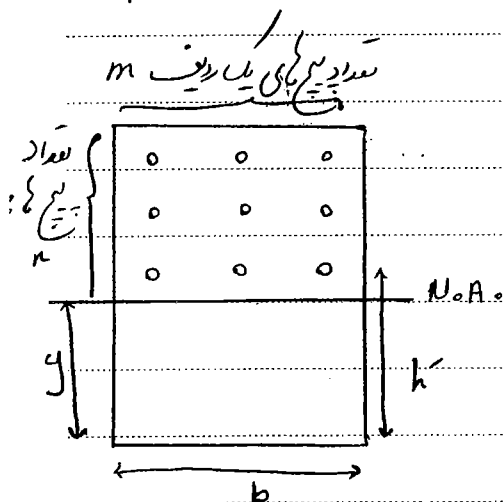
$$I = \frac{b\bar{y}^3}{3} + \sum A b_i (\underbrace{h_i - \bar{y}}_{\text{فاصله ی سطح از محور خنثی}})^2$$



$$(f_t)_{max} = \frac{M_u (h_{i_{max}} - \bar{y})}{I} \leq \phi F_{nt}$$

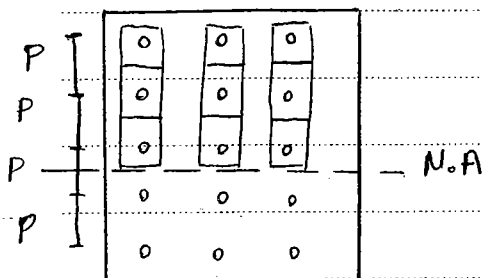
برای محاسبه منصفیت محور خنثی در اتصال اتکالی تحت اثر لنگر خنثی بخش، می توان معادله زیر را حل نمود:

$$\frac{b\bar{y}^3}{3} = mnA \left(h' - y + \frac{n-1}{2} \times P \right)$$



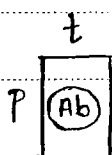
- b: پهنای ناحیه ستابی
- m: تعداد سطح های یک ردیف (تعداد ستون های سطح)
- n: تعداد سطح های موجود در یک ستون و اتصاف در بالای محور خنثی
- A: سطح مقطع یک سطح
- h': فاصله اولین سطح های موجود در بالای محور خنثی تا تارشی اتکالی
- y: ارتفاع محور خنثی از تارشی اتکالی
- P: فاصله ی سطح های در ستابی تا هم

روش ساده جانبدار برای محاسبه منصفیت محور خنثی به صورت زیر می باشد:



- A_b : سطح مقطع سطح
- P: فاصله سطح های در ستابی تا هم
- m: تعداد ستون های سطح

اگر هر کدام از سطح های را با یک مقطع به طول P و عرض t جانبدار کنیم، داریم:



$$P \times t = A_b \rightarrow t = A_b / P$$

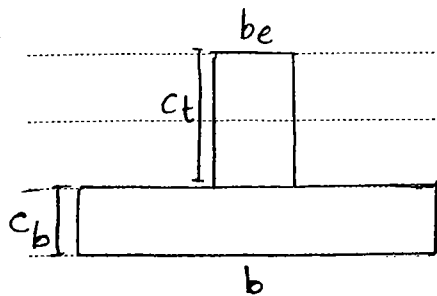
Subject:

Year:

Month:

Date:

()



N.A.

$$be = t \times m = \frac{Ab}{P} \times m$$

$$\sum Q = 0 \Rightarrow b \times \frac{cb^3}{12} = be \times \frac{ct^3}{12}$$

$$\frac{cb}{ct} = \sqrt{\frac{be}{b}} = k$$

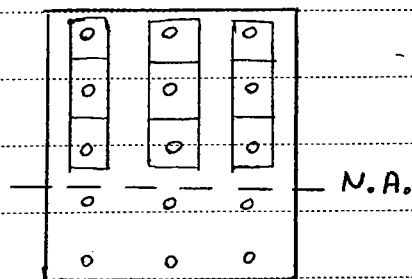
ترکیب نسبت در
نموج

$$\frac{cb}{\frac{cb+ct}{h}} = \frac{k}{k+1}$$

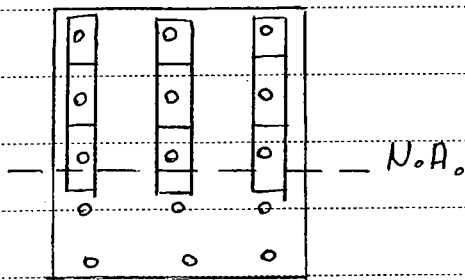
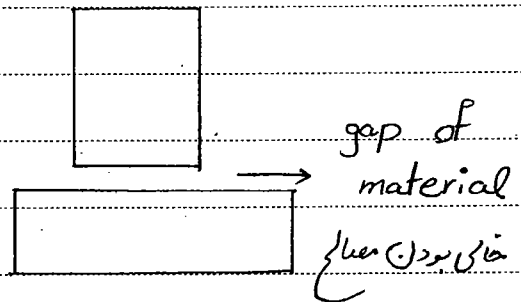
$$\Rightarrow cb = \frac{kh}{k+1}, ct = \frac{h}{k+1}$$

$$I = \frac{1}{12} b cb^3 + \frac{1}{12} be ct^3$$

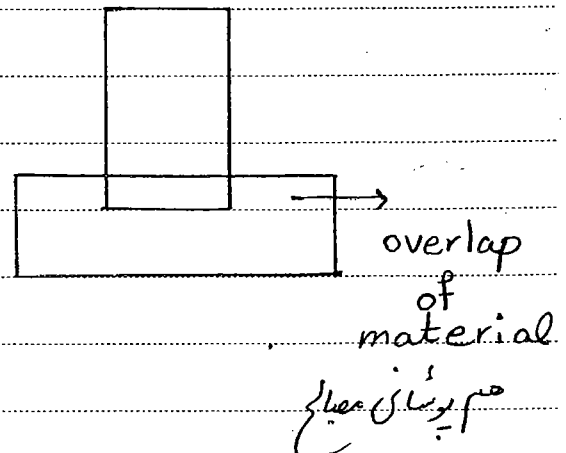
نکته: اگر محاسبه دقیقاً از وسط دور دینیم هیچ بگذرد و روش فوق هیچ خطای ندارد ولی در غیر اینصورت، خطای دارای خطا است.



=>



=>

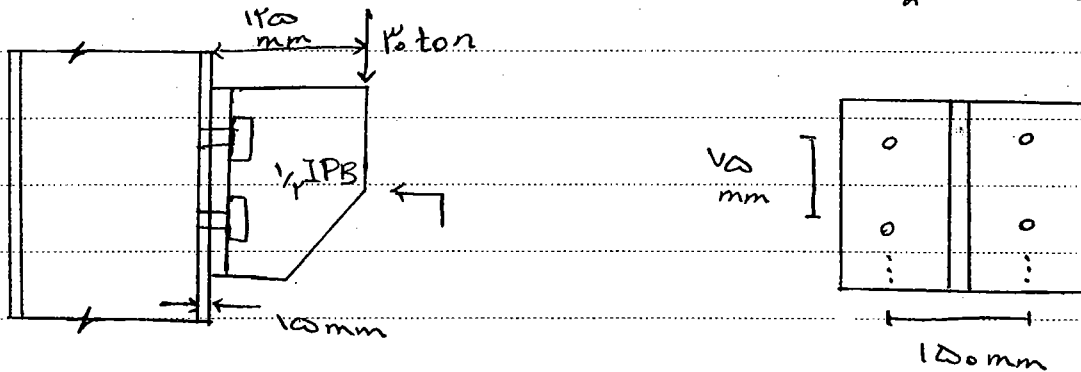


Subject:

Year. Month. Date. ()

نکته: برای محاسبه موقعیت محور خشی در اتصال اتکایی تحت اثر لنگر خشی بهترین روش این است که با استفاده از رابطه $C_b = \frac{K_h}{K_h + 1}$ مشخص نمود که محور خشی پس کدام در درین پنج قرار می گیرد و سپس با استفاده از رابطه ریش و حل معادله درجه دوم ارائه شده در قسمت قبل، موقعیت دقیق محور خشی را بدست آورد.

(Ex) تعداد سیم های ۲۲ میلی متری بر مقاومت A325 مورد نیاز برای اتصال لنگر به بال ستون را تعیین کنید. سوراخ ها استاندارد بوده و اتصال به صورت لغزشی با فرض عدم جاری صفحات طراحی شود. سطح تماس را کلاس A فرض کنید.



$$R_t = \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb}$$

$$= 0.75 \times 0.75 \times 1000 \times \left(\frac{n \times 212^2}{F} \right) = 17109 \text{ Kg}$$

$$n_M = \sqrt{\frac{4M_u}{R_t P}} = \sqrt{\frac{4 \times \frac{30 \times 10^3 \times 1250}{4}}{17109 \times 0.75}} = 2.99$$

$$R_v = \phi R_{nv} = \phi A_{nv} f_u T_b n_s$$

$$= 1 \times 0.75 \times 1.13 \times 1 \times (176 \times 100) \times 1 = 5944.4 \text{ Kg}$$

$$n_v = \frac{30 \times 10^3 / P}{5944.4} = 2.51$$

$$n = \sqrt{n_M^2 + n_v^2} = \sqrt{(2.99)^2 + (2.51)^2} = 3.88 \rightarrow n = 4$$

Subject:

Year,

Month,

Date,

()

جرانی ترک

از F هیچ در هر ریف تمام استفاده می کنیم.

۷,۵	○	○
۳,۷۵	○	○
۳,۷۵	○	○
۷,۵	○	○

○ کنترل فاصله: r_1 و r_2 از مرکز سوراخ با قطر ϕ_d

$$r_d \quad 7.5 > 3 \times 2.2 \quad \checkmark \quad \text{OK!}$$

$$I = \sum A_i d_i^2 = \frac{\pi \times 2.2^4}{4} \left[2 \times 3.75^2 + 2 \times 11.25^2 \right] = 2138.2 \text{ cm}^4$$

$$F_{tu} = \frac{M_{ud}}{I} = \frac{(30 \times 10^3 \times 12.5) \times 11.25}{2138.2} = 1973 \text{ kg/cm}^2$$

$$PF_{nt} = 0.75 \times (0.75 \times 1000) = 4500 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{تنش کشش}$$

Max هیچ جوابی ندهد، تنش کشش را انتقال می کنیم.

باید توجه به اینکه هیچ K_{sc} نیست. سنده انتقال بهرانی منقح تحت اثر تنش K_{sc} که تنش ناشی از تنش قرار دارند، باید اثر شکست کشش در برش را برای آن لحاظ کنیم.

برای بالاترین ریف هیچ که بیشترین تنش کشش را دارد، برش را محاسبه کرده و با R_v مقایسه می کنیم. اگر بیش از حد باشد، باید مقدار هیچ را افزایش دهیم.

$$K_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} = 1 - \frac{1973 \times \pi \times (2.2)^4}{1.13 \times (11400) \times 1} = 0.423$$

$$R'_v = K_{sc} R_v = 0.423 \times 5994.4 = 3717 \text{ kg}$$

$$(T_u) = \frac{T_u}{n} = \frac{30 \times 10^3}{2 \times 4} = 3750 \text{ kg} > 3717 \text{ kg} \quad (\text{Not good!})$$

هیچ جرانی

اگر محاسبات را با فرض وجود ۵ هیچ در هر ریف تمام قرار ندهیم، ۱۰۰٪ اتصال جوابگو خواهد بود و بنابراین

Subject:

Year. Month. Date. ()

نیازی به حسابات نیست.
در انتهای مثال مقاومت لرزه‌ای را در یک پیج محاسبه می‌کنیم تا بررسی فاصله بر آن اتصال انجام دهیم. (معمولاً هیچ وقت حاکم بر طراحی نمی‌شود)

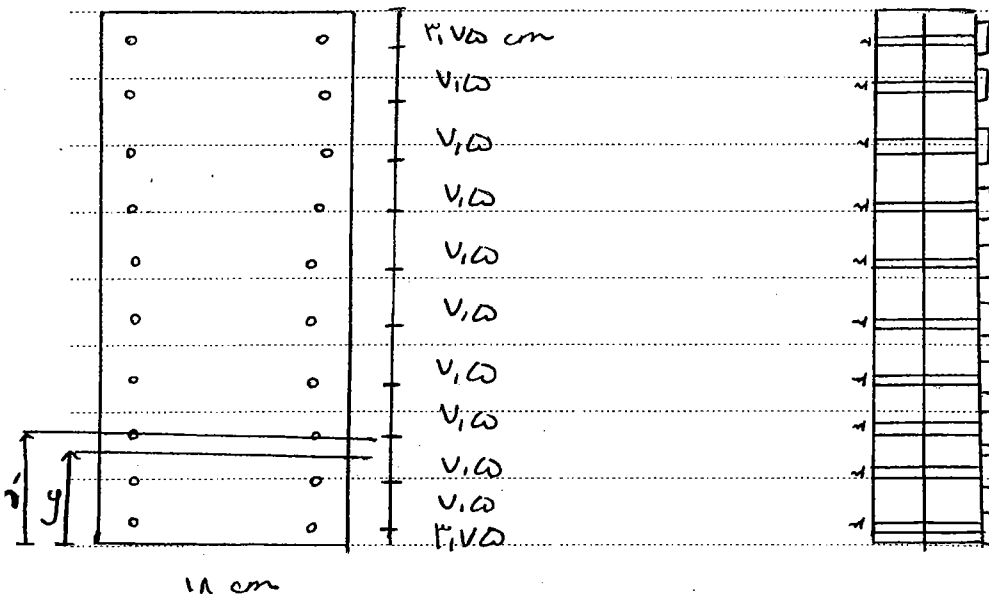
$$R_{R1} = 2.1 f d_b t F_u \quad R_{R2} = 1.2 L_c t F_u$$

$$\rightarrow (\phi = 0.175)$$

$$\text{مقاومت لرزه‌ای اتصال برای پیج} = \phi R_n = \phi 2.1 f d_b t F_u = 0.175 \times 2.1 \times 420 \times 1.5 \times 3700 = 21978$$

مقاومت لرزه‌ای اتصال کمتر از ۳۰۰۰ کیلوگرم است. $21978 < \frac{30 \times 10^3}{10} = 3000 \text{ kg}$

(Ex) ظرفیت خمشی شکل زیر که در آن پیج از نوع A307 و با قطر ۲۰ mm هستند، چقدر است؟ (اتصال انتهای می باشد)



$$M_u = ?$$

می‌دانیم فاصله محور خمشی تا یاس اتصال حدود ۱۷۵ mm ارتفاع کل اتصال می‌باشد. موقعیت محور خمشی را برای پیج می‌دانیم در دو رسم در نظر می‌گیریم.

$$\frac{75}{6} = 12.5$$

$$\frac{b y^2}{2} = m n A (h' - y + \frac{n-1}{2} P)$$

(توجه: n تعداد ریب می‌باشد که برای محاسبه است نه تعداد پیج می‌باشد)

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

$$b = 18 \text{ cm}$$

$$m = 2, n = 1$$

$$A = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$h' = 2,75 + 2 \times 7,5 = 18,75 \text{ cm}$$

$$P = 7,5 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \frac{18 \times y^2}{2} = 2 \times 18 \times 3,14 \left(18,75 - y + \frac{1-1}{2} \times 7,5 \right)$$

$$\Rightarrow 9y^2 = 50,24 (18,75 - y)$$

$$\Rightarrow y_1 = 13,1 \text{ cm} \quad (\text{قابل قبول})$$

$$y_2 = -18,88 \text{ cm} \quad (\text{غیر قابل قبول})$$

$$11,25 < y < 18,75 \text{ OK} \quad \text{نتیجہ:}$$

$$I = \frac{mnAp^2(n^2-1)}{12} + mnA \left(\frac{n-1}{2} p + h' - y \right)^2 + \frac{by^3}{3}$$

مکان انیرسی برای لایه کمر
بخش حول محور مرکزی خودشان

اثر انتقال محور برای لایه کمر

مکان انیرسی ناحیه
فشاری

$$I = \frac{2 \times 18 \times 3,14 \times 7,5^2 (2^2 - 1)}{12} + 2 \times 18 \times 3,14 \left(\frac{2-1}{2} \times 7,5 + 18,75 - 13,1 \right)^2 + \frac{18 \times 13,1^3}{3}$$

$$= 79449,71 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{I}{c} = \frac{79449,71}{18,75 - 13,1} = \frac{79449,71}{5,65} = 1394,29 \text{ cm}^3$$

C: فاصله بالاترین و پایین ترین سطح تا محور خنثی

$$\Phi F_{nt} = \Phi \times 0,75 F_u$$

$$= 0,75 \times 0,75 \times 4000 = 2250 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = \Phi F_{nt} \times S = 2250 \times 1394,29 \times 10^{-5} = 30,74 \text{ ton.m}$$

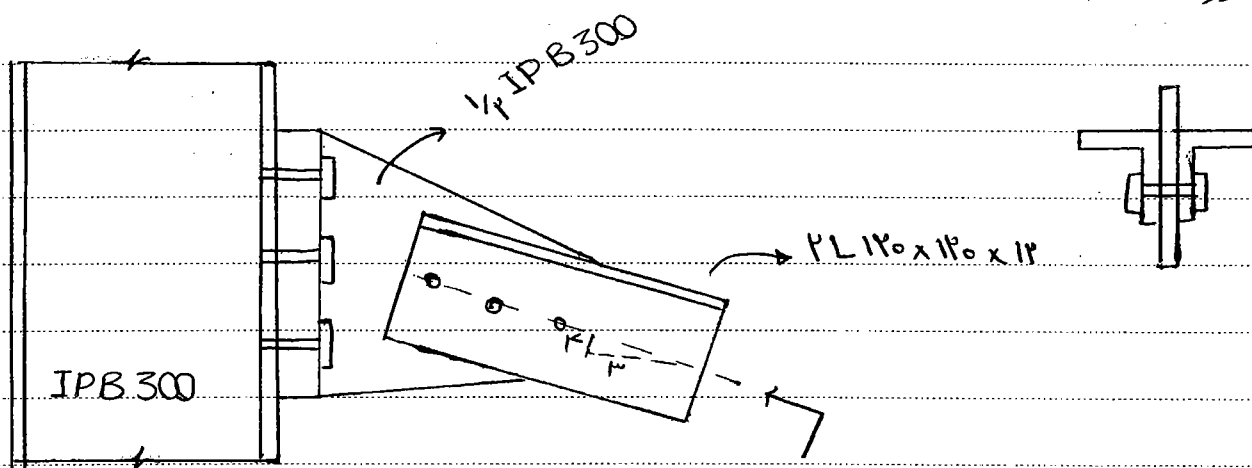
Subject:

Year. Month. Date. ()

تمرین [در اتصال زیر مقدار پیچ های اتصال بنشین با به صفحه لچکی و صفحه لچکی به ستون را در دو حالت زیر بر اساس ظرفیت بنشین های اتصال محاسب کنید .

الف) فرض کنید اتصال لغزشی باشد.
ب) فرض کنید اتصال اتکایی و سوراخ ها استاندارد بوده و صفحه برش خارج از ناحیه دندانه شده قرار دارد.

پیچ از جنس A490 و به قطر ۲۰mm بوده و پیروی وارده از مرکز سطح پیچ های اتصال صفحه لچکی و ستون می گذرد.



پیچ های اتصال صفحه لچکی به ستون هم تحت کشش است هم تحت برش اما پیچ های اتصال بنشین با به صفحه لچکی فقط تحت برش است . صفحه برش در پیچ های اتصال صفحه لچکی به ستون برش تک مجزوه است اما در پیچ های اتصال بنشین به صفحه لچکی برش دو طرفه است .

اتصال بر اساس ظرفیت بنشین با طراحی می شود . (معیار کشش و تسلیم کنترل می شود ، هر کدام کمتر بود)

تمرین [اتصال اتکایی زیر را که از پیچ های پر مقاومت A490 به قطر ۲۲mm ساخته شده است ، برای بارگذاری وارده کنترل کنید . (سطح برش از قسمت دندانه شده نمی گذرد)

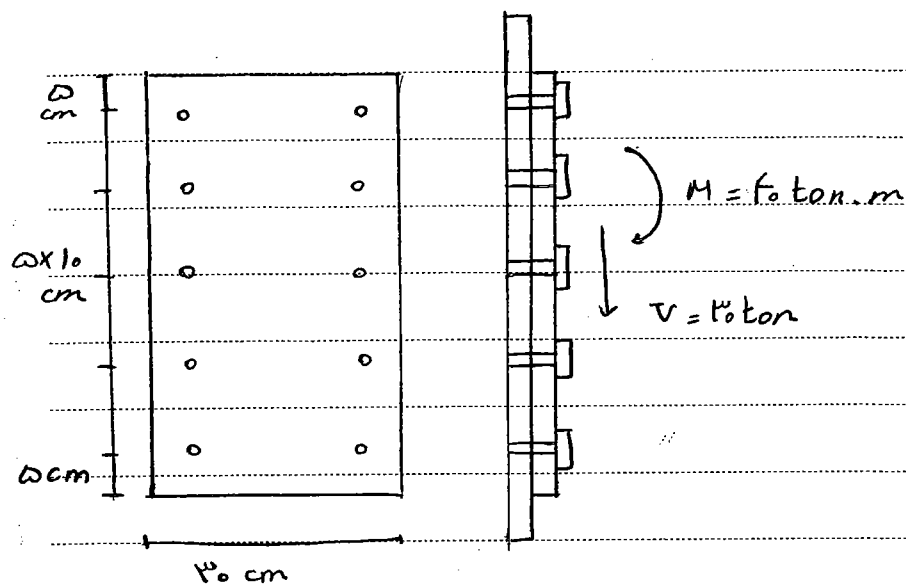
Subject:

Year:

Month:

Date:

()

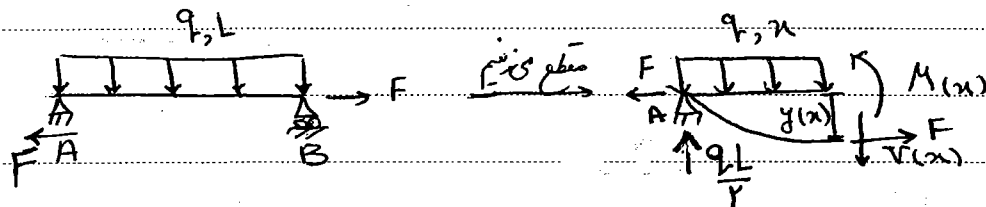


سهم مربع از برش را محاسبه کرده، تنش برشی هر یک از برش‌ها آورید. پس مجموعه‌ای از برش‌ها را در نظر بگیرید.

* اگر علاوه بر برش، تنش هم در مجموعه داشتیم دیگر محل مفصل تنش $Q=0$ نمی‌بود.

تیر ستون + Beam-Column

تیر ستون می تواند به صورت کشش یا فشاری باشد، در تیر ستون کشش وجود نیروی محوری کشش، موجب کاهش انحراف خمشی، کاهش تغییر شکل تیر و در نتیجه افزایش سختی تیر ستون می شود.

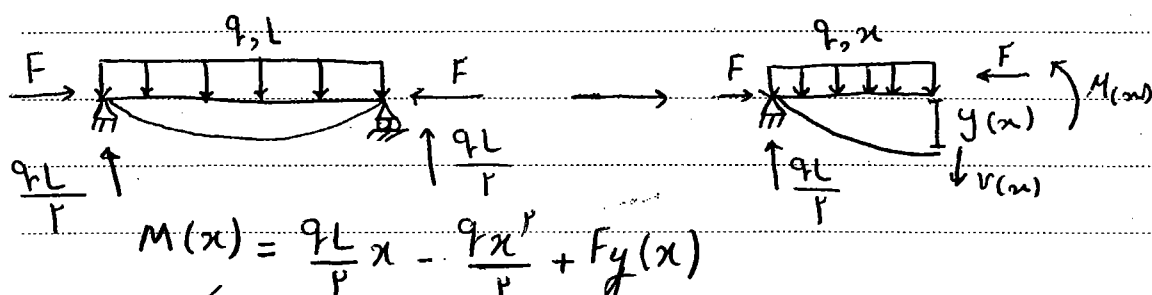


$$M(x) = \frac{qL}{2}x - \frac{qx^2}{2} - Fy(x)$$

باست در رابطه فوق دیده می شود که انحراف خمشی با ترمین $(-Fy(x))$ کاهش یافته است، که این کاهش انحراف باعث کاهش تغییر شکل می شود و به تغییر می توان گفت که سختی تیر افزایش پیدا کرده است.

این نامه در جهت اطمینان از اثر مثبت نیروی کشش صرف نظر می کند که در بحث های آتی به آن خواهیم پرداخت.

در حالتی که تیر ستون فشاری داشته باشیم، وجود نیروی محوری فشاری اثر ضعیف کننده دارد. این نامه از اثر آن چشم پوشی نمی کند.



$$M(x) = \frac{qL}{2}x - \frac{qx^2}{2} + Fy(x)$$

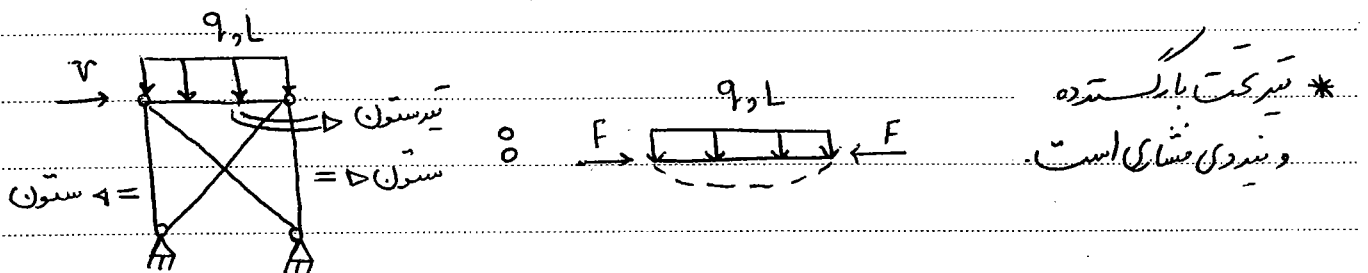
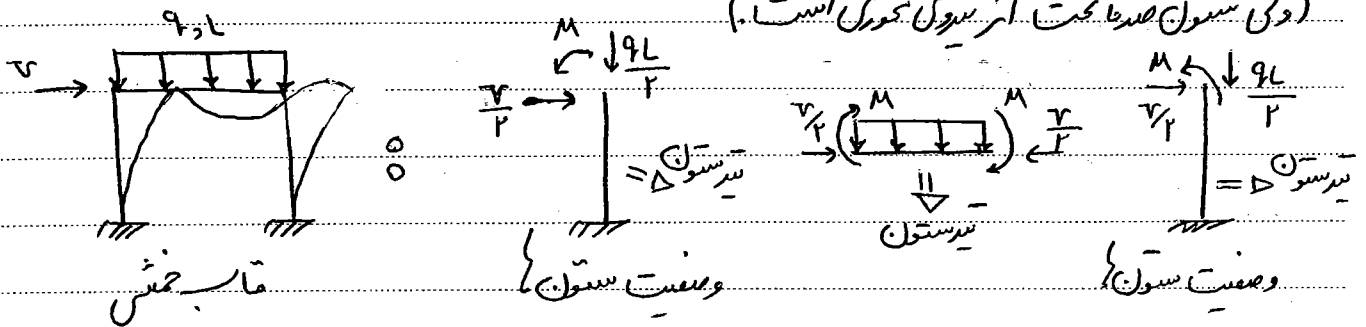
با توجه به رابطه فوق دیده می شود که وجود نیروی محوری فشاری، انحراف خمشی تیر را افزایش داده است که در نتیجه آن تغییر شکل تیر ستون نیز افزایش می یابد و به تغییر سختی تیر ستون کاهش یافته است.

می تواند نیروی فشاری خمشی تیر ستون را ضعیف کند و آن حالتی است که نیروی فشاری دقیقاً به اندازه نیروی کششی

تیرستون باشد. همانطور که در آینده بحث خواهد شد، در حالت تیرستون فشاری با استفاده از ضریب B_1 و لنگرهای تیرستون را اصلاح می‌کنیم. (انحرافش می‌دهیم)

در واقعیت ما معمولاً نمی‌توانیم وزن ستون صرف و معمولاً با تیرستون سروکار داریم.

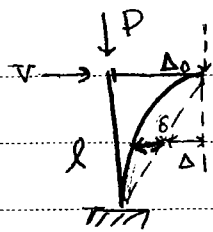
در قاب‌های خمشی هم تیر و هم ستون که تیرستون هستند و در قاب‌های مهاربندی شده که اتصالات تیر به ستون و هم چنین اتصالات ستون که به یکدیگر مفاصل است، تیر به صورت تیرستون رفتار می‌کند. (ولی ستون صرفاً تحت اثر نیروی محوری است.)



توجه داشته باشیم که تیرستون هم تحت اثر نیروی محوری و هم لنگر خمشی می‌باشد که لنگر خمشی آن، ناشی از خروج از مرکزیت نیروی محوری و یا بارهای جانبی و یا لنگرهای در انحنای باشد.

در بحث تیرستون‌های فشاری باسی آنالیز مرتبه دوم انجام شود. (Second order Analysis)، این

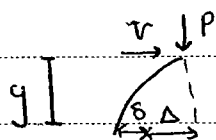
آنالیز شامل دو اثر $P-\Delta$ و $P-\delta$ می‌باشد که اولی ناشی از جابه‌جایی‌های نسبی در انتهای ستون و دومی ناشی



از انحنای آن بی بایستد.

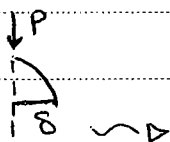
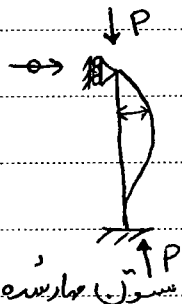
لنگر یکبار در کلین مرتبه اول
 $V \cdot l + P \cdot \Delta$ (در کلین مرتبه دوم)

(اثر $P-\delta$ بزرگ)



$$M = V \times y + P(\Delta + \delta) = Vy + P\Delta + P\delta$$

در رابطی فوق $P\Delta$ به خاطر جابه جایی ستون در اثر $P\delta$ به خاطر انحنای ستون ایجاد شده است. چنانچه
 مطابق شکل زیر، ستون به سمت راست پاشیده و دایره ای آن نسبت به یکدیگر جابه جایی نمی داشته باشد، فقط اثر $P-\delta$
 وجود دارد.



به خاطر انحنای ستون ایجاد

شده است. $M = P \times \delta$

بر اساس مثبت دهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت برای مورد نیاز اعضا، باید از طریق کلین های مرتبه دوم
 انجام شود. مثبت دهم مقررات ملی ساختمان استفاده از روش های کلینی زیر را به عنوان روش های
 کلین مرتبه دوم مجاز دانسته است. (صفحه ۴۱)

الف) کلین الاستیک مرتبه دوم

در این کلین سیستم سازه ای الاستیک بوده لیکن در حین کلین آثار مرتبه دوم (شامل آثار $P-\delta$ و $P-\delta$) در
 آن لحاظ نمی گردد.
 کلین الاستیک مرتبه دوم از طریق فعال کردن آپشن (option) متناظر در نرم افزار انجام می شود و ما در خاصی نباید انجام دوم.

ب. تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته

مبانی این روش تحلیل در پیوست ۳ بحث هم حرارت ملی ساختمان در صفحات ۵۴۳ تا ۵۴۸ ارائه شده است. نکته در ادامه مبانی آن تشریح می گردد.

در روش تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته، مقاومت کمی خمشی مورد نیاز (M_r) و مقاومت کمی محوری مورد نیاز (P_r) با در نظر گرفتن اثرات مرتبه دوم باید از طریق روابط زیر تعیین گردد:

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

در روابط فوق B_1 ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر $P-\delta$ و B_2 ضریب تشدید برای در نظر گرفتن $P-\Delta$ می باشد. ضریب تشدید B_1 باید برای هر تیر ستون در هر راستای خمشی آن به طور جداگانه محاسبه شود. و اگر عضو تحت اثر نیروی فشاری قرار ندارد، ضریب B_1 برای آن ۱ می باشد. ضریب تشدید B_2 مربوط به یک تیر ستون نیست، بلکه مربوط به یک طبقه ساختمان می باشد که باستی برای هر راستای تغییر شکل جانبی طبقه به طور جداگانه بررسی شود.

در روابط فوق، M_{nt} = لنگر خمشی مرتبه اول برای حالتی که از انتقال جانبی قاع جلوگیری شده است.

M_{lt} = لنگر خمشی مرتبه اول فقط ناشی از انتقال جانبی می باشد.

P_{nt} = نیروی محوری برای حالتی است که از انتقال جانبی قاع جلوگیری شده است.

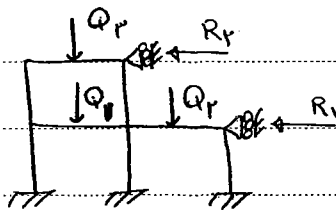
P_{lt} = نیروی محوری مرتبه اول فقط ناشی از انتقال جانبی می باشد.

n : normal l : lateral

برای محاسبه مقادیر P_{nt} و M_{nt} و P_{lt} و M_{lt} باستی قاع را در دو مرحله به صورت زیر تحلیل کنیم:

۱. برای بارهای قائم ضریب ابعاد فرض عدم انتقال جانبی

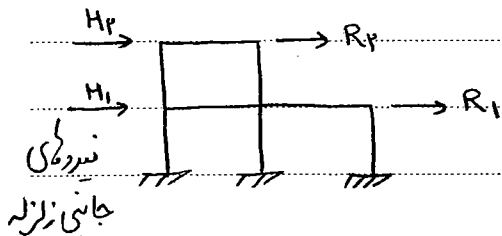
۲. برای بارهای جانبی ناشی از عکس العمل کمی یکبارگی به دست آمده از مرحله قبل به همراه نیروهای جانبی زلزله



بدون جابجایی

 M_{nt} و P_{nt} را از تحلیل ماب در دست

به دست می آوریم.



با جابجایی

 M_{lt} و P_{lt} از تحلیل ماب در دست

می آوریم.

برای ماب های متعارف تحت اثر بارگذاری متعارف نیروهای R_1 و R_2 که ماب بسیار پیچیده بوده می توان انگیزه فرض کرد که از تحلیل ماب تحت اثر بارهای متغیر آن P_{nt} و M_{nt} به دست می آید و از تحلیل ماب تحت اثر بارهای جانبی زلزله P_{lt} و M_{lt} محاسبه می گردد.

در ادامه به نحوه محاسبه ضرایب تشدید B_1 و B_2 می پردازیم.ضریب تشدید B_1 از رابطه زیر به دست می آید و حداقل مقدار آن برابر ۱ می باشد.

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_{e1}}}$$

در رابطه در دست P_u نیروی محوری ستون ناشی از بارگذاری ضریب دار بوده و P_{e1} مقاومت گمانش بحرانی الاستیک تیر ستون در صحنهی خمش می باشد که برابر است با:

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 EI}{(K_1 L)^2}$$

چون تیر ستون بدون اتصال جانبی فرض می شود $K_1 = 1$

پارامتر دیگری که در رابطه B_1 وجود دارد، ضریب C_m است که بر آن ضریب هم ملانی انگیزشی از اثر $P-\delta$ با انگیز ملایم تیر ستون تحت اثر بارهای جانبی آن، نام دارد.

این ضریب به صورت زیر تعریف می شود:

$$C_m = 0.4 - 0.6 \frac{M_1}{M_2}$$

۱) اگر تیر ستون فاعه هرگونه بار جانبی در طول آن باشد، داریم:

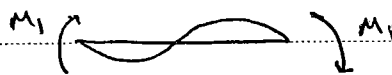
M_1 و M_2 به ترتیب گشتاورهای کوچکتر و بزرگتر در تیر ستون می باشد، و اگر در تیر ستون اختیای ساده ایجاد کند، نسبت $\frac{M_1}{M_2}$ باید منفی و اگر در تیر ستون اختیای مفاعف ایجاد کند، نسبت $\frac{M_1}{M_2}$ باید مثبت در نظر گرفته شود.



Single curvature

 M_1 : گشتاور کوچکتر از نظر مقدار

$$\frac{M_1}{M_2} < 0$$



double curvature

$$\frac{M_1}{M_2} > 0$$

(اختیای ساده برای ستون مناسب نیست و دفع به تراست. در نتیجه در عمل - وجود دارد که C_m عدد بزرگتری به دست آید و ضریب تشدید بزرگتر شود.)

و ضریب اختیای ساده، وضعیت نامناسب تری نسبت به وضعیت اختیای مفاعف می باشد و منطقی است که ضریب C_m برای آن بزرگتر محاسبه شود و نهایتاً ضریب تشدید B_1 برای آن عدد بالاتری به دست آید.

(۲) اگر تیر ستون در طول آن در معرض بار جانبی قرار داشته باشد (در صفحهی غش)، می توان در جهت اطمینان و به صورت محافظه کارانه ضریب C_m را برابر واحد فرض نمود.

اساساً بدترین حالت، حالت $C_m = 1$ می باشد که در آن فرض می شود، گشتاور ناشی از اختیای عیند (اثر P- Δ) همان جایی ماکسیمم می شود که بارگذاری خارجی تیر ستون گشتاور ماکزیمم را برای تیر ستون ایجاد کرده است.

C_m حد اکثر می تواند برابر یک باشد.

ضریب تشدید B_2 که اثر P- Δ را لحاظ می کند، برای هر طبقه ساختمان و در هر استای خاص جایی جانبی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{P_{\text{story}}}{P_{e \text{ story}}}}$$

در رابطه‌ی فوق P_{story} مجموع بارهای قائم طبقه فاش از ترکیب بارگذاری نظیر راستای جانبی مورد مطالعه می‌باشد.
 P_{story} معادست که نشی بخاری الاستیک طبقه است که در راستای جانبی مورد مطالعه می‌باشد. در کتب سابق،

در این نامه کمی تدبیر AISC، P_{story} مجموع نیروهای کششی ستون‌های طبقه در نظری گرفته می‌شود. ولی بر اساس ضوابط فعلی

$$P_{story} = \left(1 - 0.15 \frac{P_{mf}}{P_{story}} \right) \frac{HL}{\Delta H} \quad P_{story} \text{ باید از رابطه زیر بدست آید.}$$

که P_{mf} مجموع بارهای قائم ستون‌های قاب می‌باشد. در سیستم‌های ساختمانی ساده که برای پایداری قاب از مهاربند یا دیوار برشی استفاده می‌شود، مقدار P_{mf} برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

در سیستم‌های گفانه هم چنین در سیستم‌های قاب خمشی که فاقه قاب کمی تقبی هستند، P_{mf} را می‌توان برابر P_{story} در نظر گرفت.

در رابطه‌ی فوق L ارتفاع طبقه، H نیروی جانبی زلزله در راستای مورد نظر و ΔH تغییر مکان جانبی نشی طبقه در راستای مورد نظر فاش از نیروهای جانبی است که از تحلیل مرتبه اول به دست آمده است.

برای تدبیر ستون‌های کششی، محبت هم موارد ملی ساختمان و کنترل روابط زیر الزامی می‌دانند:

(روابط صفحات ۱۳۴ و ۱۳۵ محبت هم)

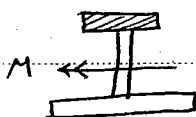
$$\frac{P_r}{P_t} \geq 0.2 : \frac{P_r}{P_t} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{un}}{M_{cn}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad \text{رابطه ①}$$

$$\frac{P_r}{P_t} < 0.2 : \frac{P_r}{2P_t} + \left(\frac{M_{un}}{M_{cn}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad \text{رابطه ②}$$

* در روابط پیشین، P_u مقاومت کشش مورد نیاز، P_t مقاومت کشش طراحی ($= \phi_t P_n$)، M_{ux} مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور قوی x ، M_{uy} مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور ضعیف y ، M_{cx} مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور قوی (برابر $\phi_b M_{nx}$ که ϕ_b ۰.۹ می باشد) و M_{cy} مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور ضعیف y (برابر $\phi_b M_{ny}$ که ϕ_b برابر ۰.۹ می باشد) است.

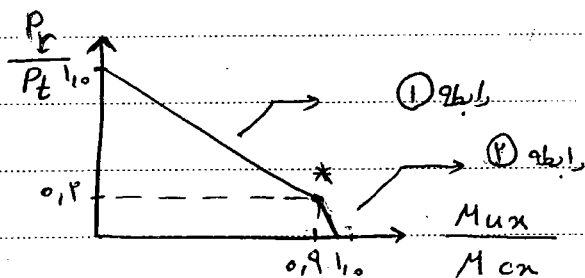
مبحث دهم مباحث می کند از مقاطع استفاده کنیم که نسبت $\frac{I_{yc}}{I_y}$ بین ۰.۱ تا ۰.۹ باشد که I_{yc} همان اینرسی بال منفرجه مقطع حول محور ضعیف y و I_y همان اینرسی کل مقطع حول محور y می باشد.

$$0.1 \leq \frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0.9$$



تفسیر: هر مال مقطع I شکل حداقل باید مطابق همان اینرسی مقطع حول محور گذشته از جان (محور ضعیف) را داشته باشد.

اگر رابطه اینرسی منطبق را برای حالت خمشی یک محوره ($M_{uy} = 0$) رسم کنیم و شکل آن به صورت زیر خواهد بود:



* در این نقطه مقدار اینرسی منطبق کشش - انحراف جانبی در آن است.

مبحث دهم مقررات ملی ساختمان به ما اجازه می دهد در تیر سازه ای که کشش که احتمال کم کشش بچشم جانبی کمتر است، ضریب اصلاح کم کشش جانبی (C_b) توسط ضریب $\sqrt{1 + \frac{P_r}{P_{ey}}}$ افزایش یابد که در آن P_{ey} برابر است با: (C_b بزرگ شده به تبع ماست.)

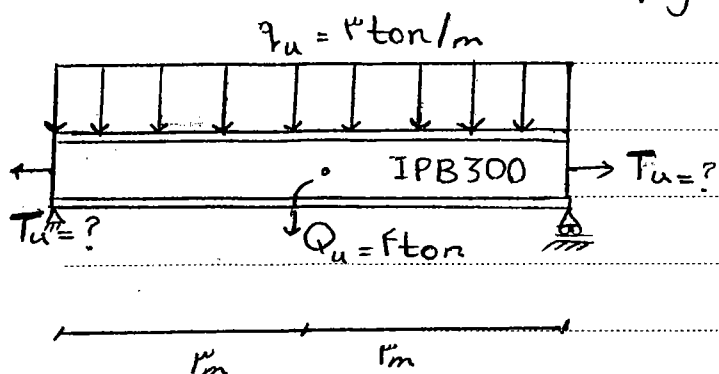
$$P_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{L_b^2}$$

فاصله مهارهای جانبی

Subject:

Year. Month. Date. ()

Ex) برای تیر ستون کشش زیر چانه‌های جانبی فقط در انتهای عضو تعبیه شده باشد، حد کشش زیادی کشش ضعیف‌تری که تیر ستون می‌تواند تحمل کند، برداشت آردید. $(F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2)$



خواصیات تیر : IPB300 : $A = 149 \text{ cm}^2$, $I_x = 25170 \text{ cm}^4$, $I_y = 1890 \text{ cm}^4$, $S_x = 1980 \text{ cm}^3$, $S_y = 561 \text{ cm}^3$, $Z_x = 1899 \text{ cm}^3$, $Z_y = 170 \text{ cm}^3$, $t_f = 1.9 \text{ cm}$, $t_w = 1.1 \text{ cm}$, $r_x = 13 \text{ cm}$, $r_y = 7.158 \text{ cm}$, $J = I_t = 189 \text{ cm}^4$, $C_w = 1988000 \text{ cm}^6$, $d = 10 \text{ cm}$, $h_o = d - t_f = 10 - 1.9 = 8.1 \text{ cm}$

$$P_t = \phi P_n = 0.9 A_g F_y = 0.9 \times 149 \times 2500 = 321840 \text{ Kg}$$

* کاسه ظرفیت کشش مقطع برای بخش حول محور قوی :

$$L_p = 1.77 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.77 \times 7.158 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^4}{2500}} = 385.11$$

$$r_{ts}^2 = \frac{I_y h_o}{2 S_x} = \frac{1890 \times 8.1}{2 \times 1980} = 71.59 \rightarrow r_{ts} = 8.461 \text{ cm}$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \left(\frac{J_c}{S_x h_o} \right)^2 + 1.77 \left(\frac{0.7 F_y}{E} \right)^2} = 1805 \text{ cm}$$

اما نیازی به محاسبه L_p نیست در حل سوالات از اشتغال استفاده می‌کنیم $L_r = 1804.5 \text{ cm}$

$$L_p = 385.11 \text{ cm}$$

کاهش بیش جانبی غیر الاستیک اتفاق می‌افتد. $L_b = 600 \text{ cm} \Rightarrow L_p < L_b < L_r$

Subject:

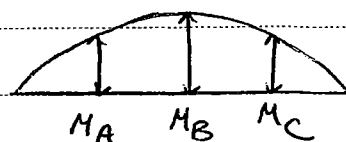
Year:

Month:

Date:

()

$$C_b = \frac{1.5 M_{max}}{1.5 M_{max} + M_A + M_B + M_C} \leq 1$$



$$\begin{aligned} q &= 3 \text{ ton/m} \\ &\& \\ L &= 9 \text{ m} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} M_{max} &= M_B = \frac{qL^2}{8} = 13.5 \text{ ton.m} \\ M_A &= M_C = \frac{3qL^2}{32} = 10.125 \text{ ton.m} \end{aligned} \right. \rightarrow C_b = 1.136$$

$$M_p = Z F_y = 1499 \times 2400 = 35,976 \times 10^3 \text{ Kg.cm} = 35,976 \text{ ton.m}$$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right]$$

$$= 1.136 \left[35,976 \times 10^3 - (35,976 \times 10^3 - 0.7 \times 2400 \times 1499) \left(\frac{400 - 315,112}{1105 - 315,112} \right) \right]$$

$$\rightarrow M_n = 41,1 \times 10^3 \text{ Kg.cm} > M_p = 35,976 \times 10^3 \text{ Kg.cm}$$

$$\rightarrow M_{nx} = M_p = 35,976 \times 10^3 \text{ Kg.cm}$$

$$M_{cx} = \phi_b M_{nx} = 0.9 \times 35,976 \times 10^3 = 32,378 \text{ ton.m}$$

* می توانستیم ضریب اصلاح کاهش بخش جانبی (C_b) را با ضریب $\sqrt{1 + \frac{P_r}{P_{ey}}}$ افزایش دهیم که البته هیچ تأثیری در ظرفیت خمش نداشت و عمل کرد ندارد.

* چون پایداری C_b موجود هم ظرفیت خمش بزرگتر از M_p محاسبه شده است.

محاسبه ظرفیت خمش مقطع برای خمش حول محور ضعیف:

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$M_{ny} = \min(F_y Z_y, 1.4 F_y S_y) = \min(\underbrace{2400 \times 1170}_{20.9 \times 10^5}, \underbrace{1.4 \times 2400 \times 571}_{21.9 \times 10^5}) = 20.9 \times 10^5 \text{ kg.cm} = 20.9 \text{ ton.m}$$

$$M_{cy} = \phi_b M_{ny} = 0.9 \times 20.9 = 18.81 \text{ ton.m}$$

$$M_{rx} = \frac{qL^2}{8} = \frac{3 \times 4^2}{8} = 12 \text{ ton.m}, \quad M_{ry} = \frac{PL}{4} = \frac{4 \times 4}{4} = 4 \text{ ton.m}$$

- بازنی اند $\frac{P_r}{P_t} \geq 0.2$ باشد، داریم:

$$\frac{P_r}{P_t} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$

$$\frac{P_r}{321.14} + \frac{1}{9} \left(\frac{12}{40.37} + \frac{4}{18.81} \right) = 1 \Rightarrow T_u = 134.92 \text{ ton}$$

$$\frac{P_r}{P_t} = \frac{134.92}{321.14} = 0.42 > 0.2 \Rightarrow \text{بنابراین فرضی ما صحیح بوده است.}$$

❑ ضوابط تیرستون فشاری براساس بحث، هم مقدرات ملی ماحتمال به صورت زیر می باشد که با توجه به آن دیده می شود شکل روابط مانند حالت تیرستون کشش است ولی به جای نیروی محوری کشش، نیروی محوری فشاری در روابط مورد استفاده قرار می گیرد.

$$\frac{P_r}{P_c} \geq 0.2 \rightarrow \frac{P_u}{P_c} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$

$$\frac{P_r}{P_c} < 0.2 \rightarrow \frac{P_u}{\phi P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0$$

در روابط پیشین، P_u مقاومت فشاری مورد نیاز، P_c مقاومت فشاری طراحی (برابر $0.9P_n$) و M_{rx} و M_{ry} به ترتیب مقاومت لنگی محض مورد نیاز نسبت به محورهای x و y نسبت به محور ضعیف y و M_{cx} و M_{cy} مقاومت محض طراحی نسبت به محورهای x و y نسبت به محور ضعیف y می باشد که از ضریب ضریب تقلیل مقاومت ϕ در مقاومت این محض به دست می آید.

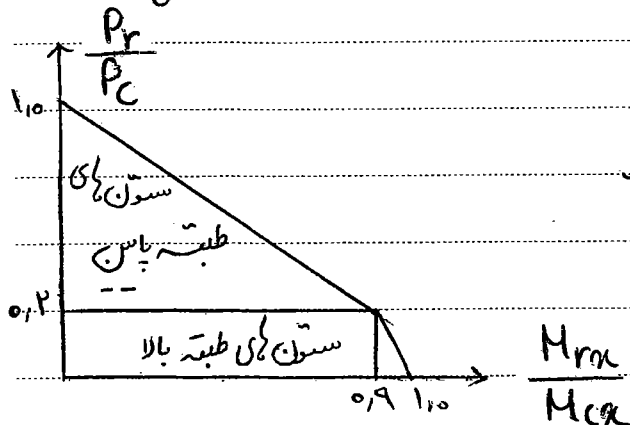
Subject:

Year:

Month:

Date: ()

برای حالتی که خمش یک طرفه داشته باشیم ($M_{ry} = 0$)، نمودار انحراف خمش نیروی فشاری - لنگر خمش به صورت زیر است:

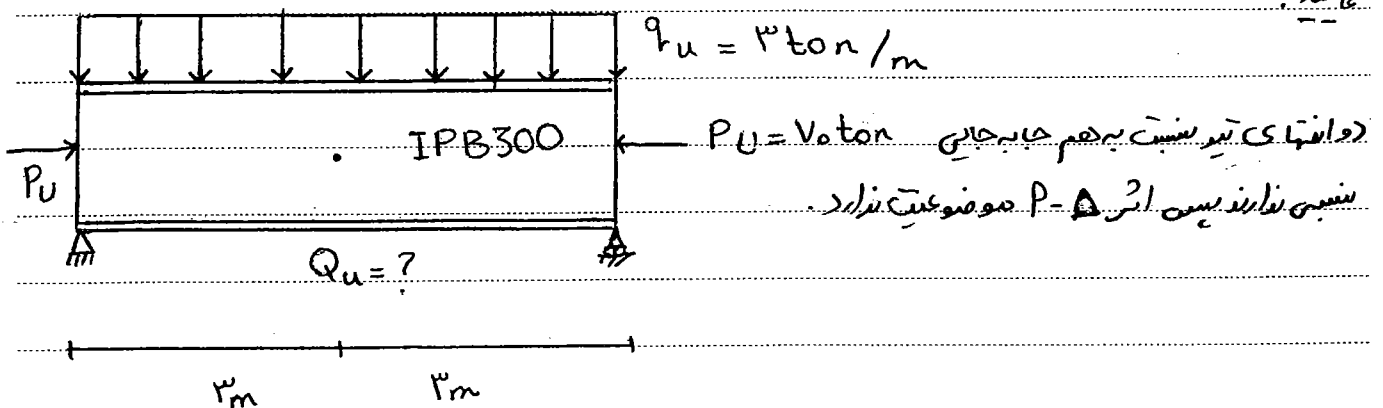


سوال: نیروی محوری فشاری باعث تشدید لنگر و اثرات ثانویه می شود، اثر این تشدید لنگر در کدام قسمت روابط انحراف خمش دیده شده است؟

پاسخ: لنگرهای خمش مورد استفاده در روابط انحراف خمش یا باید از تحلیل مرتبه دوم به دست آیند و در رابطه گذاشته شوند که در اینصورت اثرات تحلیل ثانویه و اثر $P-\Delta$ و $P-\delta$ لحاظ شده است.

چنانچه لنگرهای خمش با استفاده از تحلیل مرتبه اول به دست آیند، برای لحاظ کردن اثرات $P-\delta$ و $P-\Delta$ ، باستی آن ضرایب تشدید مناسب آن گرفته شده شود که با توجه به توصیحات پیوست دوم مقررات ملی ساختمان، برای در نظر گرفتن اثرات $P-\delta$ ، باید لنگرهای خمش به دست آمده از تحلیل مرتبه اول در ضریب تشدید B_1 ضریب شوند و برای در نظر گرفتن اثرات $P-\Delta$ ، باستی ضریب تشدید B_2 مورد استفاده قرار گیرد.

Ex) مثال حل شده برای تیر سستون کشش را در حالتی که عضو مورد نظر تحت اثر نیروی فشاری $P_u = 700 \text{ ton}$ باشد، در نظر بگیرید و حداکثر نیروی ضریب دار Q_u را که به صورت جانبی محصور صفحه ای جان می تواند بر آن اعمال شود، محاسبه کنید.



- براساس تحلیل مرتبه اول مقادیر لنگر خمشی ضعیف در حول محور یونی برابر $M_{rx} = 13.5$ t.m و حول محور ضعیف $M_{ry} = 1.5$ به دست می آید. با توجه به اینکه تیر ستون به صورت عیار شده است و ضعیف طول محور لنگش آن برابر واحد فرض شده و اثرات P-Δ در نظر گرفته نمی شود. ($B_2 = 1$)

- برای تعیین ضعیف تیر به خاطر اثرات P-δ باستی مقادیر C_m و P_{e1} در لنگش حول محورهای قوی و ضعیف مقطع به طور جداگانه محاسبه گردد.

- براساس بند ضعیف میث در هم صراحت ملی ساختمان و چون تیر ستون در هر دو صفحه خمش خودکیت اثر بار جانبی مکرر دارد مقدار C_m را می توان به طور محافظه کارانه ۱ فرض نمود.

$$C_{m,x} = C_{m,y} = 1.0$$

خمش حول محور ضعیف
خمش حول محور قوی

$$* \text{ خمش حول محور قوی: } P_{e1,x} = \frac{\pi^2 EI_x}{L^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6 \times 12517}{900^2} = 1380.1 \times 10^3 \text{ kg} = 1380.1 \text{ ton}$$

$$* \text{ خمش حول محور ضعیف: } P_{e1,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6 \times 18560}{900^2} = 449.4 \times 10^3 \text{ kg} = 449.4 \text{ ton}$$

$$* \text{ خمش حول محور قوی: } B_{1x} = \frac{C_{m,x}}{1 - \frac{P_r}{P_{e1,x}}} = \frac{1}{1 - \frac{V_0}{1380.1}} = 1.05$$

$$* \text{ خمش حول محور ضعیف: } B_{1y} = \frac{C_{m,y}}{1 - \frac{P_r}{P_{e1,y}}} = \frac{1}{1 - \frac{V_0}{449.4}} = 1.175$$

$$\text{لنگر شدید یافته در جهت x: } M_{rx} = 1.05 \times 13.5 = 14.175 \text{ t.m}$$

$$\text{لنگر شدید یافته در جهت y: } M_{ry} = 1.175 \times 1.5 Q_u = 1.76 Q_u$$

* در مثال تیر ستون لنگش و مقاومت این خمش طراحی در خمش حول محورهای قوی و ضعیف به صورت زیر است:

$$M_{cx} = 40.37 \text{ ton.m}, \quad M_{cy} = 18.11 \text{ ton.m}$$

Subject:

Year:

Month:

Date: ()

* تعیین مقاومت فشاری طراحی P_c بر اساس گمانشگی بخش و بخش انجام می شود:

$$K_x = K_y = 1.0$$

$$\lambda_x = \frac{K_x L}{r_x} = \frac{1 \times 400}{13} = 30.77$$

$$\lambda_y = \frac{K_y L}{r_y} = \frac{1 \times 400}{7.51} = 53.26$$

$$\lambda = \max(\lambda_x, \lambda_y) = 53.26$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^4}{53.26^2} = 3150.15 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{2 \times 10^4}{2(1+0.3)} = 7692.31 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_z = K_{\text{flexural buckling}} = 1.0$$

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + G \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 \times 2 \times 10^4 \times 1488000}{(1 \times 400)^2} + 7692.31 \times 119 \right] \times \frac{1}{25170 + 1590} = 9985.18 \text{ Kg/cm}^2$$

* چون F_e در راستای محور z گمانشگی بخش بر روی F_e است، گمانشگی بخش بر روی z است.
 بر اساس معیار گمانشگی بخش در راستای z .

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{2400}{3150.15} = 0.76 < 1.25$$

$$F_{cr} = \left[0.451 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y = \left[0.451 \frac{2400}{3150.15} \right] \times 2400 = 1444.1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_n = A_g F_{cr} = 149 \times 1444.1 = 215170.2 \text{ Kg} = 215.17 \text{ ton}$$

$$P_c = \phi_c P_n = 0.9 \times 215170.2 \times 10^3 = 193653.2 \text{ Kg} = 193.65 \text{ ton}$$

$$\frac{P_r}{P_c} = \frac{V_o}{193653.2} = 0.13 > 0.1 \rightarrow \frac{P_r}{P_c} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) < 1.0$$

$$\rightarrow \frac{V_o}{193653.2} + \frac{1}{9} \left(\frac{14.17}{10.37} + \frac{11.74 Q_u}{11.11} \right) < 1.0$$

$$\rightarrow Q_u < 1.47 \text{ ton}$$

0.0000

204

$$\frac{P_u}{P_{cy}} \left(1.0 - 0.5 \frac{P_u}{P_{cy}} \right) + \left(\frac{M_{ux}}{C_b M_{cx}} \right)^2 \leq 1.0, \quad P_{cy} = \phi_c P_{ny}, \quad \phi_c = 0.9$$

در رابطه فوق M_{ux} گزینش ضعیف‌تر است که بایستی بر اساس تحلیل مرتبه دوم بدست آید.
در این حالت به جای P_{ny} از P_{ny} استفاده می‌شود که مقاومت فشاری این عضو بر اساس گزینش خارج از صفحه
گزینش می‌باشد و بر اساس λ_y محاسبه می‌شود. در رابطه فوق M_{cx} برابر است با $\phi_b M_{nx}$ که M_{nx} مقاومت
گزینش این بر اساس گزینش بخش جانبی است که باید مقرر کرد. C_b برابر واحد بایستی محاسبه شود. ممکن است
حاصل $C_b M_{px}$ از $\phi_b M_{px}$ بزرگتر شود که ایرادی ندارد و این نامه این مسئله را پذیرفته است.

❑ در مثال قبلی از نوع کنترل تیر ستون بود و در واقع نیم رخ مورد نظر مشخص بود و مسئله‌ای مابین بارهای قابل تحمل
تیر ستون بود. در مسائل طراحی ابعاد نیم رخ مورد نظر از ابتدای مسئله مشخص نیست و به همین دلیل باید بر اساس یک
حدس مناسب، شماره نیم رخ را تعیین کنیم و سپس برای نیم رخ حدس زده شده، ظرفیت آن را کنترل کنیم.

برای تیر ستون که که هم زمان تحت اثر نیروی محوری و گزینش در دو جهت هستند، راه حل مناسب این است که با
ترمیمی کلیه بارگذاری وارده را به یک نیروی معادل تبدیل کنیم و طراحی را برای آن نیروی معادل انجام دهیم.
با فرض مابین توجه بول نیروی محوری تیر ستون $(\frac{P_u}{P_c} \geq 0.2)$ داریم:

$$\frac{P_u}{P_c} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \rightarrow \frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0$$

$$\xrightarrow{\text{ضرب در طرف}} \quad \xrightarrow{\text{رابطه } P_c = \phi_c P_n} \quad P_u + \frac{1}{9} \left(\frac{\phi_c P_n}{\phi_b M_{nx}} \right) M_{ux} + \frac{1}{9} \left(\frac{\phi_c P_n}{\phi_b M_{ny}} \right) M_{uy} = \phi_c P_n = (P_u)_{eq}$$

$$\text{حدس اولیه: } M_{nx} = M_{px} = Z_x F_y, \quad M_{ny} = M_{py} = Z_y F_y, \quad \frac{P_c}{n} = A_g F_{cr}$$

$$\rightarrow (P_u)_{eq} = P_u + \left(\frac{1 \phi_c F_{cr}}{9 \phi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_x} \right) M_{ux} + \left(\frac{1 \phi_c F_{cr}}{9 \phi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_y} \right) M_{uy}$$

در مثال قبلی از نوع کنترل تیر ستون بود، در واقع تیر خم در محور نظر مشخص بود، مسئله ما تکیه بارهای قابل تحمل تیر ستون بود. در مسائل طراحی اجزاء تیر خم مورد نظر از ابتدای مسئله مشخص نیست، به همین دلیل باید بر اساس یک حدس مناسب شماره تیر را تعیین کنیم، سپس برای تیر خم حاصل زده شده طراحی آن را کنترل کنیم.

برای تیر ستون ها به هم زمان تحت اثر نیروی محوری، شرفشی در دو جهت هستند و ابعاد مناسب این است که با شرفشی کلیه بارگذاری های وارده به تیر نیروی حاصل تبدیل کنیم و طراحی را برای آن تیر محاسبه انجام دهیم.

با فرض قابل توجه بودن نیروی محوری تیر ستون $(\frac{P_r}{P_c} > 0.1)$ داریم:

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1 \rightarrow \frac{P_r}{\phi_c P_n} + \frac{1}{9} \left(\frac{M_{rx}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{ry}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1$$

فرض ۲ مطلب $\frac{P_r}{P_c} = \phi_c P_n$ در $\rightarrow P_r + \frac{1}{9} \left(\frac{\phi_c P_n}{\phi_b M_{nx}} \right) M_{rx} + \frac{1}{9} \left(\frac{\phi_c P_n}{\phi_b M_{ny}} \right) M_{ry} = \phi_c P_n = (P_r)_{eq}$

ملاحظات: $M_{nx} = M_{px} = Z_x F_y$ و $M_{ny} = M_{py} = Z_y F_y$

$$P_n = A_g F_c$$

$$\rightarrow (P_r)_{eq} = P_r + \left(\frac{1 \phi_c F_c}{9 \phi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_x} \right) M_{rx}$$

$$+ \left(\frac{1 \phi_c F_c}{9 \phi_b F_y} \right) \left(\frac{A_g}{Z_y} \right) M_{ry}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

برای حدس اولیه و به عنوان یک مقدار متوسط، می توان حاصل عبارت $\frac{1\Phi_c F_{cr}}{9\Phi_b F_y}$ را عدد ۰.۷ در نظر گرفت. هم چنین نسبت $\frac{A_g}{Z_x}$ را به طور متوسط برابر ۱۶ در واحد متر، می توان لحاظ کرد.

نسبت $\frac{A_g}{Z_y}$ را برای سیم رخ های IPE به طور متوسط می توان برابر ۴۵ در واحد متر برای سیم رخ های IPB، برابر ۲۰ در واحد متر در نظر گرفت. به این ترتیب می توان یک سیم رخ منتهی معادل برای حدس سیم رخ به دست آورد.

$$IPE: (P_r)_{eq} = P_r + 0.7 \times 18 \times M_{rx} + 0.7 \times 45 \times M_{ry} \rightarrow$$

$$* (P_r)_{eq} = P_r + 5.6 M_{rx} + 31.5 M_{ry} *$$

$$IPB: (P_r)_{eq} = P_r + 0.7 \times 18 \times M_{rx} + 0.7 \times 20 \times M_{ry} \rightarrow$$

$$* (P_r)_{eq} = P_r + 5.6 M_{rx} + 14 M_{ry} *$$

با حدس تنش اسمی فشاری که معمولاً بین $0.4F_y$ تا $0.8F_y$ فرض می شود، شماره سیم رخ مناسب را به دست می آوریم.

پانزده به روابط فوق دیده می شود که ضریب M_{uy} در پرانتز برای IPE، خیلی بزرگتر از ضریب مربوط در پرانتز برای IPB است که دلیل آن، ضعف شدید پرانتز برای IPE برای غشش حول محور ضعیف آن می باشد.

مسئله دیگر در استفاده از رابطه فوق این است که چون نسبت های مورد استفاده برای $\frac{A_g}{Z_x}$ و $\frac{A_g}{Z_y}$ بر حسب متر بود، حتماً بایستی اگر لنگرهای غشش صورت سؤال بر حسب $kg.cm$ یا $ton.cm$ باشند، اولاً به $kg.m$ یا $ton.m$ واحد آن تغییر یابد و سپس در روابط استفاده شود.

$$IPB 240: A = 200 \text{ cm}^2, Z_x = 1053 \text{ cm}^3$$

$$\frac{A}{Z_x} = \frac{200}{1053} = 0.189 \frac{1}{cm} = \frac{0.189}{1/100 \text{ m}} = 18.9$$

* اگر طول تیر استون ۳ م باشد
انتخاب $18F_y$ منطقی است، اگر

طول تیر استون ۶ م یا بلندتر باشد انتخاب $9F_y$ منطقی خواهد بود

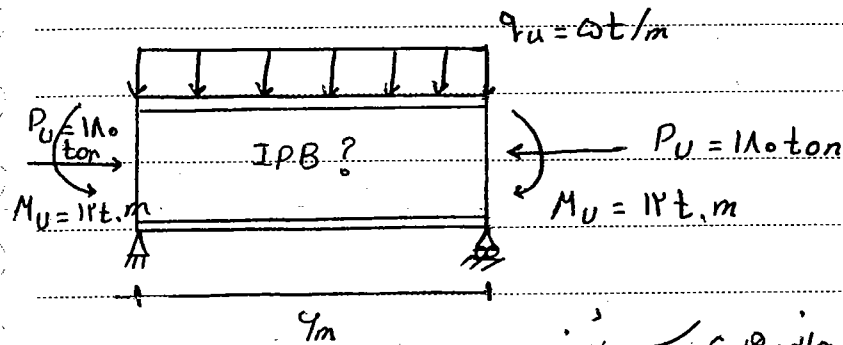
Subject:

Year:

Month:

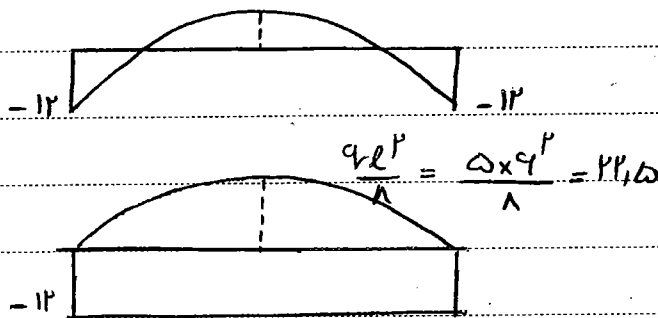
Date: ()

(Ex) با فرض اینکه تغییر ستون مشارک غیر فاعده یکدکله ای جانبی در طول خود باشد، آن را از شیخ IPB طراحی کنید.



تذکر: همیشه یکدکله ای سازه برای آن یکدکله ای جانبی هم محاسبه می شوند.

$$22,5 - 12 = 10,5 \text{ t.m}$$



$$(P_u)_{eq} = P_u + \omega,4 M_{ux} + 12 M_{uy} \quad \leftarrow \text{طراحی از برش، IPB}$$

$$P_u = 110 \text{ ton}, M_{ux} = 12 \text{ t.m}, M_{uy} = 0 \rightarrow$$

$$(P_u)_{eq} = 110 + 0,4 \times 12 = 247,2 \text{ ton}$$

* با فرض $F_{cr} = 0,75 F_y$ بار فاعده

$$(P_u)_{eq} = 247,2 \times 10^3 \text{ Kg} < \phi_c A_g F_{cr} = 0,9 A_g \times 0,75 \times 2400 \rightarrow A_g > 152,4 \text{ cm}^2$$

$$\text{IPB } 200 \text{ : } A_g = 191 \text{ cm}^2, I_x = 30820 \text{ cm}^4, I_y = 9240 \text{ cm}^4,$$

$$S_x = 1936 \text{ cm}^3, S_y = 914 \text{ cm}^3, r_x = 13,1 \text{ cm}, r_y = 7,15 \text{ cm},$$

$$t_f = 10,5 \text{ cm}, t_w = 1,15 \text{ cm}, b_f = 10 \text{ cm}, d = 32 \text{ cm}, Z_x = 2149 \text{ cm}^3$$

$$C_w = 1649000 \text{ cm}^6, J = I_T = 224 \text{ cm}^4, h_o = 32 - 10,5 = 21,5 \text{ cm}$$

* در مقایسه تیر ستون برای اعمال کنترل‌های نسبت فشرستگی با مقایسه جدول صفحات ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، دیده می‌شود که در تیرها محدودیت نسبت فشرستگی بال مقطع نسبت به ستون‌ها بیشتر است و برعکس در ستون‌ها محدودیت نسبت فشرستگی جال مقطع نسبت به تیرها بیشتر است.

* با توجه به اینکه در انتهای تیر ستون برای تیر ستون‌های که در معرض بار جانبی در سطح دراز قرار دارند، آن‌ها در صحنه‌ی غش قرار دارند، می‌توان ضریب C_m را به طور محافظه کارانه برابر ۱ فرض نمود.

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 EI_x}{(KL_x)^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^4 \times 30120}{(1 \times 900)^2} = 141995,4 \text{ Kg} \approx 1490 \text{ ton}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{\alpha P_r}{P_{e1}}} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_{e1}}} = \frac{1}{1 - \frac{180}{1490}} = 1,119$$

* با توجه به اینکه در انتهای تیر ستون نسبت به بدنه‌ی جابجایی نمی‌دارند، ضریب $B_2 = 0$ است.

$$M_{ux} = B_1 M'_{ux} = 1,119 \times 10,8 = 11,78 \text{ ton.m} \approx 12 \text{ ton.m}$$

* با توجه به کاملاً فوق طالعی تیر ستون بر اساس نیروی فشاری انجام می‌شود.

* هر چند پروفیل کمی فشرده شده می‌باشند ولی با این حال فشرگی پروفیل انتخاب شده را در ادامه چک می‌کنیم.

تذکره: فشرگی تیر ستون را بر اساس نسبت فشرگی ارائه شده برای تیر که کنترل می‌شود و فشرگی جان تیر ستون‌ها بر اساس فشرگی ارائه شده برای ستون‌ها کنترل می‌شود.

- کنترل فشرگی مقطع:

$$\lambda_f = \frac{b}{t_f} = \frac{30}{2 \times 21,05} = 7,12 < \lambda_{pf} = 0,31 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$= 0,31 \sqrt{\frac{2 \times 10^4}{2400}} = 10,97 \checkmark \text{ OK}$$

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = \frac{22,5}{1,15} = 19,56 < \lambda_{pw} = 1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1,49 \sqrt{\frac{2 \times 10^4}{2400}}$$

$$= 43,01 \checkmark \text{ OK}$$

Subject: _____

Date _____

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 400}{13.1} = 30.53$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 400}{11.25} = 35.56$$

$$\lambda_{max} = \max(\lambda_x, \lambda_y) = \max(30.53, 35.56) = 35.56$$

$$(F_c) = \frac{\pi^2 E}{\lambda_{max}^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^4}{35.56^2} = 3142.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_w = 1049000 \text{ cm}^4 = 1.049 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{2 \times 10^4}{2(1+0.15)} = 86956 \text{ kg/cm}^2$$

$$(F_c) = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(k_y L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} = \left[\frac{\pi^2 \times 2 \times 10^4 \times 1.049 \times 10^6}{(1 \times 400)^2} + 86956 \times 10000 \right] \times \frac{1}{10000 + 10000} \rightarrow$$

$$F_c = 11111.1 \text{ kg/cm}^2$$

باتوجه به مقادیر F_e کائس های خشی، بدجستی دیو میسور و کائس خشی اول محو
ضعیف ترین شده ظرفیت فشاری ترستون است:

$$F_e = 3142,1 \text{ kg/cm}^2, \quad \frac{F_y}{F_e} = \frac{2800}{3142,1} = 0,174 < 0,2$$

$$F_{cr} = \left[0,4 \omega \Lambda \frac{F_y}{F_e} \right] \times F_y = \left[0,4 \omega \Lambda^{0,174} \right] \times 2800 = 1444 \text{ kg/cm}^2$$

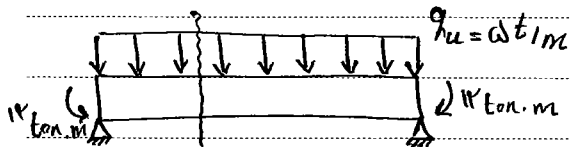
$$P_c = \phi_c P_n = \phi_c A_g F_{cr} = 0,9 \times 141 \times 1444 = 25299 \omega, 4 \text{ kg}$$

$$P_c = 253 \text{ ton}$$

$$\frac{P_r}{P_c} = \frac{P_u}{P_c} = \frac{180}{253} = 0,171 > 0,12 \Rightarrow \text{بنابر این برای پروتیل انتخاب شده
نیردی دهی بزرگ است}$$

* برای محاسبه ضریب C_b نیاز به ضرایب در کائس و از کائس اول و دوم M_{min} و M_{max} محاسبه شود

$$M_{min} = 18 \omega - \frac{\omega \pi^2}{4} = 12$$



$$\begin{cases} M_A = M (n=0,25 \times 4) = 4,18 \omega \text{ t.m} \\ M_B = M (n=0,5 \times 4) = 10,18 \omega \text{ t.m} \\ M_C = M (n=0,75 \times 4) = 14,18 \omega \text{ t.m} \\ M_{max} = 12 \text{ t.m} \end{cases}$$

$$M_C = M_A \leftarrow (\text{به دلیل فاصله مساوی})$$

$$C_b = \frac{12 \omega M_{max}}{12 \omega M_{max} + 4 M_A + 4 M_B + M_C} = \frac{12 \omega \times 12}{12 \omega \times 12 + 4 \times 4,18 \omega + 4 \times 10,18 \omega} = 1,41$$

$$C_b = \frac{12 \omega}{10,18 \omega} = 1,41 \quad \text{باتوجه به حالت II جدول (در Max در سرتاق)}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$L_b = 600 \rightarrow L_p < L_b < L_r \rightarrow$$

باتوجه به استال $L_r =$

$$M_{nx} = C_b [M_p - (M_p - 0.17 F_y S_x) \times \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}]$$

$$M_{nx} = 1.41 [51.58 \times 10^5 - (51.58 \times 10^5 - 0.17 \times 2800 \times 1930) \times \frac{600 - 384.7}{1800.18 - 384.7}] = 720.749 \text{ kg.cm}$$

$$\rightarrow M_{nx} = 72.1 \text{ ton.m} > M_{px} = Z_x F_y = 2149 \times 2800 = 5157600 \text{ kg.cm} = 51.58 \text{ t.m}$$

$$M_{px} = M_{px} = 51.58 \text{ t.m} \quad M_{cx} = \phi_b M_{nx} = 0.9 \times 51.58 = 46.42 \text{ t.m}$$

کنترل برش تیرستون

باتوجه به بارگذاری روی تیرستون حداکثر نیروی برشی ضعیف‌تر برابر ۱۵ ton خواهد بود که در تیرستون ایجاب می‌شود در ادامه لغایت مقطع را برای این برش کنترل می‌کنیم.

استال
h - 2c

$$\frac{h}{t_w} = \frac{d - 2K}{t_w} = \frac{22.5}{1.15} = 19.56 < 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2.24 \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2400}} = 94.97 \rightarrow C_v = 1.0$$

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v = 0.6 \times 2400 \times (22 \times 1.15) \times 1 = 52992 \text{ kg} = 52.992 \text{ ton}$$

$$V_u = 15 \text{ ton} < \phi_v V_n = 1 \times 52.992 = 52.992 \text{ ton}$$

* یادآوری شود که ضعیف‌ترین مقاومت ϕ_v برای مقاطع I شکل مورد شده و وقتی برش موازی جان‌ب است برابر است.

کنترل خیز

با فرض اینکه در این تیرستون بار زنده نصف بار مرده باشد داریم:

$$q_L = \frac{1}{2} q_D, \quad q_u = 1.2 q_D + 1.6 q_L = 1.2 q_D + 1.6 \times \frac{1}{2} q_D = 2 q_D \rightarrow$$

$$q_D = 0.5 q_u = 0.5 \times 5 = 2.5 \text{ ton/m} = 250 \text{ kg/cm}$$

$$q_L = \frac{1}{2} q_D = 0.25 q_u = 0.25 \times 5 = 1.25 \text{ ton/m} = 125 \text{ kg/cm}$$

Subject:

Year:

Month:

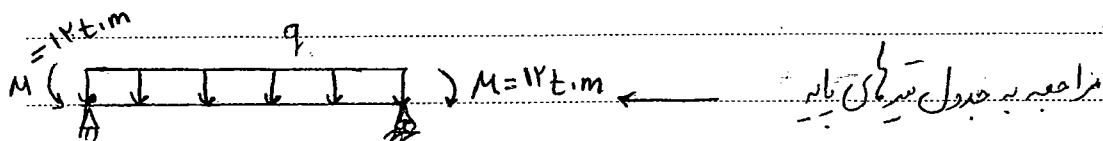
Date:

()

به طور مشابه برای گسترگی خمشی ناشی از بارهای مرده و زنده داریم:

$$M_D = 0.5 M_u = 0.5 \times 12 = 6 \text{ t.m} = 6 \times 10^5 \text{ kg.cm}$$

$$M_L = 0.25 \times 12 = 3 \text{ t.m} = 3 \times 10^5 \text{ kg.cm}$$



$$\Delta_D = \frac{\omega q_D L^4}{384 EI} - \frac{M_D L^2}{8 EI} = \frac{0.5 \times 25 \times 900^4}{384 \times 2 \times 10^4 \times 30820} - \frac{6 \times 10^5 \times 900^2}{8 \times 2 \times 10^4 \times 30820} = 0.25 \text{ cm}$$

با توجه به اینکه مقدار بارهای گسترگی بار زنده نصف مقدار متناظر آن از بار مرده است، نتیجه می شود که تغییر ممان ناشی از بار زنده، نصف مقدار فوق و برابر 0.125 cm باشد. در ادامه مقادیر چند کاسه شده را با مقدار گسترگی مجاز آنجاست که کنترل می کنیم

$$\Delta_L = 0.125 \text{ cm} < \frac{L}{390} = \frac{900}{390} = 2.31 \text{ cm} \quad \checkmark \quad \text{OK}$$

$$\Delta_D + L = 0.25 + 0.125 = 0.375 \text{ cm} < \frac{L}{240} = \frac{900}{240} = 3.75 \text{ cm} \quad \checkmark \quad \text{OK}$$

کنترل
کنترل اجزای فواصل طبیعی تیر است که بر اساس رابطه ارائه شده در صفحه ۲۴۶ می باشد. هم، فواصل طبیعی تیر باید بزرگتر از 5 Hz شود و در غیر اینصورت باید با افزودن غده تیر (اتریش I) و یا کاهش فاصله تیرهای فرعی (کاسه بار مرده q_D) این ضابطه را تأمین کرد.

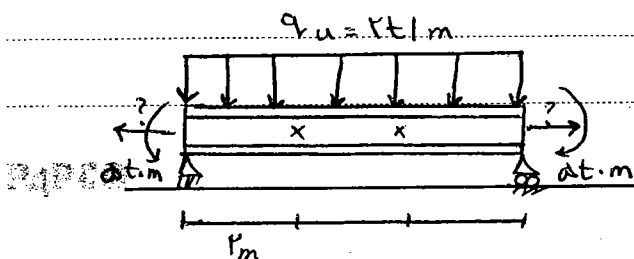
$$\Delta = \frac{\omega q_D L^4}{384 EI} = \frac{0.5 \times 25 \times 900^4}{384 \times 2 \times 10^4 \times 30820} = 0.148 \text{ cm}$$

$$f = 0.118 \sqrt{\frac{g}{\Delta}} \rightarrow f = 0.118 \sqrt{\frac{981}{0.148}} = 4.1 \text{ Hz}$$

تعیین ۱- حداکثر نیروی کششی و فشاری غیر نیلای که می تواند بصورت محمول بر تیر وارد شود، چه مقدار است؟ طبقه بندی

جانبی در فواصل با قدری واقع شده است. پروفیل IPE 300

$$E = 2 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2, \quad F_y = 2400 \text{ kg/cm}$$

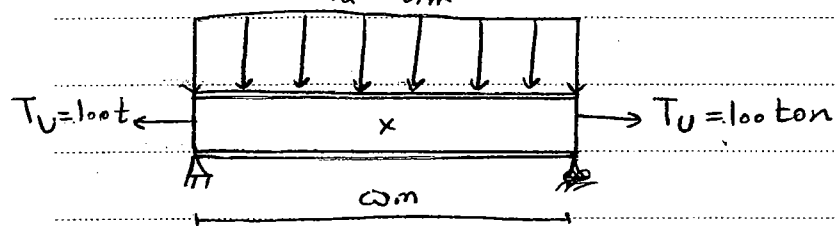


Subject:

Year: Month: Date: ()

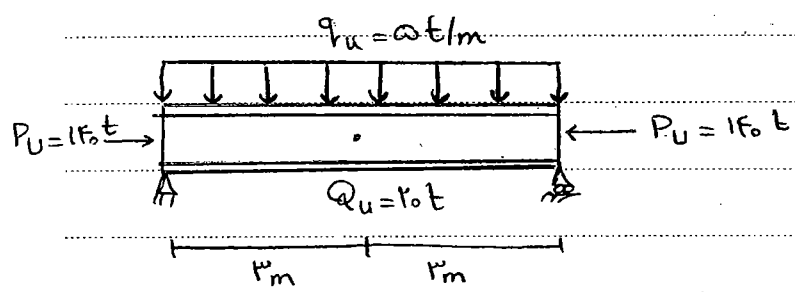
تمرین ۲

تیر فولاد زیر بار ایستای از پروفیل IPE طراحی کنید و سپس فرض کنید که تیر یک ضربه ۱۰۰ ton به صورت مسای می باشد
و مجدداً آن را طراحی کنید. تیر فولاد در دو انتا توسط آن تکیه گاه جانبی می باشد.
 $E = 2 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$, $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
 $q_u = 2 \text{ t/m}$



تمرین ۳ [تیر فولاد زیر بار حرکتی بار گسترده ۵ t/m و هم چنین بار جانبی متمرکز ۲۰ t در وسط آن می باشد. از پروفیل IPB طراحی کنید. تیر فولاد تکیه گاه جانبی در طول آن می باشد.

$E = 2 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$, $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$



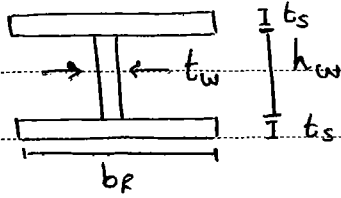
Subject:

Year:

Month:

Date:

()



$$S_x = \frac{I_x}{C} = \frac{I_x}{\frac{h_w}{r} + t_f}$$

Result

$$S_y = \frac{I_y}{C_r} = \frac{I_y}{b_f/r}$$

$$I_x = \frac{1}{12} [b_f (h_w + 2t_f)^3 - (b_f - t_w) h_w^3]$$

$$I_y = \frac{1}{12} [2t_f b_f^3 + h_w t_w^3] \quad A = 2b_f t_f + h_w t_w$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$J = \sum \frac{1}{12} l_i t_i^3 = 2 \times \frac{1}{12} b_f t_f^3 + \frac{1}{12} h_w t_w^3$$

$$Z_x = \frac{t_w h_w^2}{4} + b_f t_f (h_w + t_f) \quad Z_y = 2t_f \left[\frac{b_f^2}{4} + h_w \frac{t_w^2}{4} \right]$$

$$h_o = h_w + \frac{t_f}{r} + \frac{t_f}{r} = h_w + t_f$$

$$\lambda_f = \frac{b_f - t_w}{2t_f} \ll \lambda_{pf} = 0.11 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} \ll \lambda_{pw} = 1.1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

« تیرهای کامپوزیت »

اعضای غنشی با مقطع تخت (صفحات ۱۴۳ تا ۱۸۴ آیین نامه)

مطابق بحث دهم مقررات ملی ساختمان اعضای غنشی با مقطع تخت به سه گروه زیر طبقه بندی می شوند:

الف) اعضای غنشی با مقطع فولادی و دال بتنی متصلی بران به همراه رشتگیر



ب) اعضای غنشی با مقطع تخت و سازه بتنی



پ) اعضای غنشی با مقطع تخت پر شده با بتن (محیط بتنی)

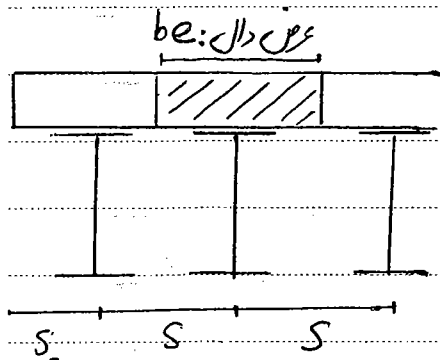
عرض مؤثر و حداقل ضخامت دال بتنی

مطابق بحث دهم مقررات ملی ساختمان، عرض مؤثر دال بتنی که در هر طرف تیر یا آن به صورت تخت عمل می نماید، نباید از کوچکترین مقدار زیر بزرگتر باشد:

۱) یک هشتم دهانه تیر (مركز تا مركز گاه های تیر)

۲) نصف فاصله محور تیر تا محور تیر مجاور

۳) فاصله محور تیر تا لبه دال ← برای تیرهای کناری موضوعیت دارد.



$$be_r = \min \left(\frac{L}{8}, \frac{S}{2} \right)$$

$$be = \min \left(\frac{L}{4}, S \right)$$

توضیح: حداقل ضخامت دال بتنی ۱۵ میلی متر مقرر گردید.
(معمولاً از ۱۵۰ میلی متر بیشتر نمی شود.)

مقاومت در چین اجرا

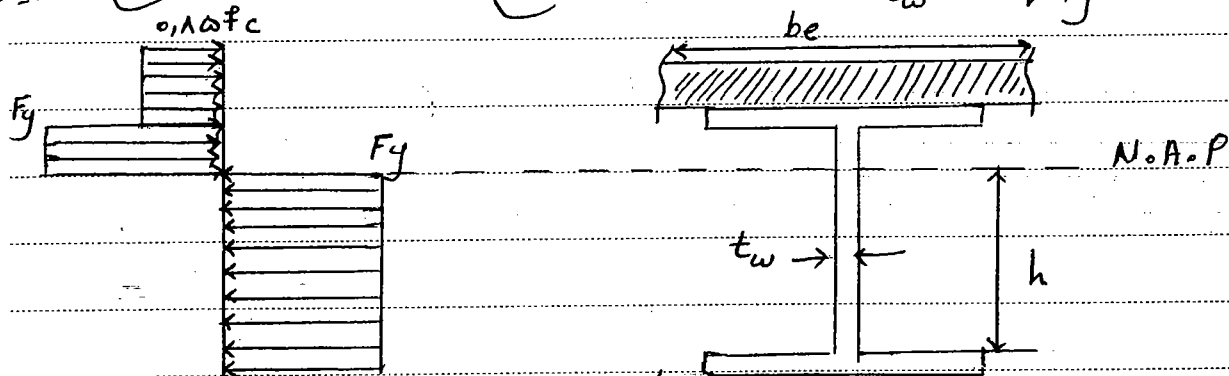
مطابق بحث دهم مقررات ملی ساختمان، در صورتی که در اعضای خمشی مقطع متخلخل، در هنگام بتن ریزی دال بتنی از پایه‌ی موقت در زیر بتن فولادی استفاده نشود، عنصر فولادی تا قبل از رسیدن بتن به ۷۵٪ مقاومت مشخصه f_c ، باید به تنهایی دارای مقاومت کافی برای تحمل وزن خود، وزن بتن و بارهای حین اجرا (ظرف بار ناشی از قالب بندی) باشد.

مقاومت خمشی مقاطع مختلف دارای برشکشیه

الف) مقاومت خمشی مثبت

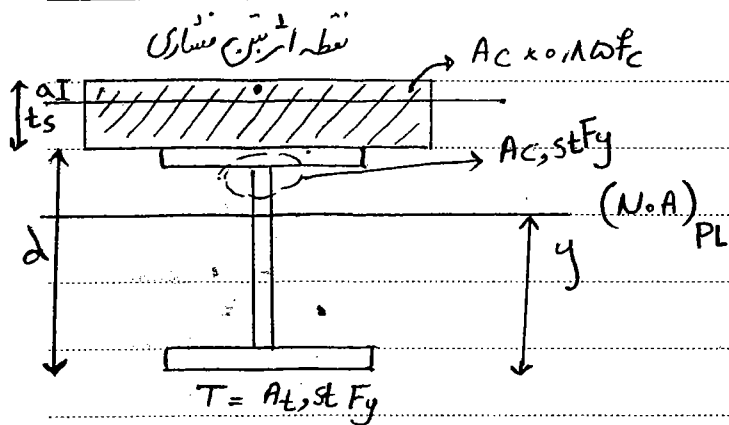
مقاومت خمشی مثبت طراحی مساوی M_n می باشد که در آن ϕ_b ضریب کاهش مقاومت برابر ۰.۹ و M_n مقاومت خمشی مثبت اسمی می باشد که باید بر اساس حالت حدی تسلیم به شیخ زیر تعیین شود:

(۱) در صورتی که $\frac{h}{t_w} \leq 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد، M_n باید بر اساس توزیع پلاستیک تنش برداری مقطع متخلخل تعیین شود.



«توزیع پلاستیک تنش در مقطع مختلف»

نکته: برای مقاطع توخالی فولادی که به وسیله بتن پر شده اند، به خاطر محصور بودن بتن از تنش f_c ۰.۹۵ به جای $0.85f_c$ می توان استفاده کرد.
معدل لغزش بتن $f_r = 0.4 \sqrt{f_c}$ است. ولی در کتاب ملی بتن، بتن زیر خمیر خمشی را دیگر حساب نمی کنند.



$$A_s F_y = b_e \times a \times 0.85 f_c$$

$$\Rightarrow a = \frac{A_s F_y}{b_e \times 0.85 f_c} < t_s$$

a : ضخمتی از دال فشاری بتن که با پرچین b_e می‌کند.

$$\phi M_n = \phi A_s F_y (d_p + t_s - a/2)$$

$$a/2 \leq \boxed{1} a$$

کل فاصله نیروی کشش تا بالای دال باید $a/2$ کم‌تر از نقطه اثر بتن که دارد کاری کند، در وسط آن است.

۱۲) در موردی که $\frac{h}{t_w} > 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد، M_n باید بر اساس روی هم گذاری تنش های الاستیک با فرض مقطع تبدیل یافته و با در نظر گرفتن t_w اثر پایداری صورت گیرد. برای حالت حدی تسلیم در تارهای انتهایی مقطع نقاط (M_y) تعیین گردد. به عبارت دیگر:

$$M_n = \min(M_{n1}, M_{n2})$$

توجه: اگر جان لاغ باشد، به علت وجود خطر کمانش، اجرا حتماً باید با تنج بندی صورت گیرد.

← در روابط فوق: M_{n1} گنجش نظیر تنش F_y در در ترین تار فولادی مقطع تبدیل یافته

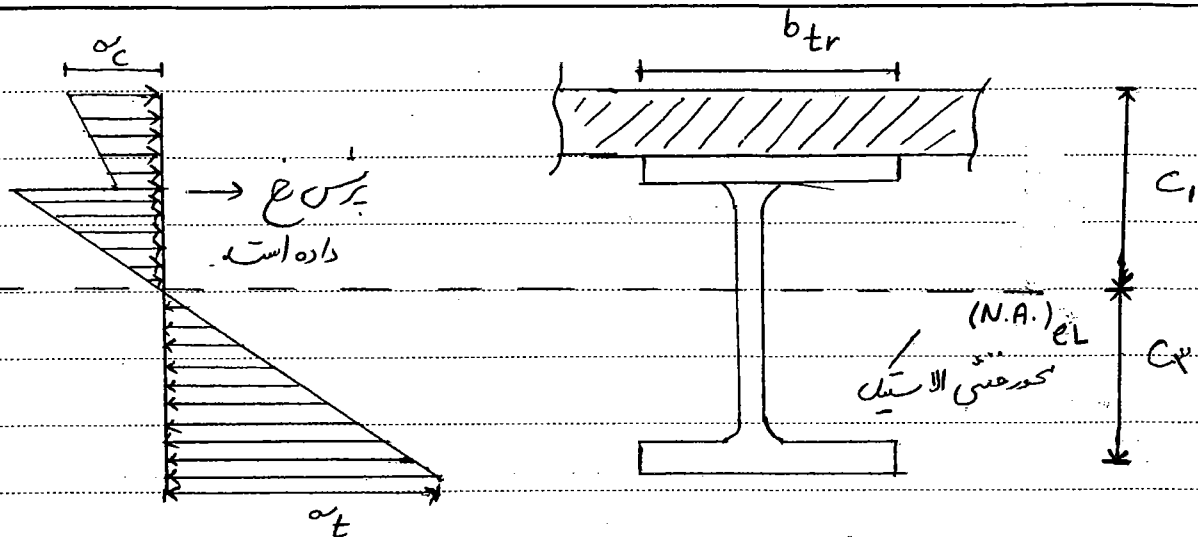
M_{n2} گنجش نظیر تنش F_c در در ترین تار دال بتنی در مقطع تبدیل یافته

F_y تنش تسلیم فولاد

F_c مقاومت فشاری مشخصه نمونه ای استوانه ای بتن

t_w ضخامت جان تبدیل فولادی

h فاصله بین شروع گردی λ جان به جان برای نیم رخ های نور شده و فاصله آزاد بین دو جان برای مقاطع فولادی ساخته شده از ورق.



« توزیع الاستیک تنش در مقطع تحت تبدیل یافته »

$$b_{tr} = \frac{b_e}{n}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

مولاد : $(\sigma_{max})_{st} = \frac{M C_2}{I_{tr}} = F_y \Rightarrow M_1 = \frac{I_{tr}}{C_2} F_y$

تنش : $(\sigma_{max})_c = \frac{M C_1}{I_{tr}} \times \frac{1}{n} = 0.17 F_c \Rightarrow M_2 = \frac{I_{tr}}{C_1} \times n \times 0.17 F_c$

$$\Rightarrow M_n = \min(M_1, M_2)$$

ب) مقاومت خمشی متغی

مقاومت خمشی متغی طراحی مساوی $\phi_b M_n$ می باشد که در آن ϕ_b ضریب کاهش مقاومت برابر 0.9 و M_n مقاومت خمشی متغی اسمی می باشد که باید بر اساس مقطع فولادی تعیین شود. به عنوان روش هاگنزیل و مقاومت خمشی متغی اسمی را می توان بر اساس توزیع پلاستیک تنش بر روی مقطع تحت تبدیل با منظور کردن اثر آرماتورهای طولی تعیین نمود، بشرط این که:

(۱) مقطع فولادی شده و دارای اتکالی جانبی کافی باشد.

(۲) در ناحیه لنگر متغی، دال بتنی به لنگ برشگیرهای کافی به سید فولادی متصل شده باشد.

(۳) در محوره عرض مؤثر دال بتنی، آرماتورهای موازی با محور سید به طور کامل الزامات مربوط به چسبندگی

و طول مهار را مطابق بجهت خم، مقوات ملی ساخته آن برآورده نمایند.

① توانی لنگر خمشی مثبت

۱) مقاومت برش افقی مورد نیاز:

برای محاسبه تکیه گاه، برش افقی مورد نیاز باید به شرح زیر برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت لایه‌های خرد شدگی بتن و تسلیم کشش مقطع فولادی در نظر گرفته شود. (در حالت $limit\ state$ گفته Min را به حساب می‌آوریم).

$$A_c = b \times t_s$$

$$V_{hu} = 0.185 f_c A_c$$

• خرد شدگی بتن

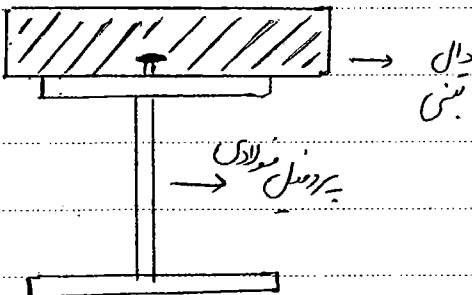
$$V_{hu} = F_y A_s$$

• تسلیم کشش مقطع فولادی

← در روابط فوق:

f_c	مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن
A_c	سطح مقطع دال بتن در محدوده عرض مورد
A_s	مساحت مقطع فولادی
F_y	تنش تسلیم فولاد مقطع فولادی

مفسر: در رابطه‌ی بیان شده برای V_{hu} :



فرض اول: تمام فولاد جاری شده و برشگیر می‌خواهد نیروی تسلیم ناشی از آن را به بتن منتقل کند.

فرض دوم: تمام آسج خرد شده و برشگیر می‌خواهد نیروی ناشی از آن را منتقل کند.

$$\min (A_s f_y \text{ و } A_c \times 0.185 f_c) : \text{نیروی که برشگیر تحمل می‌کند}$$

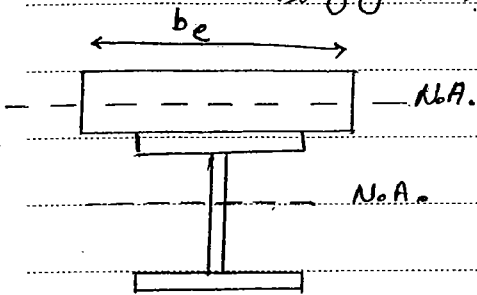
Subject:

Year.

Month.

Date. ()

توجه: اگر برشگیر نداشته باشیم، پیرامون فولادکام و دال بتنی می‌توانیم دو به طور جداگانه عمل می‌کنیم.



(۲) مقاومت برش افقی اسمی:

مقاومت برش افقی اسمی اعضای با مقطع تخت مثل دال بتنی و دارای برشگیر باید مطابق رابطه زیر براساس مقاومت برشی برشگیرها تعیین گردد:

$$V_{hn} = \sum Q_n$$

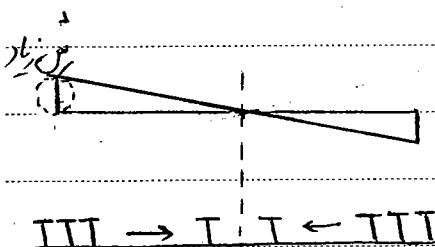
← که در آن:

$\sum Q_n$ مجموع مقاومت برای برش اسمی برشگیر در حد فاصل نقاط لنگر خنثی مثبت حدالشر و لنگر منفی است.

(۳) تعداد ماهده و مشخصات برشگیر باستانی از طریق برزراک رابطه زیر و بدون احتساب ضعیف کاهش مقاومت تعیین گردد. ($\phi = 1$)

$$V_{hn} \geq V_{hu}$$

توجه: اگر نخواهیم برشگیر را بر مبنای شوری قرار دهیم باید در مجاورت تکیه‌گاه به صورت متوالی قرار گیرند و هر چه به وسط تیر نزدیک شویم، باز تر شوند. ولی در واقعیت فواصل آن یکسان است.



(۲) نحوه لنگر خنثی منفی

(۱) مقاومت برش افقی مورد نیاز:

در تیرهای پیوسته که در آن میلگردهای طولی در نواحی کنتر غشش متنی به صورت منقطع با مقطع فولادی عمل می کنند، برای عملکرد منقطع کامل، مقاومت برشی افقی مورد نیاز باید بر اساس حالت حدی تسلیم آرماتورهای طولی از رابطه زیر تعیین گردد:

$$V_{hu} = F_{yr} A_{sr}$$

← که در آن:

A_{sr} سطح مقطع میلگردهای طولی واقع در عرض مورد بررسی تیرچه داخلی
 F_{yr} تنش تسلیم آرماتورهای طولی

(۲) مقاومت برشی افقی است:

مقاومت برشی افقی است اعضای با مقطع منقطع متنی بر دال تنی و دارای برشگیر در نواحی کنتر غشش باید مطابق رابطه زیر بر اساس مقاومت برشی برشگیر تعیین گردد:

$$V_{hn} = \sum Q_n$$

← که در آن:

$\sum Q_n$ مجموع مقاومت های برشی است برشگیر در حد فاصل نقاط کنتر غشش متنی حدالشی و کنتر صفر.

(۳) مقدار، فاصله و مشخصات برشگیر باستانی از طریق برراری رابطه زیر و بدون احتساب ضریب کاهش مقاومت تعیین گردد. ($\phi=1$)

$$V_{hn} \gg V_{hu}$$

(nominal) (ultimate)

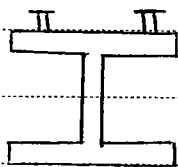
برشگیرها

← الزامات محمدمی

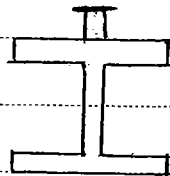
مطابق مبث دهم مقررات ملی ساختمان، برشگیرهای مورد نیاز در هر یک از طرفین نقطه کنتر حدالشیب یا متنی را می توان پس از آن نقطه دناط مجاور که دارای کنتر صفر هستند، به طور منقطع توزیع کرد. لیکن

مقدار برشگیر مورد سنج هر بار متمرکز و تدریجی نقطه دارای لنگر صفر، باید جهت حصول لنگر حد العشر مورد نیاز در نقطه اعمال بار کافی باشد.

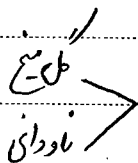
مقطع کل منفرجه از ۲.۵ برابر ضخامت فلز باید که به آن جوشی شود، تجاوز نماید، مگر اینکه سطح منفرجه در امتداد جان مقطع فولادی قرار گرفته باشد.



$D < 2.5 t_f$



صیغ شطرنج ندارد



برشگیرهای تیرهای با مقطع شطرنج

برشگیرهای باید از نوع ط-منفرجه یا ط-کلاهی که طول آن که بعد از نصب، حداقل برابر قطر شانه است، یا نوع ناودانی که گرم نورد شده باشند، برشگیرهای باید در دال‌های مدون شوند که سنگدان‌های آن که برای سنج معمولی منطبق بر الزامات محبت نیم مقررات ملی ساختمان باشد. استفاده از سایر اجزای فولادی به عنوان برشگیر تنها در صورتی مجاز است که مقاومت برشی آن که از طریق آزمایشگاه ذیصلاح تأیید شده باشد، داشته باشد.

مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع ط-منفرجه

مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع ط-منفرجه که برای فولادی متصل شده و در داخل دال بتنی قرار می‌گیرند، باید از رابطه زیر تعیین شود:

$$Q_n = 0.5 A_{sa} \sqrt{f_c E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u$$

که در آن:

A_{sa} سطح مقطع کل منفرجه (بر حسب mm^2)

Subject:

Year. Month. Date. ()

E_c مدول الاستیسیته (بر حسب MPa)
 f_c مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن (بر حسب MPa)
 F_u تنش کشش نهایی حداقل مصالح فلز منگ (بر حسب MPa)
 R_g, R_p ضرایب اصلاحی طبق جدول زیر

جدول معادیر R_g, R_p :

R_p	R_g	حالت
0.75	1	1) مقاطع مختلف بدون استفاده از ورق لای فولادی شکل داده شده
0.75	1	2) مقاطع مختلف با استفاده از ورق لای فولادی
0.75	0.85	3) مقاطع مختلف با استفاده از ورق لای فولادی
0.6	1	4) مقاطع مختلف با استفاده از ورق لای فولادی
0.6	0.85	5) مقاطع مختلف با استفاده از ورق لای فولادی
0.6	0.7	6) مقاطع مختلف با استفاده از ورق لای فولادی

* حالت متداول دیگر آن است که گنگره ها عموماً عمود بر محور فولادی باشد.

مقاومت برشی اسمی بر ششگانه‌ای از نوع ناوردانی

مقاومت برشی اسمی بر ششگانه‌ای از نوع ناوردانی که بر تال فولادی متصل شده و در داخل دال بتنی قرار می‌گیرند باید از رابطه‌ی زیر تعیین شوند:

$$Q_n = 0.3 (t_f + 0.5 t_w) L_a \sqrt{f_c E_c}$$

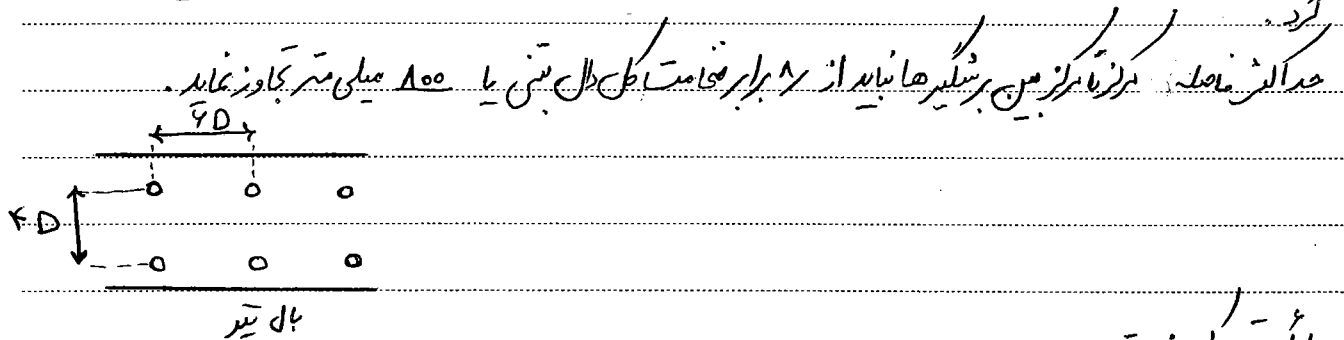
که در آن:

t_f ضخامت متوسط تال ناوردانی mm
 t_w ضخامت جال ناوردانی mm

L_a طول آزادانی mm
 f_c مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن MPa
 E_c مدول الاستیسیته بتن MPa

جزئیات بندی

به استثنای برشگیرهای نصب شده در داخل گتروی ورق‌های فولادی شل داده شده، برشگیر باید حداقل ۲۵ میلی‌متر پوشش جانبی از بتن داشته باشند. حداقل فاصله کل منحنی ماله بتن در امتداد برش افقی برای بتن‌های با عرض خاص معمولی باید ۲ میلی‌متر و برای بتن‌های سبک ۲۵ میلی‌متر باشد. حداقل فاصله رز تراکز برای برشگیرهای از نوع کل منحنی مساوی ۶ برابر قطر آن‌ها در امتداد محور طولی تیر و ۴ برابر قطر آن‌ها در امتداد محور عرضی تیر با مقطع تخت‌طی باشد، مگر در داخل گتوهای ورق‌های فولادی شل داده شده (metal deck) که حداقل فاصله رز تراکز در هر امتداد رانی تیر ۴ برابر قطر کل منحنی انتخاب کرد.



مسائل تیر کامپوزیت

مسائل مربوط به تیر کامپوزیت، دو نوع هستند: (۱) کنترل طراحی (۲)

۵. حالت اول - کنترل: در این حالت، پروفیل فولادی داده شده است و باید لغایت مجموعه برشی شود که نسبتاً حالت آسانی محسوب می‌شود. برای مسائل این حالت باید که کنترل زیر انجام پذیرد:

(۱) کنترل نفوذ فولادی تنها برای وزن خودش و بتن روان و قالب بندی (بار مرده گرده‌ها)

این حالت مربوط به زمانی است که در اجرای تیر کامپوزیت از شمع بندگی استفاده شود. و در صورت استفاده از شمع بندگی این کنترل موضوعیت ندارد.

طبق توصیه آیین نامه برای این کنترل از ضریب بار متوسط $\frac{1.4}{1.4}$ استفاده می کنیم.

$$1.4: 1.2D + 1.6L$$

↙ ↘
average

$$M_{UD1} \leq \phi_b M_p = \phi_b (Z_{\text{پروفیل}} \times F_y) \rightarrow Z_o = \frac{M_{UD1}}{\phi_b F_y}$$

۲) کنترل مجموعه شمع خ فولادی و بتن دال برای کل بارگذاری بر اساس حالت حدی تسلیم

این حالت به لاغری جان وابسته است و بسته به لاغری جان از کنترل پلاستیک یا کنترل تسلیم مقطع استفاده می شود. قابل ذکر است که این کنترل در هر دو حالت اجرا با شمع بندگی و بدون شمع بندگی الزامی است.

کل بارگذاری شامل بارهای مرده نوع ۱، بارهای مرده نوع ۲، و بارهای زنده می شود. بارهای مرده نوع ۲، بارهای مرده اضافی است که بعد از گسترش دال بتن بر آن وارد می شود. مانند فنجان کف سازی و غیره.

۵. حالت دوم - طراحی: برای مسائل این حالت باید یک پروفیل فولادی مناسب انتخاب شود. انتخاب پروفیل مناسب را در دو حالت بدون شمع بندگی و با شمع بندگی بررسی می کنیم.

قابل ذکر است که در مسائل طراحی بحث جان غیر فشرده و یا لاغری نمی تواند موضوعیت داشته باشد. چون از پروفیل های نورده شده استفاده می کنیم.

۱) انتخاب پروفیل فولادی در حالت بدون شمع بندگی

در این حالت باید پروفیل بتواند قبل از گیرش بتن وزن خودش و بتن در آن و قالب بندگی را تحمل کند.

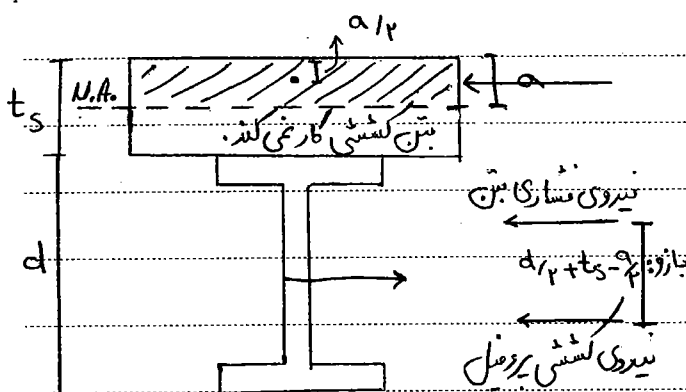
$$M_{UD1} \leq \phi_b M_p = \phi_b (Z_{\text{پروفیل}} \times F_y) \rightarrow Z_o = \frac{M_{UD1}}{\phi_b F_y} \quad (\text{مراجعه به آیین نامه})$$

↙ ↘
(Dead Load) (گروه ۱)

تذکره: رابطه فوق با این فرض نوشته شده است که تیر بدون شمع بندی با دارای یک تکیه گاه یکی جانبی باشد برای جلوگیری از پیچیده گشتاوش بخش جانبی است که در محل نیز همینطور است در غیر اینصورت تعیین پروفیل بسیار دشوار شده و از بررسی در حالت عدم تسلیم و گشتاوش بخش جانبی بردست می آید.

هم چنین مجموع عمده تیر فولادی و دال بتنی در حالت عدم تسلیم باید بتوانند لنگر ضربه بار کل (M_{UT}) را تحمل کنند. در اینصورت داریم:

$$A_s = \frac{M_{UT}}{\phi_b F_y (d/4 + t_s - a/4)}$$



$$\sum M = 0 \Rightarrow$$

$$M_{UT} = \phi_b A_s F_y (d/4 + t_s - a/4)$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_{UT}}{\phi_b F_y (d/4 + t_s - a/4)}$$

در انتخاب پروفیل با استفاده از رابطه فوق می توان از تیر a جسم پوشی کرد و با استفاده از تکیه گاه با یک سری دقت پروفیل مناسب را انتخاب کرد. بزرگترین پروفیل که از رابطه می ج و A_s بردست می آید، انتخاب اولیه خواهد بود.

(۲) انتخاب پروفیل فولادی در حالت با شمع بندی

در این حالت پایه ها در ابتدا وزن تیر و بتنی در دال و دال بتنی را تحمل می کنند و انتخاب پروفیل صرفاً از لنگر ضربه بار کل توسط رابطه زیر بردست می آید:

$$A_s = \frac{M_{UT}}{\phi_b F_y (d/4 + t_s - a/4)}$$

تغییر شکل سیمای مختلط

محاسبه تغییر شکل در سیمای مختلط بستنی به نحوه اجرا دارد. در ادامه به نحوه محاسبه تغییر شکل در دو حالت اجرا بدون پایه کمی موقت و با پایه کمی موقت می پردازیم.

الف) در حین اجرا از پایه کمی موقت استفاده شده است:

- ۱) تغییر شکل حداکثر تیر فولاد تنها را به علت بار کمی مرده گروه ۱ محاسبه نمایید.
 - ۲) تغییر شکل حداکثر تیر مخملط را با نسبت الاستیسیته $\frac{E_s}{E_c}$ برای بار مرده گروه ۲ محاسبه نمایید.
سه برابر کردن n برای در نظر گرفتن اثر خزش تحت بار کمی مرده طولانی مدت گروه ۲ می باشد.
 - ۳) تغییر شکل حداکثر تیر مخملط را با نسبت الاستیسیته $\frac{E_s}{E_c}$ برای بار زنده به دست آورید.
- ← تغییر شکل کل، مجموع سه مقدار فوق خواهد بود که نباید از $\frac{1}{400}$ طول دهانه بیشتر شود.

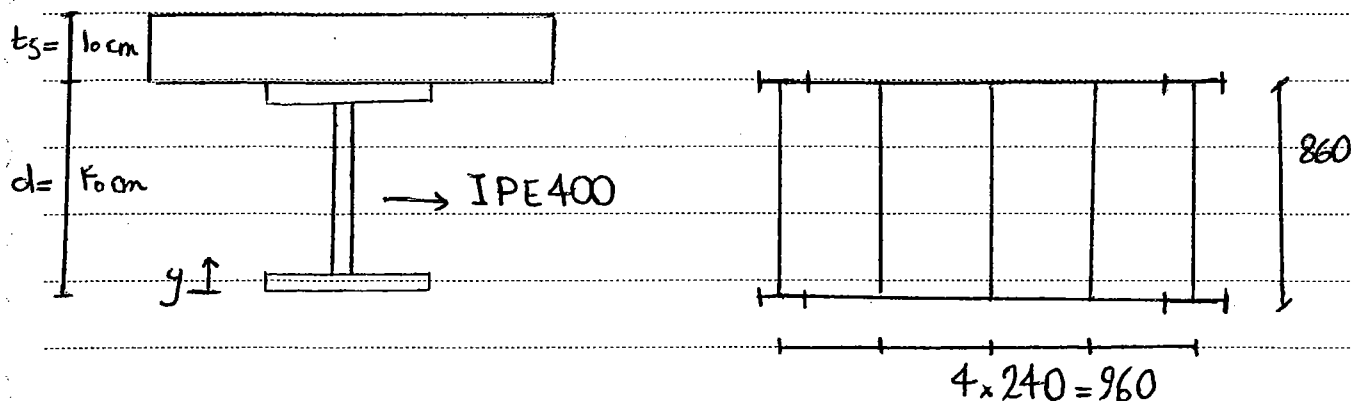
ب) در حین اجرا از پایه کمی موقت استفاده شده است:

- ۱) تغییر شکل حداکثر تیر مخملط را با نسبت الاستیسیته $\frac{E_s}{E_c}$ تحت اثر بار کمی مرده گروه ۱ و ۲ محاسبه نمایید.
 - ۲) تغییر شکل حداکثر تیر مخملط را با نسبت الاستیسیته $\frac{E_s}{E_c}$ برای بار کمی زنده به دست آورید.
- ← تغییر شکل کل، مجموع دو مقدار فوق خواهد بود که نباید از $\frac{1}{400}$ طول دهانه بیشتر شود.

(Ex) مقطع تیر میان از پلان یک سقف برابر مطابق شکل زیر است. با فرض اینکه در هنگام ساخت از جمع بندی استفاده نشده است ضخامت دکل شش ۱۰ cm باشد، مقطع تیر مرکب را انتقال نمایید. بار مرده شامل وزن کف و سقف بندی 250 Kg و بار زنده وارد بر سقف مساحتی 500 Kg می باشد. وزن قالب بندی بتن 35 Kg/m^3 و چگالی بتن مسلح 24 ton/m^3 فرض شود (بدون اوراق عرشه فولادی) $(F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2 \text{ و } F_c' = 200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ و } n = 10)$ برای برشگیر ها از کل ضعیف های با قطر ۲۰ mm استفاده شود.

Subject:

Year. Month. Date. ()



IPE400 : $d = 40 \text{ cm}$, $b_f = 18 \text{ cm}$, $t_f = 1.35 \text{ cm}$

$$A = 14.5 \text{ cm}^2, S_x = 1190 \text{ cm}^3, Z_x = 140.7 \text{ cm}^3, I_x = 23130 \text{ cm}^4$$

۱) تعیین عرض موثر دال بتنی (b_e):

$$\frac{b_e}{l} = \min\left(\frac{L}{\lambda}, \frac{S}{l}\right) = \min\left(\frac{190}{\lambda}, \frac{240}{l}\right)$$

$$= \min(107.5, 110) = 107.5 \rightarrow b_e = 2 \times 107.5 = 215 \text{ cm}$$

۲) تعیین بارهای ناشی از بارهای مرده و زنده:

$$\text{وزن دال (G)} = 0.044 \text{ ton/m}$$

$$\text{وزن دال} = 2.4 \times 0.1 \times 215 = 0.9 \text{ ton/m}$$

$$\text{وزن قالب بتنی} = 0.035 \times 2.4 = 0.084 \text{ ton/m}$$

$$+ \text{جمع بارهای (بارهای مرده و زنده)} = 0.75 \text{ ton/m}$$

$$M_{DL1} = \frac{q l^2}{\lambda} = 0.75 \times \frac{1.4^2}{\lambda} = 9.93 \text{ ton.m}$$

$$\text{وزن بار مرده} = 0.12 \times 2.4 = 0.4 \text{ ton/m}$$

$$M_{DL2} = 0.4 \times \frac{1.4^2}{\lambda} = 0.12 \text{ ton.m}$$

۲۲۹

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\text{بار زنده} = 0,5 \times 2,4 = 1,2 \text{ ton/m}$$

$$M_{LL} = 1,2 \times \frac{1,4^2}{8} = 11,09 \text{ ton.m}$$

لنگر محسوس قبل از گشایش بتن: $M_{UD1} = 1,2 \times 4,93 = 1,32 \text{ ton.m}$

لنگر محسوس بعد از گشایش بتن: $M_{UD1} + M_{LL} = 1,2 \times 5,55 + 1,2 \times 11,09 - 1,2 \times \frac{0,0184 \times 1,4^2}{8} = 23,47 \text{ t.m}$

(چون بعد از گشایش بتن مالب برآشی می شود، لنگر آن نیز کشیده است.)

لنگر: $M_{UT} = 1,32 + 23,47 = 31,79 \text{ ton.m}$

(۳) کنترل اولیه پروفیل (قبل از گشایش بتن)

$$Z_o = \frac{M_{UD1}}{\Phi_b F_y} = \frac{1,2 \times 4,93 \times 10^5}{0,9 \times 2400} = 449,2 \text{ cm}^3 \ll Z_{IPE400} = 1307 \text{ cm}^3$$

(اولیه مقطع)

OK ← اساس مقطع پلاستیک IPE400 بزرگتر از مقدار فوق است و بنابراین مقطع جوابگو خواهد بود.

$$A_s = \frac{M_{UT}}{\Phi_b F_y (d/p + t_s - a/p)} = \frac{31,79 \times 10^5}{0,9 \times 2400 (40/p + 10)} = 49,1 < A = 121,5 \text{ cm}^2$$

(اولیه)

= 0 چون هتفردالی طراحی نشده است، برابر صفری گیریم.

(۴) تعیین ارتفاع بلوک فشاری و بتن:

$$C = 0,185 f'_c b_e a = 0,185 \times 200 \times 215 a = 39550 a$$

$$T = A_s F_y = 121,5 \times 2400 = 291600 \text{ Kg}$$

$$T = C \rightarrow a = 51,5 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$$

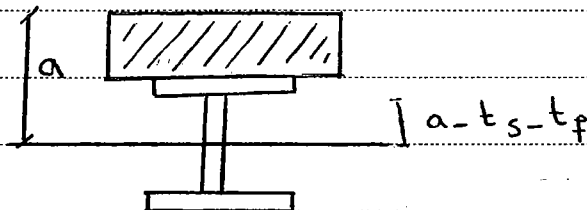
Subject:

Year. Month. Date. ()

تذکر: اگر $T < C$ باشد، محور خش بلاستیک در حال تنی واقع می شود ولی اگر $C < T$ باشد، محور خش بلاستیک در بر دخیل فولادی وارد خواهد شد.

توجه: همیشه فرض اولیه این است که محور خش واقع در حال تنی است. اگر a به دست آمده از t_s کمتر باشد، فرض اولیه صحیح است. در غیر این صورت داریم:

اگر $a > t_s$:



$$T = C \Rightarrow 0.15 f_c \times b_f \times t_s + b_f t_f F_y + (a - t_s - t_f) t_w F_y$$

$$= b_f t_f \times F_y + [h_w - (a - t_s - t_f)] \times t_w F_y$$

مجموع دایم

(۵) تعیین معادلت خش اسن و معادلت خش طبع:

$$M_n = T (d/2 + t_s - a/2)$$

$$= 202100 (20 + 10 - \frac{51.5}{2}) \times 10^{-5} = 55.24 \text{ ton.m}$$

$$\phi_b M_n = 0.9 \times 55.24 = 49.73 \text{ ton.m} > 31.79 \text{ ton.m}$$

(۶) تناسب خش مرکب

(۱) تغییر شکل حداکثر شد فولادی به علت بار مرده گروه ۱:

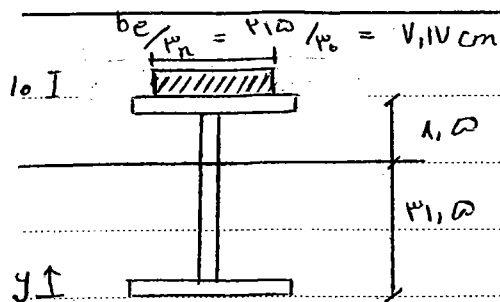
$$q_{ID} = 0.75 \text{ ton/m} = 7.5 \text{ kg/cm}$$

$$\Delta_{ID} = \frac{5 q_{ID} l^4}{384 EI} = \frac{5 \times 7.5 \times 190^4}{384 \times 2 \times 10^6 \times 23130} = 1.15 \text{ cm}$$

مورد ۲

Subject:

Year. Month. Date. ()

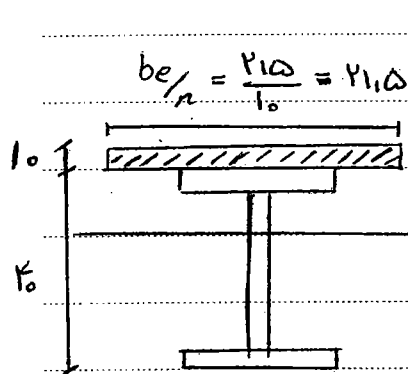


(۲) تغییر شکل خالص در اثر خم شدن تحت بار نسبت الاستیک $\frac{1}{n}$:

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{14.5 \times 1.5 \times \frac{1.5}{2} + 10 \times 31.5 \times (1.5 + \frac{1.5}{2})}{14.5 + 10 \times 31.5} = 31.5 \text{ cm}$$

$$I_{tr} = 23130 + 14.5 \left(31.5 - \frac{1.5}{2} \right)^2 + 31.5 \times \frac{10^3}{12} + 31.5 \times 10 \left(1.5 + \frac{1.5}{2} \right)^2 = 47970 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_{PD} = \frac{\omega_{PD} \ell^4}{384 EI} = \frac{0.9 \text{ ton/m} = 9 \text{ kg/cm} \times 190^4}{384 \times 2 \times 10^9 \times 47970} = 0.14 \text{ cm}$$



(۳) تغییر شکل خالص در اثر خم شدن تحت بار نسبت الاستیک $\frac{1}{n}$ برای بار زنده:

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{14.5 \times 1.5 \times \frac{1.5}{2} + 10 \times 21.5 \times (1.5 + \frac{1.5}{2})}{14.5 + 10 \times 21.5} = 38 \text{ cm}$$

$$I_{tr} = 23130 + 14.5 \left(38 - \frac{1.5}{2} \right)^2 + 21.5 \times \frac{10^3}{12} + 21.5 \times 10 \left(1.5 + \frac{1.5}{2} \right)^2 = 42834.7 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_L = \frac{\omega_{L} \ell^4}{384 EI_{tr}} = \frac{0.9 \times 190^4}{384 \times 2 \times 10^9 \times 42834.7} = 0.48 \text{ cm}$$

* در روابط فوق برای بار مقدار ton/m استفاده شده است و با ضرب بارهای به دست آمده در $\frac{1}{3}$ بر حسب kg/cm محاسبه و استفاده شده است.

$$\Delta_{tot} = \Delta_{ID} + \Delta_{PD} + \Delta_L$$

$$= 1.15 + 0.14 + 0.48 = 1.77 < \frac{L}{\frac{190}{2}} = \frac{190}{2} = 95 \text{ OK}$$

$$\Delta_L = 0.48 \text{ cm} < \frac{L}{\frac{190}{2}} = \frac{190}{2} = 95 \text{ OK}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

۱۷ طراحی برشگیر:

$$V_{nh} = \min(A_s f_y, A_{ex0.15} f_c) = 202.1 \text{ ton}$$

$$Q_n = 0.5 A_s \sqrt{f'_c E_c} \leq R_g R_p A_s F_u$$

$$= 0.5 \times 314 \sqrt{20 \times 2 \times 10^4} = 99296 \text{ N} = 9929.6 \text{ Kg} \approx 9.93 \text{ ton}$$

از کل منج به قطر ۲۰mm و به ارتفاع ۱۰mm استفاده می کنیم. (طول کل منج حداقل ۶ برابر قطر باشد، ضابطه ۱۳۴)

$$R_p = 0.75, R_g = 1 \quad (در عرض کل منج) \quad F_u = 4500 \text{ Kg/cm}^2 = \Delta$$

$$R_g R_p A_s F_u = 1 \times 0.75 \times 314 \times 4500 = 105975 \text{ Kg} = 10.6 \text{ ton}$$

$$\rightarrow Q_n = 10.6 \text{ ton}$$

$$\text{نسبت تقاطع کل منج به این } = \frac{V_{nh}}{Q_n} = \frac{202.1}{9.93} = 20.42$$

* کمتر صفر Max حساب می کنیم
* ریشه بیش Max و بیش صفت *

التر در هر ریف در عرض کل منج استفاده می کنیم، در ریف رانده به ۱۱ ریف و در کل رانده به ۲۲ ریف در فواصل محدود سایشی متدی نیاز داریم.

$$\text{فاصله کل منج} = \frac{\frac{190}{2}}{11} = 39 \text{ cm} > 6d = 6 \times 2 = 12 \text{ cm OK}$$

کنترل فرکانس ارتعاشی تیر به عمده دانشجویان گذاشته می شود.