جزوه سازه فلزی

تهیه کننده:
مهندس احمدرضا جعفری

با همکاری :

سید مهدی میرباقری

بهار 87

WWW.IRANSAZE.COM

نکاتی درباره این جزوه:

- جزوه بر اساس درس کلاسی سازه های فلزی مربوط به دوره کاردانی ترم بهاره آموزشکده مفتح که توسط اینجانب تدریس شده است، تهیه شده است.
- سعی شده است نکات مهم آزمونهای کاردانی به کارشناسی دانشگاههای سراسری در تدریس گنجانده شود و بعضآ اشاراتی نیز به سوالات سالهای قبل کنکورها نیز شده است.
- مرجع مطالب مورد استفاده در این جزوه مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی، کتاب طراحی سازه های فولادی نوشته مهندس شاپور طاحونی، مجموعه تست و پاسخ تشریحی آزمونهای کاردانی به کارشناسی تالیف موسسه مدرسان شریف است
- مطمئنآ اشکالاتی هم در جزوه موجود میباشد و بر این اساس مطالعه مطالب این جزوه در کنار کتابهای مرجع دیگر توصیه میگردد.

www.iransaze.com

Date : ۹۶/۱۱/۲۹ جلسه اول

Subject : جزوات ساختمانهای فلزی ۱

ابتدای روشهای طراحی

۱) طراحی به روش تنش مجاز (ASD) Allowable stress design

در این روش مقادیر بارهای وارد بر سازه که در طراحی در نظر گرفته می شود همان مقادیر بارهای واقعی می باشد که در عمل بر سازه وارد می شود. اما مقادیر تنش های مجاز در طراحی نسبت به مقادیر واقعی با اعمال ضرایبی کوچکتر از یک کنترل اختیاری شود. طراحی سازه های فلزی در ایران و مطابق مبحث دهم عمدتاً با این روش انجام می شود. آئین نامه AISC (آئین نامه فولاد آمریکا) از همین روش استفاده می کند.

۲) طراحی به روش مقاومت نهایی

در این روش مقادیر بارهای وارد بر سازه با اعمال ضرایبی بزرگتر از یک نسبت به مقادیر واقعی افزایش پیدا می کند اما تنش مجاز در طراحی همان مقادیر واقعی می باشد. آئین نامه ACI (آئین نامه بتن آمریکا) از این روش استفاده می کند.

۳) روش حالات حدی با روش ضرایب بار و مقاومت (ترکیب روش اول و دوم)

در این روش در طراحی مقادیر بارهای وارد بر سازه نسبت به مقادیر واقعی کمی بیشتر در نظر گرفته می شود (با اعمال ضرایب بزرگتر از یک) مقادیر تنش مجاز با اعمال ضرایبی کوچکتر از یک کمی کمتر از مقادیر واقعی در نظر گرفته می شود. این روش در آئین نامه بتن ایران (آبا) و آئین نامه بتن نامدار (GSA) مورد استفاده می باشد.

۴) روش طراحی خمیری یا پلاستیک

در این روش فرض می شود که سازه بتواند وارد محدوده پلاستیک (پس از تنش تسلیم بشود) و از خصوصیات پلاستیک در طراحی استفاده می شود.

(در این درس ما با روش اول یعنی تنش مجاز بیشتر استفاده می کنیم)

ترکیب بارها :

بر سازه بارهای مختلفی نظیر بارهای مرده شامل وزن سازه و اجزاء ثابت بار زنده شامل وزن افراد و اجزاء متحرک بار باد، بار زلزله، بار ناشی از برف، بار ناشی از فشار خاک و مایعات و بار ناشی از تغییر دما وارد می شود. با توجه به آنکه یک سازه برای یک دوره ی ۵۰ ساله طراحی می شود و بارها ذکر شده لزوماً به صورت

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

هریان برسازه وارد می شود و طراح سازه باید ترکیب های مختلف این بارها را در نظر گرفته شود و
بحرانی ترین آنها (بیشترین) مد نظر گرفته شود.

در وضعیت تنش مجاز ترکیب بارها به شکل زیر می باشد:

۱) D ۲) D + L + (Lr یا S) ۳) D + (W یا E)

۴) D + L + (Lr یا S) + (W یا E) ۵) D + L + (Lr یا S) + (۰٫۵W یا E)

۶) D + L ۷) D + L + (Lr یا S) + H ۸) D + T ۹) D + L + (Lr یا S) + T

(D بارمرده) (L بارزنده) (Lr بارزنده پشت بام) (S بارزنده برف) (W بارباد)

(E بارزلزله) (H بارناشی از فشار جانبی خاک یا آب و یا فشار تراوم آب زیرزمینی) (T بارناشی از تغییرات دما)

نکته: ترکیب بارهایی که شامل بار باد و بار زلزله یا بار تغییرات دما می باشد با گذاری تنش الحاده
داده می شوند.

در این ترکیب بارها مصالح بتنی و فلزی تنش های مجاز را به میزان ۳۳٪ افزایش
داده و به بیان دیگر تنش مجاز را در ضریب ۱٫۳۳ ضرب کرد.

در ترکیب بارهایی که شامل بار باد یا زلزله هستند با توجه به آنکه جهت این نیروها می تواند در راستای
شمال - جنوب - غرب - باشد باید جهتی انتخاب شود که بیشترین اثر را بر روی سازه ایجاد
نماید و یا آنکه هر چهار جهت به تفکیک در ترکیب بارها در نظر گرفته شود.

نکته: با توجه به آنکه احتمال همزمان اعمال یک زلزله ی شدید و باد شدید (در حدود عمر سازه) بسیار کم است
نیروهای باد و زلزله در ترکیب بارها به طور همزمان در نظر گرفته نمی شوند.
(ترکیب بارهای بالا مربوط به روش تنش مجاز می باشد)

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Sabject :

ترکیب حالات حدی که برای سازه های بتنی استفاده می شود ترکیب باها به شرح زیری باشد :

1) $1.25D + 1.5L$ 2) $D + 1.2L + 1.2E$ 3) $0.85D + 1.2E$
4) $1.2D + 1.5L + 1.5H$ 5) $0.85D + 1.5H$ 6) $D + 1.2L + T$
7) $1.25D + 1.5T$

تنش های مجاز :

در روش تنش های مجاز مقادیر تنش های مجاز با اعمال ضرایبی کوچکتر از یک نسبت به مقادیر واقعی کاهش می یابد این ضرایب متغیر بوده و بستگی به معیاری نظیر نوع تنش ، شکل و مقطع و ... .

جهت ارائه مقادیر که عمود قوی باشند به شرح زیر عمل شده :

تنش های مجاز خمش :

مقطع I شکل حول محور قوی مقطع : (حول محور x)

$$F_b = \begin{cases} 0.66\,F_y & \text{مقطع فشرده} \\ 0.6\,F_y & \text{مقطع غیر فشرده} \end{cases}$$

مقطع فشرده به مقطعی اطلاق می شود که نسبت عرض به ضخامت بال و ارتفاع به ضخامت جان از حدود مجاز معین شده در مبحث دهم بیشتر نباشد و همچنین اتصال بال و جان مقطع به صورت سراسری باشد .

نکته : مقاطع نورد شده (مقاطع IPE و IPB) که در کارخانه تهیه می شوند شرایط مقطع فشرده را دارا می باشند .

نکته : در مقاطع ورقه ای به علت وجود لاغری جان مقطع جدار است آنها را غیر فشرده در نظر بگیریم .

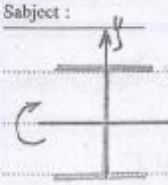
نکته : در مقاطع تیرورق چون معمولاً اتصال بال به جان آنها با جوش سراسری انجام می شود مقطع فشرده می باشد .

www.iransaze.com

Date : / /

Sabject :

مقطع I شکل حول محور ضعیف: (حول محور y)



تنش مجاز خمشی

$F_b = 0.75 F_y$

تنش برشی مجاز: $F_v = 0.4 F_y$

نکته: توجه شود که مقدار تنش فنایی در حالت برشی دیگر F_y نمی باشد مقدار آن $\frac{F_y}{\sqrt{3}}$ یا تقریباً $0.58 F_y$ می باشد به همین جهت مقدار تنش مجاز برشی نیز به تنش مجاز خمشی مقدار کمتری می باشد.

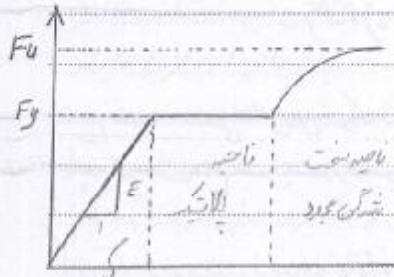
(مراسر مرکز ۸۰) تنش مجاز برشی تیرهای نورد شده کدام است؟ F_u = تنش گسیختگی

۱) $0.33 F_u$ ۲) $0.4 F_y$ ۳) $0.5 F_u$ ۴) $0.6 F_y$

(مراسر مرکز ۸۰) منظور از St37 در فولاد ساختمانی نشان دادن چه کمیتی برابر $37\ kg/mm^2$ می باشد؟

۱) ضریب فولاد ۲) مدول الاستیسیته فولاد ۳) مقاومت جاری شدن فولاد ۴) مقاومت نهایی فولاد در کشش

نکته: منحنی تنش ـ کرنش فولاد St37 به شکل زیر می باشد



ε_u ← کرنش نهایی ε_y ← کرنش تسلیم

ناحیه الاستیک: که در آن منحنی تنش ـ کرنش به صورت خطی می باشد. شیب این ناحیه با E ضریب الاستیسیته یا مدول یانگ یا مدول ارتجاعی فولاد نامگذاری شده مقدار E برای فولاد برابر مقدار زیر است.

$E = 2.04 \times 10^6\ kg/cm^2$

با استفاده از این ناحیه فولاد به تنش تسلیم می رسد (تنش تسلیم با F_y نمایش داده می شود)

$F_y = 2400\ kg/cm^2$ یا $24\ kg/mm^2$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

ناحیه پلاستیک: در این ناحیه فلز به صورت یک خط افقی در می آید یعنی بدون افزایش در مقدار تنش، کرنش افزایش می یابد.

ناحیه سخت شدگی مجدد: در این ناحیه فلاد دوباره سخت می شود و تنش نمودار به صورت نمونه در می آید در انتهای این ناحیه فولاد گسسته می شود و قطعه فولادی شکسته می شود تنش متناظر با این حالت تنش گسیختگی نامیده می شود و با F_u نمایش داده می شود. $F_u = 37\frac{kg}{cm^2} \text{ یا } 37\frac{kg}{mm^2}$

(مبحث ۱۰) در طراحی و محاسبه سازه های فلزی معمولاً از کدام روش استفاده می شود؟

۱) خمیری ۲) تنش های مجاز ۳) ضرایب بار ۴) مقاومت نهایی

(مبحث ۱۰) تنش مجاز خمش که مدل محور ضعیف خود خم شده است کدام است؟

۱) $0.4F_y$ ۲) $0.45F_y$ ۳) $0.44F_y$ ۴) $0.75F_y$

(مبحث ۱۰) تنش مجاز خمش برای تیرهای نبشی با مقطع فشرده کدام است؟

۱) $0.44F_y$ ۲) $0.33F_u$ ۳) $0.4F_y$ ۴) $0.5F_u$

(مبحث ۱۰) تنش مجاز برش برای تیرهای با مقطع فشرده کدام است؟

۱) $0.4F_y$ ۲) $0.5F_u$ ۳) $0.6F_y$ ۴) $0.33F_u$

(مبحث ۱۲) تنش تسلیم برشی فولاد کدام است؟

۱) $0.33F_y$ ۲) $0.75F_y$ ۳) $F_y\sqrt{3}$ ۴) $\frac{F_y}{\sqrt{3}}$

(مبحث ۱۵) تنش تسلیم برشی برای فولاد St37 چند کیلوگرم بر cm^2 می باشد؟

۱) 950 ۲) 960 ۳) 1400 ۴) 1800

KAVOSH

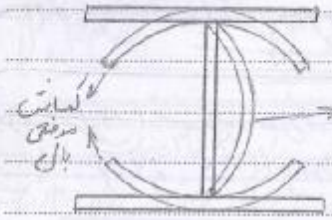
www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

(سراسری ۸۳) برای اینکه عضوی به عنوان متعلق فشرده به حساب آید کدام یک از شرایط زیر باید تأمین گردد؟

۱) اتصال بال و جان با ۵۰٪ جوش تأمین شده باشد.
۲) اتصال بال و جان با ۷۰٪ جوش تأمین شده باشد.
۳) نسبت ضخامت به پهنای اجزاء نباید از حد مجاز تجاوز نماید.
۴) بال دارای آن به صورت سراسری به جان متصل باشد.

نکته: هر دو گزینه ۳ و ۴ باید تأمین شود: محدود کردن نسبت عرض به ضخامت اجزاء تشکیل دهنده مقطع و همچنین شرط اتصال سراسری جان و بال برای جلوگیری از کمانش موضعی جان و بال می باشد.



(سراسری ۸۲) کنترل نسبت عرض به ضخامت بال و جان تیرها و ستون های فولادی I شکل و محدود کردن این نسبت ها به منظور جلوگیری از چه چیزی می باشد؟

۱) تسلیم شدن عضو ۲) شکست شدید بتن عضو ۳) به تعویق افتادن کمانش موضعی جان و بال ۴) کمانش موضعی جان و بال

(سراسری ۸۶) ترکیبات بارهای مدنظر آیین نامه (آبا) برای بارهای مرده و زنده کدام است؟

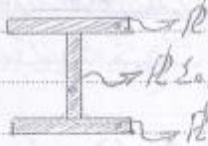
۱) $1,2D + 1,6L$
۲) $1,25D + 1,5L$
۳) $1,4D + 1,5L$
۴) $1,4D + 1,7L$

www.iransaze.com

Date : ۸۸/۱۲/۹ جلسه دوم

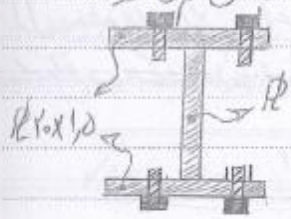
Subject :

سطح مقطع کلی عضو (A_g) : برابر با مجموع سطح مقطع های اجزاء آن می باشد



$A_g = (20 \times 1,5 \times 2) + 40 \times 1 = 100\ cm^2$

سطح مقطع خالص عضو کشش (A_n) : مساوی A_g می باشد ولی در صورت وجود سوراخ (از قطر سوراخ های پیچ ها) سطح مقطع عرض سوراخ ها از سطح کل کم می شود

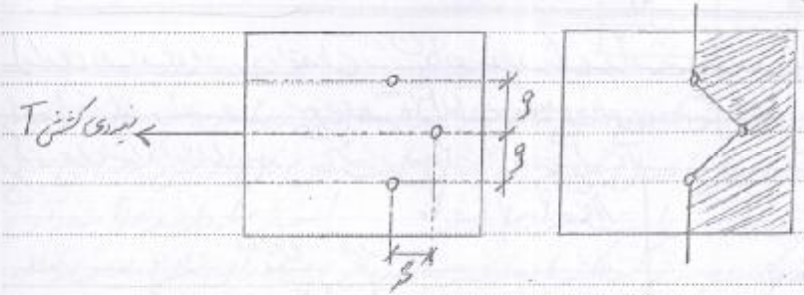


۴ سوراخ به قطر ۲۰mm

$A_n = 100 - (4 \times 1,5 \times 2) = 88\ cm^2$

نکته : قطر سوراخ پیچ ها معمولاً بیشتر از قطر خود پیچ در حدود ۲ میلیمتر بزرگتری باشد.

برای کنترل کشش در ورق ها باید بدانیم کدام مقطع را در نظر بگیریم یعنی مقطعی که کمترین سطح مقطع خالص کشش را دارا است.



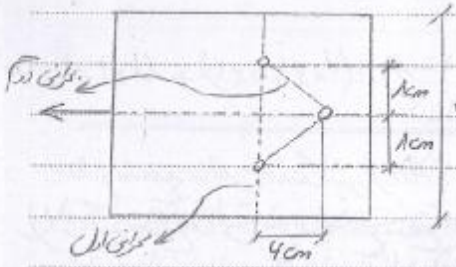
نکته : اگر مقطع بحرانی به صورت زیگ زاگ تهیه می گردد برای محاسبه سطح مقطع خالص از سطح مقطع کلی عضو ها مطابق با تعداد سوراخ در وقت در تعداد تهیه های تصاویر شده در مقطع بحرانی را کم کرده و به ازای هر وقت مورب در مقطع بحرانی یک بار عبارت $\frac{s^2}{4g}$ را اضافه می نماییم

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

مثال: ورق نمایش داده شده در شکل زیر قطر پیچ $\frac{7}{8}$ in و سوراخ آن $2\,mm$ تیشه و برابر $24\,mm$ می باشد با در نظر گرفتن حالات مختلف مقاطع خالص کشش را در بحرانی ترین حالت محاسبه کنید. ضخامت ورق $t = 2\,cm$



$A_g = 24 \times 2 = 48\,cm^2$

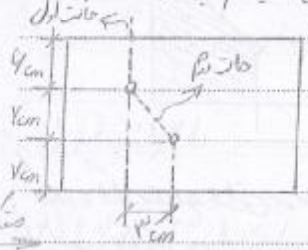
برای محاسبه A_n دو حالت در نظر می گیریم در حالت اول مقطع بحرانی از یک خط عمودی گذرنده از دو سوراخ در نظر گرفته و در حالت دوم یک مقطع زیگ زاگ گذرنده از هر سه سوراخ در نظر می گیریم.

مقطع بحرانی اول: $A_n = 48 - 2 \times 2 \times 2{,}4 = 38{,}4\,cm^2$

مثال → مقطع بحرانی دوم: $A_n = 48 - \underbrace{3 \times 2 \times 2{,}4}_{\text{تعداد سوراخ}} + \underbrace{2}_{\text{ضخامت ورق}} \times \left[\frac{4^2}{4 \times 8} + \frac{4^2}{4 \times 8} \right] = 38{,}1\,cm^2$

از دو حالت آنالیز مقادیر کمتری را در دو حالت فوق انتخاب می کنیم.

(پاسخ مثال ۱۱-۸۲-۸۳) ورق اتصال نشان داده شده در شکل زیر از فولاد A36 و سوراخ ها از نوع استاندارد و با استفاده از پیچ هایی به قطر $20\,mm$ ایجاد شده اند مقطع خالص مستعد جاری شدن است؟ (یک پیچ سوراخ از ناحیه مقطع بحرانی $2\,mm$ بیشتر قطر پیچ است)



$A_g = 20 \times 1 = 20\,cm^2$

تعداد سوراخ ضخامت ورق

حالت اول: $A_n = 20 - 1 \times 1 \times 2{,}2 = 17{,}8\,cm^2$

حالت دوم: $A_n = 20 - \underbrace{2}_{\text{تعداد سوراخ}} \times 1 \times 2{,}2 + 1 \times 1 \times \frac{3^2}{4 \times 7} = 15{,}92\,cm^2$

تعداد سوراخ ضخامت ورق فاصله سوراخ ها

حالت دوم بحرانی است.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

نکته: در برخی از اعضاها نظیر عضوهای خرپاها و عضو بادبندها و دیگر اتصالات از اتصالات پیچی استفاده می شود برای طراحی روی های این اتصالات می توان سطح مقطع مؤثر را برابر ۸۵ درصد سطح مقطع کل در نظر گرفت.

$An = 0.85\,Ag$ برای روی های اتصال

(پاسخ سؤال ۸۱) در عضو A اتصال تحت اثر کشش سطح مؤثر چند درصد سطح کل می باشد؟

۸۵ درصد

(پاسخ سؤال ۸۲) در اعضای کشش گرفته (روی های وصله) سطح مقطع مؤثر (Ae) و سطح مقطع خالص (An) و سطح مقطع کل (Ag) چه ارتباطی با هم دارند؟

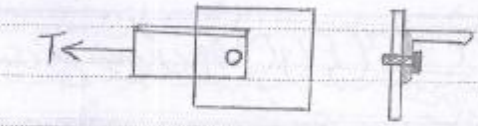
الف) $0.85\,Ag < Ae = An < Ag$

ب) $Ae = An = 0.9\,Ag$

ج) $Ae = An < 0.85\,Ag$

د) $Ae = An = Ag$

نکته: Ae سطح مقطع مؤثر عضو کشش می باشد.



در اتصالات پرچی تمام سطح مقطع خالص در انتقال بار مؤثر نمی باشد به عنوان مثال در شکل زیر سه سوراخ که در ارتباط با اتصال یک بین به یک ورق است. آن بال از بین که در آن هیچ سوراخی موجود نیست و با ورق است نقش بیشتری در انتقال بار دارد و عملاً مقدار آن نسبت به سطح مقطع مؤثر که حداکثر با مساوی می باشد. این مسئله را می توان مطابق رابطه زیر با اعمال یک ضریب U که کوچکتر یا مساوی یک است اعمال نمود ضریب U بین ۰.۷۵ و ۱ تغییر است. در اتصالات جوشی که مقدار سطح مقطع خالص با سطح مقطع کلی عضو برابر است این رابطه را به شکل زیر می توان نوشت:

$$Ae = U\,An$$

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

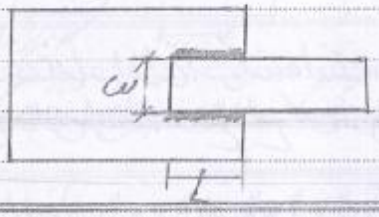
جوش : $A_e = UA_g$ — پیچ : $A_e = UA_n$

در جوش مقدار U بین ۰٫۷۵ و ۱ متغیر است.

برای ورق های کشش مطابق آیین نامه می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$A_e = A_n \leq 0.85 A_g$ ← برای ورق های اتصال کشش

در اتصالات جوشی مربوط به اتصال دو ورق به یکدیگر ضریب U به شرح زیر قابل محاسبه است:



$w \leq l \leq 1.5w \Rightarrow U = 0.75$

$1.5w \leq l \leq 2w \Rightarrow U = 0.87$

$2w < l \Rightarrow U = 1$

(تنش های مجاز در تیرها)

در یک مقطع تحت اثر کشش مقدار تنش مجاز کششی نباید از $F_t \leq 0.6 F_y$ در سطح مقطع کل و یا از $F_t \leq 0.5 F_u$ در سطح مقطع مؤثر فراتر بماند.

$$\begin{cases} F_t \leq 0.6 F_y \times A_g \quad \text{(در سطح مقطع کل)} \\ F_t \leq 0.5 F_u \times A_n \quad \text{(در سطح مقطع مؤثر)} \end{cases}$$

تنش مجاز کششی — تنش گسیختگی

در مورد جوش میلگردهایی که تحت اثر نیروی کشش هستند تنش کشش مجاز [illegible] می باشد.

$F_t = 0.33 F_u \times A_g$

منظور از میلگرد کشش به طور مثال (پرچ ها یا اتصال جوشی) بین میلگردهای فریم بتنی میلگردهای فریم بتنی که تحت کشش نیروی زلزله و میلگردهای فریم بتنی تحت کشش می باشند.

www.iransaze.com

Date : 86/12/13 جلسه سوم

Sabject :

(محدودیت لاغری اعضای کشش)

لاغری اعضای کشش نباید از عدد ۳۰۰ بیشتر باشد. $\lambda = \frac{KL}{r} \leq 300$ (طول مؤثر / شعاع ژیراسیون)

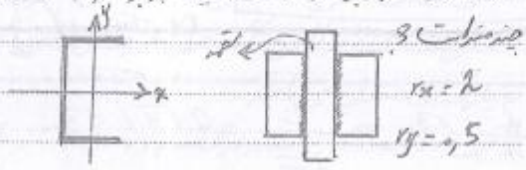
استثناء: در سردهنگرهایی که در آنها یک پیش کشش یا پیش تنیدگی ایجاد می شود نظیر میلگردهای مهاری سد سولفها این ضابطه را ندارد و گرفته شود امّا در هر صورت نسبت طول به حداقل آن اعضا نیز نباید از ۳۰۰ تجاوز کند. $\frac{L}{d} \leq 300$ (طول / قطر میلگرد)

12,13

(حکم) مقدار تنش مجاز برای میلگردهای مهاری کشش چقدر است؟ $0,33 F_u$

مثال) حداکثر طول یک عضو کشش با شعاع ژیراسیون ۲ چقدر است؟ $\frac{L}{r} \leq 300 \quad \frac{1 \times L}{2} \leq 300 \Rightarrow L \leq 600\ cm$

مثال) برای یک عضو کششی از یک ناودانی استفاده شده باشد به گونه‌ای که شعاع ژیراسیون ناودانی حول محور x برابر ۲ و حول محور y برابر ۰,۵ باشد. فواصل نقطه‌های اتصال ۲ ناودانی حداکثر برابر



نقطه‌ها باید به فاصله‌ای اجرا شود که در دو قطعه مستقل لاغری حداکثر عضو کمتر از 300 بشود.

$\frac{L}{r_{min}} \leq 300 \quad \frac{L}{0,5} \leq 300 \Rightarrow L \leq 150\ cm$

KAVOSH

www.iransaze.com

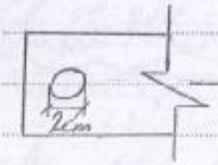
Date : / /

Sabject :

مثال) ظرفیت تسمه کشش زیر چقدر است؟

ضخامت تسمه 1cm عرض تسمه 12cm

$F_y = 2400 kg/cm^2$ $F_u = 3700 kg/cm^2$

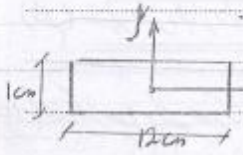


$A_g = 12 \times 1 = 12 cm^2$ $A_n = 12 - 2 \times 1 = 10 cm^2$

$$\begin{cases} T \le 0.6 F_y \times A_g \Rightarrow T \le 0.6 \times 2400 \times 12 = 17280 \\ T \le 0.5 F_u \times A_n \Rightarrow T \le 0.5 \times 3700 \times 10 = 18500 \end{cases}$$

$T = \min(17280, 18500) = 17280 kg$

مثال) حداکثر طول یک عضو کششی دوتسمه به ابعاد $1 \times 12 cm^2$ چند سانتی متر است؟



$\frac{L}{r_{min}} \le 300$ $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

$r_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$ $A = 12 \times 1 = 12 cm^2$

برای محاسبه شعاع ژیراسیون حداقل باید محور مضیف را بیابیم برای سطح مستطیلی شکل که به صورت طول آن می باشد بعد عمود بر محور مضیف آن می باشد

$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{12 \times 1}{12} = 1$

$r_x = r_{min} = \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{\sqrt{3 \times 4}} \Rightarrow \frac{1}{2\sqrt{3}}$

$\frac{L}{r_{min}} \le 300 \Rightarrow \frac{L}{\frac{1}{2\sqrt{3}}} = 2\sqrt{3} L \le 300 \Rightarrow L \le \frac{300}{2\sqrt{3}} = \frac{150}{\sqrt{3}}$

$L = \frac{150\sqrt{3}}{3} = 50\sqrt{3} = 86.6$

KAVOSH

www.iransaze.com

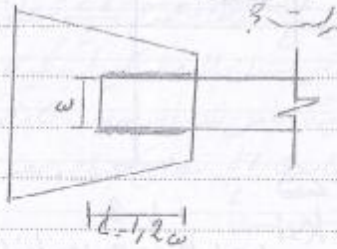
Date : / /

Subject :

در مورد سطح مقطع مؤثر و الف در اتصال جوشی نشان داده شده ضریب کاهش U ($A_e = UA_n$) چقدر است؟

$w \le L \le 1.5w$

$\Rightarrow U = 0.75$



مثال) نیروی وارده بر بلبلی با انحنای زیر شده 5275 kg است. قطر لازم برای پلت با فرض $\Pi = 3$ چقدر است؟ جنس پلت St_{37}

$St_{37} = F_y = 2400\ kg/cm^2 \quad F_u = 3700\ kg/cm^2$

به مقاومت های کشش تنش مجاز 33.0 کسر است.

$T \le 0.33 F_u A_g \Rightarrow 5275 \le 0.33 \times 3700 \left(\frac{\Pi d^2}{4}\right) = 915 d^2$

$\Rightarrow 5275 \le 915 d^2 \Rightarrow d^2 \ge 5.76 \Rightarrow d \ge 2.4\ cm \quad d = 29\ mm$

لاغری ستون: در طراحی اعضای فشاری نظیر ستون ها کمانش تعیین کننده است هرچقدر لاغری ستون بیشتر باشد احتمال کمانش آن بیشتر می شود. برای مقابله نیروی فشاری قابل تحمل اعضای فشاری باید لاغری آنها حول محورهای اصلی آنها مناسب شود و مقدار max بدست آمده حداکثر لاغری ستون می باشد.

لاغری با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

ضریب طول ستون برای کمانش حول محور x ↑ — طول آزاد ستون برای کمانش حول محور x

$\lambda_x = \frac{K_x \cdot L_x}{r_x}$ ← شعاع ژیراسیون ستون حول محور x

$\lambda_y = \frac{K_y \cdot L_y}{r_y}$

$\lambda_{max} = \max(\lambda_x, \lambda_y)$

$\lambda_{max} \le 200$ ← 200

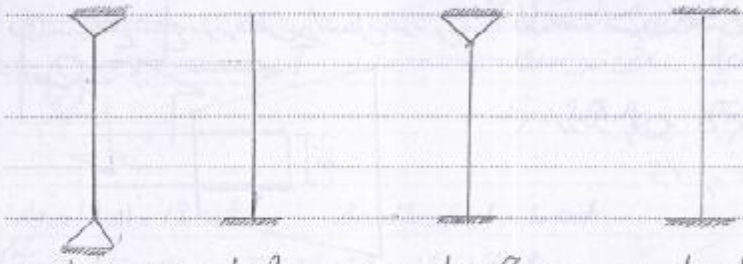
لاغری ستون نباید از 200 بیشتر باشد.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :



k=1 k=2 k=0.9 k=0.5

عملاً در اجرا تنها چهار حالت ذکر شده در بالا موجود می باشد و می توان از این حالات تنها برای محاسبه ضریب k استفاده کرد به همین جهت برای محاسبه k از روابط دیگری استفاده می شود. بدین منظور ستون ها به دو دسته مهار نشده و مهار نشده تقسیم می گردند.

سیستم های مهار نشده : به سیستم گویند که تغییر شکل جانبی آن در اثر بارهای جانبی (مثلاً باد و زلزله) کم باشد. سیستم هایی که در آنها از بادبند یا دیوار برشی استفاده نشده باشد مهار نشده محسوب می گردد.

سیستم های مهار نشده : سیستم هایی که تغییر شکل جانبی آنها در اثر نیروهای جانبی (باد یا زلزله) به علت سختی زیاد بادبندها یا دیوارهای برشی مهار نشده محسوب می شود. سیستم های قاب خمشی با اتصال گیردار تیر به ستون که فاقد بادبند یا دیوار برشی می باشند مهار نشده محاسبه می گردند.

(ضریب k در قاب های مهار نشده مطابق آئین نامه برابر یک می باشد در نظر می گیریم. (k=1

ضریب k در قاب های مهار شده عددی بیش از یک و کمتر از دو می باشد. $1 \le k \le 2$

ضریب k در این حالت (مهار نشده) با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$k=\sqrt{\frac{1.6GA.GB+4(GA+GB)+7.5}{GA+GB+7.5}}$$

$k>1$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

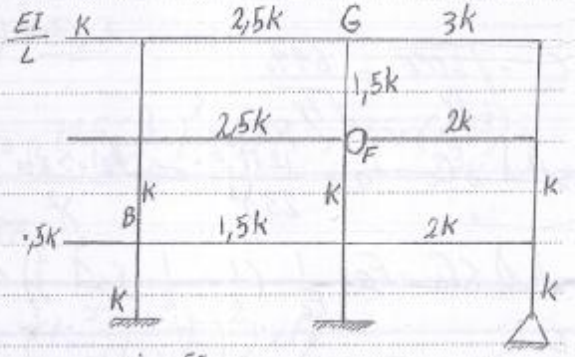
Sabject :

G_B , G_A با امدرستان دهنده شرایط مرزی در انتهای عضو فشاری می باشد و برابر است با نسبت مجموع $\frac{EI}{L}$ ستونها به مجموع $\frac{EI}{L}$ تیرهای متصل به دو انتهای عضو فشاری در یک صفحه اگر یکی از دو انتهای ستون با اتصال گیردار به یک پی یا شاه متصل شده باشد ضریب G برابر $\frac{1}{10}$ و اگر با اتصال مفصلی به یک پی یا شاه متصل شده باشد ضریب G برای آن ۱۰ در نظر گرفته می شود.

در محاسبه $\frac{EI}{L}$ تیرهای کنسول و همچنین تیرهایی که با اتصال مفصلی به ستون متصل شده اند در نظر گرفته نمی شود.

(۱۰=G برای انتهای مفصلی ستون)

مثال) در قاب نشان داده شده در شکل زیر معلوم است ضریب k برای ستونهای AB و FG , CD تا حد نامقرر باد بند و دیوار برشی و ... نشده می باشد؟



AB ستون $= GA = 1$ $\quad GB = \frac{\text{نسبت } \frac{EI}{L} \text{ ستونها}}{\text{نسبت } \frac{EI}{L} \text{ تیرها}} = \frac{k+k}{1,5k} = \frac{2k}{1,5k} = 1,33$

به تعداد B دو ستون به سختی k متصل است که در نتیجه مجموع سختی دو ستون 2k می باشد به این نقطه دو تیر متصل است که چون یکی از این دو تیر کنسول است سختی تیر کنسول در نظر گرفته نمی شود.

$$K_{AB} = \sqrt{\frac{1,6 \times 1 \times 1,33 + 4(1+1,33) + 7,5}{1+1,33+7,5}} = 1,38$$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date: 87/1/19 جلسه چهارم

Subject:

$K_{CD} = \sqrt{\frac{1,6\times1\times10 + 4(1+1) + 7,5}{1+10+7,5}} = 1,91$ $G_C = 10$ $G_D = \frac{k+k}{2k} = 1$

F_G ستون $G_F = \frac{k+1,5k}{2,5k} = 1$ $G_G = \frac{1,5k}{2,5k+3k} = 3k$

$K_{FG} = \sqrt{\frac{1,6\times1\times,27 + 4(1+,27) + 7,5}{,27+1+7,5}} = 1,22$

(نکته: ورق F چون تیپ است و راست به صورت صفحی متصل شده است لذا آن در نظر گرفته نمی شود)

محاسبه ی تنش های مجاز فشاری:

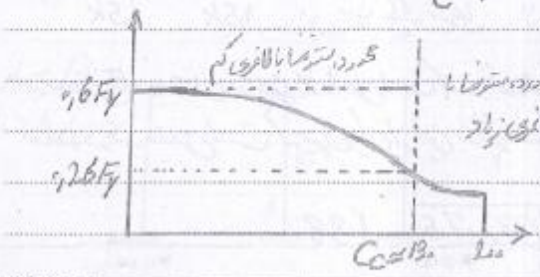
تنش های مجاز فشاری براساس لاغری عضو در نظر گرفته می شود و بین منظور ستون ها به دو دسته ی با لاغری زیاد و لاغری کم تقسیم می شوند و مرز این دو لاغری $F_y = 2400 \Rightarrow C_c \simeq 130$ می باشد که مطابق رابطه زیر محاسبه می شود.

$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{f_y}} = \frac{649}{\sqrt{F_y}}$

اگر $\lambda > C_c$ $F_a = \frac{12\pi^2 E}{23\lambda^2} \simeq \frac{1.5\times10^5}{\lambda^2}$

اگر $\lambda < C_c$ $F_a = \frac{1}{F_S}\left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda}{C_c}\right)^2\right) F_y$

که $F_S = 1,67 + ,375\left(\frac{\lambda}{C_c}\right) - ,125\left(\frac{\lambda}{C_c}\right)^3$ ضریب اطمینان است



حداکثر لاغری برای اعضای فشاری $\lambda \le 200$ $\lambda = \frac{kl}{r}$

نمودار تنش مجاز برحسب لاغری

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

برای محاسبه تنش‌های مجاز باید لاغری را حول هر دو محور اصلی مقطع (محورهای x و y) محاسبه نموده و مقدار ماکزیمم بدست آمده برای لاغری را جهت محاسبه تنش مجاز بکار ببریم.

با دانستن فشاری ستون می‌توانیم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{all} = F_a \cdot A$$

مثال: اگر مقطع ستون IPB_{200} باشد و طول آزاد آن در دو جهت x و y برابر 4 متر باشد و هر دو جهت x و y ستون صلب از یک قاب خمشی شده باشد مطلوبست محاسبه تنش مجاز با بکارگیری جدول مبحث دهم.

$L_x = L_y = 4m \qquad k_x = k_y = 1$ (صلب)

جدول IPB_{200}: $A = 53,8\,cm^2$, $r_x = 8,28\,cm$, $r_y = 4,98\,cm$

$$\lambda_x = \frac{k_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{1 \times 400}{8,28} = 48,3 < 200 \checkmark$$

$$\lambda_y = \frac{k_y \cdot L_y}{r_y} = \frac{1 \times 400}{4,98} = 80,3 < 200 \checkmark$$

$$\lambda_{max} = \max(48,3 , 80,3) = 80,3$$

$$F_s = 1,67 + 0,375\left(\frac{\lambda}{C_c}\right) - 0,125\left(\frac{\lambda}{C_c}\right)^3 = 1,67 + 0,375 \times \left(\frac{80,3}{130}\right) - 0,125 \times \left(\frac{80,3}{130}\right)^3 = 1,87$$

$$80,3 < 130 \Rightarrow F_a = \frac{1}{F_s}\left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda}{130}\right)^2\right) \times F_y$$

$$F_a = \frac{1}{1,87} \times \left(1 - \frac{1}{2} \times \left(\frac{80,3}{130}\right)^2\right) \times 2400 = 1138,6\ kg/cm^2$$

$$P_{all} = F_a \times A = 1138,6 \times 53,8 = 55877\ kg$$

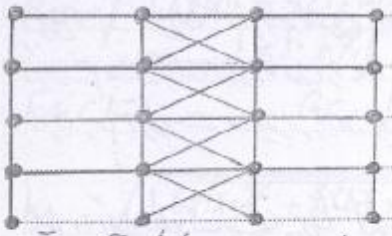
KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Sabject :

مثال : تیر مقابل نامعین داده شده کدام است ؟



۱) مفصلی شده + قاب خمشی

۲) مفصلی شده + مفصلی شده

۳) مفصلی شده + گیردار

۴) گیردار

با توجه به آنکه در تمامی اتصالات از پادبند استفاده شده تیر مفصلی شده است . با توجه به آنکه تمامی اتصالات مفصلی هستند تیر به صورت تیر ساده عمل می کند و نمی تواند به صورت قاب خمشی باشد .
قاب خمشی : اگر اتصالات تیر به ستون گیردار باشد تیر قاب خمشی است .
مرکب : اگر دو قاب هم با پادبند استفاده شده باشد و هم اتصالات تیر به ستون گیردار باشد تیر مرکب است .

مثال : ضریب طول مؤثر کمانش (K) برای ستون AB چقدر است ؟

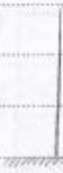
با استفاده از پادبند در تمامی طبقات تیرها مفصلی شده و ضریب طول تمامی ستونها برابر ۱ است . $K=1$

(ستون AB مانند یک ستون دو سر مفصل می باشد)

مثال : با افزایش ضریب لاغری ستون ظرفیت باربری آن چه تغییری می کند ؟

با افزایش لاغری خمش بیشتری داشته و در نتیجه ظرفیت باربری ستون کم می شود .

مثال : ضریب طول کمانش (K) برای ستون گیردار زیر چقدر است ؟



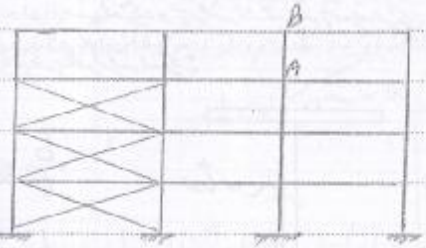
$K=2$

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

مثال : ضریب طول کمانش (K) برای ستون AB که دارای اتصالات گیردار در دو انتهای باشد کدام است؟



در این میتوان به علت استفاده از بادبند در سه طبقه اول این سه طبقه مهار شده است و اما چون در طبقه چهارم از بادبند استفاده نشده است ستونهای این طبقه مهار نشده می باشند در نتیجه ضریب طول این ستونها بزرگتر یک است. برای ستونهای سه طبقه اول ضریب K کوچکتر از یک است که در جهت اطمینان از برابر یک در نظر می گیریم.

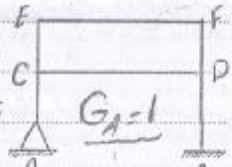
مثال : در یک قاب مهار بندی شده با اتصالات ساده ضریب طول مؤثر (K) برای ستونی در طبقه سوم کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) بین $\frac{1}{2}$ تا ۱ ۳) بیش از ۱ ۴) کمتر از ۱

پاسخ : با توجه به آنکه قاب مهار بندی شده است پس ضریب طول یک یا کوچکتر از یک است و با توجه به آنکه اتصالات ساده می باشند ستونها مانند ستونهای دو سر مفصل بوده که ضریب طول برای آنها برابر یک است.

مثال : محدودیت لاغری ستونهای طره در کتاب چه عددی است؟ $C_c = 130$

مثال : در محاسبه K برای ستون AC مقدار G_A چقدر در نظر گرفته می شود؟



ضریب G نسبتی است که بستگی به نسبت مجموع سختی ستونها به مجموع سختی تیرهای منتهی به یک اتصال دارد در اتصالات مفصلی این ضریب برابر ۱۰ و در اتصالات گیردار برابر یک می باشد در اینجا چون تکیه گاه A مفصلی است این ضریب برای آن پیش بینی شده. اگر این ضریب برای تکیه گاه B خواسته شده باشد چون یک اتصال گیردار بود برابر یک می شد.

KAVOSH

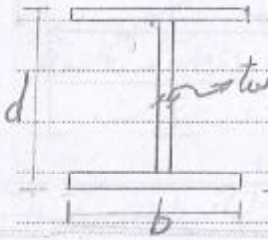
www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

تیرها:

مقاطع تیرها عموماً بر اساس خمش وارد آنهای باشد.

تنش مجاز خمشی: برای محاسبه تنش مجاز خمشی تیرها به دو دسته فشرده و غیرفشرده تقسیم می‌شوند برای آنکه مقطع یک تیر فشرده در نظر گرفته شود شرایط زیر باید در نظر گرفته شود:



$\frac{b}{t} \leq \frac{545}{\sqrt{F_y}}$ $\left(F_y = 240 \Rightarrow \frac{b}{t} \leq 11\right)$

$\frac{d}{t_w} \leq \frac{5365}{\sqrt{F_y}}$ $\left(F_y = 240 \Rightarrow \frac{d}{t_w} \leq 110\right)$

نکته: تمام مقاطع نورد شده (مقاطعی که در کارخانه نورد می‌شوند) نظیر مقاطع IPE و IPB خروجی الزاماً فشرده هستند.

برای آنکه یک مقطع فشرده محسوب شود باید اتصال بال و جان تیرآهن به صورت صلبی باشد این شرط جلوگیری از کمانش بال فشاری تیرآهن می‌باشد.

نکته: تیرورق‌ها باید به گونه‌ای ساخته شوند که برای اتصال جان و بال آنها از جوش منقطع استفاده شود غیرفشرده می‌باشد. مگر آنکه اتصال جان و بال با جوش مداوم انجام شود مقاطعی که دارای سطح مقطع جان می‌باشند چون یا غیرفشرده در نظر گرفته شده و مقاطع لاغر نیز هستند.

بال فشاری تیر باید در انتهای طول تیر در مقاطعی مناسب در جهت جانبی مهار گردد این مهار جهت جلوگیری از کمانش جانبی بال فشاری می‌باشد.

تیرهای عمود بر تیر اصلی معمولاً بدین صورت عمل می‌کنند که مانع جابجایی جانبی تیر اصلی می‌شوند که بال فشاری را داشته باشد.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : 87/1/26 جلسه پنجم

Subject :

تنش مجاز $Fb=0.66Fy$ مقاطع فشرده و $Fb=0.6Fy$ مقاطع غیرفشرده

روش طراحی تیر براساس تنش:

ابتدا با توجه به مدل نوع تنش مجاز و لنگر ماکزیمم مقطع از رابطه زیر مقدار اساس مقطع مورد نیاز برای تیر را محاسبه می‌کنیم.

$$S_{req} = \frac{M}{Fb}$$ اساس مقطع مورد نیاز

پس از محاسبه، جدول پروفیل‌ها را مراجعه کرده و اولین مقطعی که اساس آن بزرگتر از مقدار مورد نیاز است را انتخاب می‌کنیم. در این زمینه به اساس مقطع حول محور x (S_x) توجه می‌شود.

مثال:

الف) اگر لنگر ماکزیمم تیری $5\ t.m$ باشد مطلوبست: طراحی این تیر از مقطع IPE مقطع را تنش مجاز $Fb=1584\ kg/cm^2$ فرض کنید.

$M = 5\ t.m$

$Fb = 0.66Fy = 0.66 \times 2400 = 1584\ kg/cm^2$

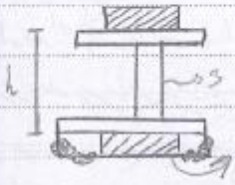
$$S_{req} = \frac{M}{Fb} = \frac{5 \times 10^5\ kg.cm}{1584\ kg/cm^2} = 315.6\ cm^3$$

ب) اگر بخواهیم به جای تیر آهن IPE 200 از تیر آهن IPE 240 استفاده نمیم با ورق تقویتی که سطح مقطع هریک از دو ورق تقویت تقریباً چقدر باید باشد؟

$\Rightarrow$ IPE 240 : $S_x = 324$, IPE 200 : $S_b = 194$, $h = 20\ cm$

$S \simeq S_b + A_b \cdot h$

$$315.6 = 194 + A_b \times 20 \Rightarrow A_b = \frac{315.6 - 194}{20} = 6.08\ cm^2$$



استفاده از تیر با ورق تقویت: برای مقطع ورق تقویتی $S \simeq S_b + A_b \cdot h$ اساس مقطع مرکب

سطح مقطع ورق تقویتی

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

در خیلی موارد می‌توان به جای استفاده از مقاطع نمره‌ی I از مقاطع توخالی استفاده نمود و در عوض بر روی بال بالا و پایین مقطع ورق تقویتی جوش داد. این ورق‌ها را می‌توان در جایی که تنش‌ها کاهش می‌یابد و دیگر نیازی به ورق تقویتی نیست قطع نمود.

در تیرهای با دهانه‌ی ساده معمار انگر max در وسط دهانه می‌باشد و هر چقدر به سمت تکیه‌گاه نزدیک شویم از مقدار لنگر کاسته می‌شود و می‌توانیم در قسمت‌هایی که قطع IPE بدون ورق تقویت برای تحمل بارهای وارده کفایت کند این ورق‌ها را حذف می‌نمائیم.

اگر طول دهانه‌ی تیر یا به عبارتی طول ورق تقویتی را به طور تقریبی می‌توان از رابطه‌ی زیر محاسبه نمود:

$$L = l \times \sqrt{\frac{S - S_b}{S}}$$

L: طول ورق تقویتی مورد نیاز — l: طول دهانه‌ی تیر

S: اساس مقطع مورد نیاز — S_b: اساس مقطع تیر I شکل بدون ورق تقویتی

مثال: طراحی تیری به طول 10 m مورد نیاز است. اگر اساس مقطع لازم $1000\ cm^3$ و اساس مقطع موجود در بازار $750\ cm^3$ باشد طول ورق تقویتی تقریباً چقدر است؟

$$L = 1000 \times \sqrt{\frac{1000 - 750}{1000}} = 1000 \times \sqrt{\frac{1}{4}} = 1000 \times 0.5 = 500\ cm$$

مثال عکس: اساس مقطع مورد نیاز تیری به طول 4 m برابر $100\ cm^3$ است. اگر تیر موجود در بازار با مقاطعی با اساس مقطع $50\ cm^3$ باشد تیر باید با ورق تقویت شود طول این ورق تقویتی چند سانتی‌متر است.

$$L = 400 \times \sqrt{\frac{100 - 50}{100}} = 400 \times \sqrt{\frac{1}{2}} \simeq 400 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{400}{1.4} = 285\ cm$$

چگونه تیر را با یک ورق تقویت کنیم؟

اگر بخواهیم تیر را تنها با یک ورق تقویت کنیم مساحت ورق تقویتی به طور تقریبی از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$A_p = S - 1.9\,S_b \over h$$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

مثال) اساس مقطع مورد نیاز برای تیری $274,6\ cm^3$ است. اگر در بازار بالاترین سایز تیر IPE$_{20}$ با اساس مقطع 194 سانتی متر مکعب باشد مساحت بلیت تقویتی لازم مطابق شکل چند cm^2 است؟

$S = 274,6$

IPE$_{20}$: $h = 20\ cm$, $S_b = 194\ cm^3$

$$A_p = \frac{S - 0,95 S_b}{h} = \frac{274,6 - 0,9 \times 194}{20} = 5\ cm^2$$

کنترل خیز در تیرها: کنترل خیز در تیرها به دلیل زیر انجام می شود:

الف) خیز زیاد باعث ایجاد ترک در اندود سقف می شود.

ب) افزایش زیاد سقف باعث ایجاد بارهای اضافی در ساکنین ساختمان می شود.

پس در نتیجه باید مقدار خیز در ساختمان کنترل می گردد. جهت کنترل خیز می توان از تذکرات زیر استفاده نمود:

۱) استفاده از پیش خیز (خیز منفی) در تیرها: در این حالت به میزانی که بعداً قرار است در اثر بارها مرده و بار زنده در آن خیز ایجاد شده در تیر در جهت معکوس (رو به سمت بالا) پیش خیز ایجاد می شود تا پس از اعمال بار تیر به وضعیت اولیه خود باز گردد.

۲) استفاده از تیرهای با ارتفاع بیشتر: این تیرها دارای ممان اینرسی بالاتری بوده و میزان خیز ایجاد شده در آنها کمتر می باشد.

توصیه می شود جهت کاهش خیز ناشی از بارهای زنده ارتفاع تیر کمتر از $\frac{L}{24}$ نباشد.

$$h = \frac{L}{24}$$

مقادیر مجاز خیز در تیر: مقدار خیز ایجاد شده در تیرها نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:

۱) $\frac{L}{240}$ برای تیرهایی که تنها بارهای زنده و در تیر ۲) $\frac{L}{360}$ برای خیز ناشی از مجموع بارهای مرده و زنده

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Sabjects :

$$\Delta_{max} = \frac{5wL^4}{384EI}$$

مثال) یک تیر یادهان 5 متری که دست دو سر ساده بنایی شده است با بار یکنواخت مرده 500 و زنده 300 مطابوب کنترل خیز دارین تیر متعلق تیر IPE_{20}

IPE_{20} $\begin{cases} I = 1940\ cm^4 \\ E = 2 \times 10^6\ kg/cm^2 \end{cases}$

حاسبه خیز ناشی از بار زنده :

$$\Delta L = \frac{5wL \cdot L^4}{384EI} = \frac{5 \times 3 \times 500^4}{384 \times 2 \times 10^6 \times 1940} = 0,63\ cm$$

$$\frac{L}{360} = \frac{500}{360} = 1,39\ cm \qquad 0,63 \leq 1,39 \checkmark \text{ قابل قبول}$$

کنترل خیز برای مجموع بارهای مرده و زنده :

$$wD + wL = 300 + 500 = 800 = 8\ kg/cm$$

$$\Delta_t = \frac{5w_t \cdot L^4}{384EI} = \frac{5 \times 8 \times 500^4}{384 \times 2 \times 10^6 \times 1940} = 1,68$$

$$\frac{L}{240} = \frac{500}{240} = 2,08 \qquad 1,68 \leq 2,8 \checkmark \text{ قابل قبول}$$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : 87/2/2 جلسه ششم

Subject :

کنترل برش در مقطع :

تنش مجاز برشی : اگر نسبت ارتفاع به ضخامت جان تیر از $\frac{h}{t_w} \leq \frac{3185}{\sqrt{F_y}}$ کمتر باشد تنش مجاز برشی $F_v = 0.4F_y$ در نظر گرفته می‌شود.

$$F_y = 2400 \Rightarrow \frac{3185}{\sqrt{F_y}} = 65$$

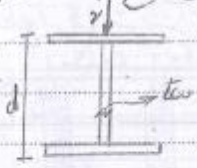
نکته : در صورتی که این نسبت از 65 بیشتر باشد باید با اعمال ضرایبی کوچکتر از یک، مقاومت برشی مجاز را کاهش داد.

در صورتی که نسبت ارتفاع به ضخامت جان از عدد 65 بیشتر باشد احتمال کمانش موضعی جان تیر به وجود می‌آید و به همین علت در این حالت مقدار تنش برشی مجاز کاهش می‌یابد.

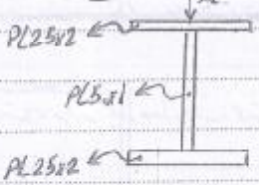
تنش برشی در مقاطع نواحی دوجان تیرها محاسبه می‌شود یعنی باید مقدار برش را به سطح مقطع تقسیم از مقطع به ارتفاع کل مقطع و به ضخامت جان تقسیم نمود.

تنش برشی موجود $f_v = \frac{V}{d \cdot t_w}$ (برش وارده / تنش برشی مجاز)

$f_v \leq F_v = 0.4F_y$



مثال) برای مقطع نشان داده شده در شکل زیر مطلوبست کنترل تنش برشی؟



$d = 50 + 2 + 2 = 54\ cm$

$h = 50 \qquad t_w = 1$

$\frac{h}{t_w} = \frac{50}{1} \leq 65$

$\Rightarrow F_v = 0.4F_y = 0.4 \times 2400 = 960\ kg/cm^2$

$f_v = \frac{V}{d \cdot t_w} = \frac{30 \times 1.3\ kg}{54 \times 1} = 555.5\ kg/cm^2$

www.iransaze.com

Date : / /

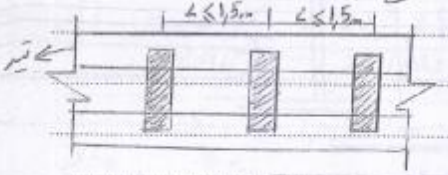
Subject :

مثال) اگر به یک مقطع IPE 270 برش 6t وارد آید مطلوبیت کنترل تنش برشی چگونه است؟

استفاده از مقاطع مرکب برای تیرها:

مقاطعی که از اتصال دو یا چند نیمرخ به یکدیگر درست شده باشند مقطع مرکب نامیده می شوند.

این مقاطع باید توسط وسایل اتصال نصب شده و با استفاده از جوش یا پیچ به گونه ای به هم متصل شوند که فاصله این وسایل اتصال در راستای محور مقطع از 1.5 متر بیشتر نشود.



تیرهای لانه زنبوری: این تیرها از برش تیرهای نورد شده به صورت زیگ زاگ و جوش دوباره قطعات برش داده شده به یکدیگر به دست می آید.

به این طریق ارتفاع تیر به تیرهای نورد شده حدود 1.5 برابر می شود و در نتیجه مقاومت خمشی تیر زیاد می شود.

از زیاد شدن ارتفاع باعث افزایش ممان اینرسی تیر و در نتیجه کاهش خیز و تغییر شکل های ایجاد شده در تیر می شود. اما به دلیل به وجود آمدن سوراخ در جان تیر مقاومت برشی تیر کاهش می یابد به همین جهت در دو انتهای تیر که مقدار برش زیاد است نباید سوراخ از تیر در هر طرف به اندازه جان

www.iransaze.com

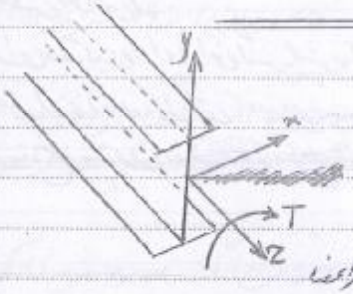
Date : / /

Sabject :

پیچش

استفاده از خرپا در ساختمانهای فلزی در مواردی که دهانه تیر حائز اهمیت نباشد زیاد می شود مگر اینکه بتوانیم آن دهانه را با تیرهای عادی پوشش داده و جای استفاده از تیر می توان از خرپا استفاده کنیم.

خرپا عموماً در پل ها و سالن هایی که دهانه های بزرگی دارند استفاده می شوند.

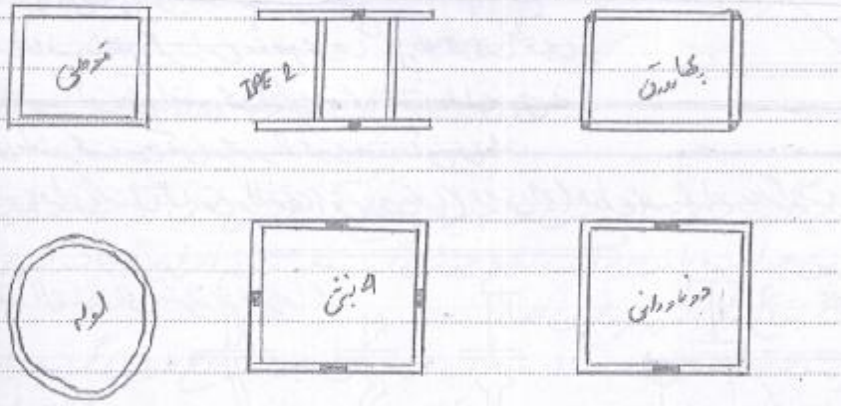


پیچش در تیرها:

پیچش یک نقطه فرض می شود که حول محور طولی (z) به تیر وارد می شود و تمایل به پیچاندن تیر دارد.

در سازه های فلزی باید تا حد امکان از ایجاد پیچش در اعضا جلوگیری شود.

در صورتی که یک مقطع تحت اثر پیچش باشد بهتر است برای آن از مقاطع بسته نظیر مقاطع جعبه ای، مقاطع لوله ای شکل، مقاطع دوبل بسته استفاده کنیم.



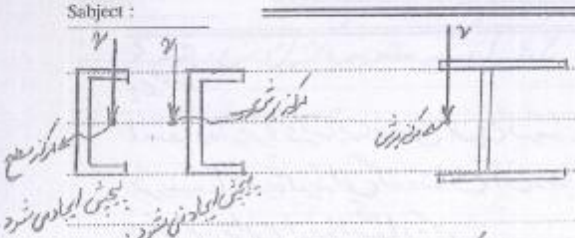
KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

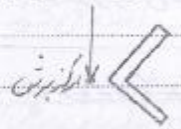
مرکز برش در مقاطع متقارن :



در مقاطع نیرو متقارن نسبت به محور برش اگر نیرو به محل مرکز برش مقطع وارد شود در مقطع پیچش ایجاد نمی گردد.

برای جلوگیری از ایجاد این لنگر پیچشی باید محل اثر نیرو را به نقطه ای در داخل و یا خارج مقطع منتقل کنیم این نقطه مرکز برش نامیده می شود.

در مقاطع متقارن نظیر IPE مقطع قوطی شکل، مقطع لوله ای شکل، ... این مشکل وجود ندارد.

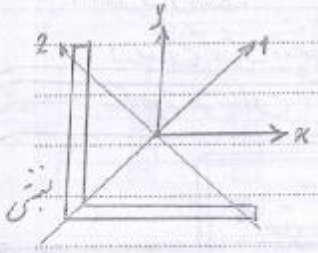


نکته : محور ضعیف در مقطع نبشی :

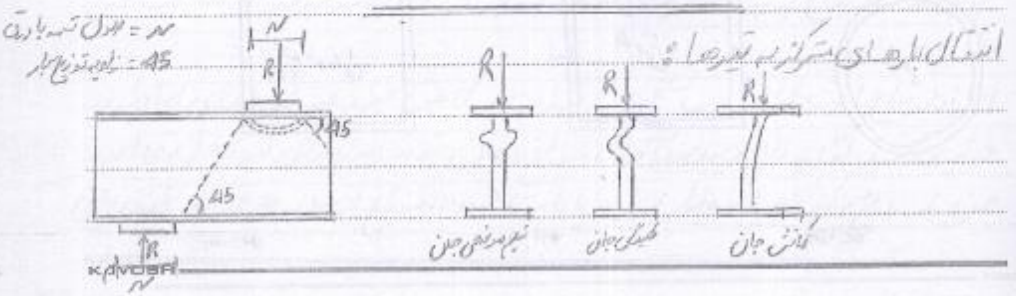
مقطع نبشی علاوه بر دو محور x و y دارای دو محور مایل با زاویه 45° با محورهای x و y می باشد.

برخلاف مقاطع دیگر در این مقطع محورهای x و y محورهای قوی و ضعیف آن نمی باشند. محور 1 که به نوعی محور تقارن نبشی نیز می باشد محور قوی آن و محور 2 محور ضعیف آن می باشد.

پس برای کنترل کمانش و لاغری نبشی باید شعاع چرخش (r) حول محور 2 را در نظر گرفت.



انتقال بارهای متمرکز به تیرها :



www.iransaze.com

Date : 89/2/9 جلسه هفتم

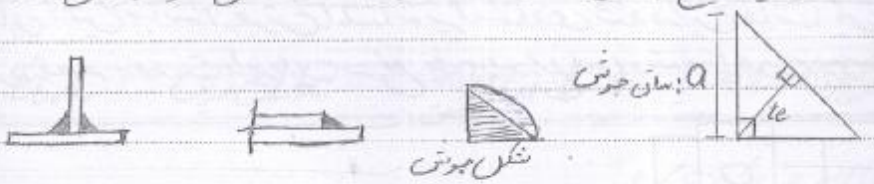
Subject :

دو حالت هایی که به تیر بارهای متمرکز وارد می شود این بارهای متمرکز ممکن است در جان تیر ایجاد تنش برشی کنند و باید به همین جهت باید با تعبیه کردن سری از قوطی های نشیمن در محل اثر بار متمرکز را توزیع نموده و از شدت آن بکاهیم.

توزیع بار در محل بار متمرکز در جان تیر با زاویه 45° انجام می شود. طول قوطی نشیمن (N) باید به گونه ای انتخاب شود که تنش هایی از توزیع بار با زاویه 45° در جان از حد مجاز بیشتر نگردد.

جوش: برای اتصالات در سازه های فولادی از جوش زیاد استفاده می شود. استفاده از جوش نسبت به پیچ متداول تر می باشد اما کیفیت اتصالات پیچی بهتر است.

انواع جوش: جوش گوشه، جوش شیاری - جوش انگشتانه - جوش نقطه ای متداول ترین نوع جوش که در اکثر سازه ها استفاده می شود جوش گوشه است.



ضخامت جوش گوشه $te = a \cos 45 = a \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707a$

در جوش گوشه برای محاسبه تنش ها باید در سطح آن قسمتی انتخاب شود که دارای کمترین مساحت باشد به گونه ای که سطح جوش گوشه مثلث قائم الزاویه می باشد کمترین بعد دارای ارتفاع وارد بر سرتاسر طول می باشد.

اکثریت جوش های استفاده شده در سازه های فلزی از نوع جوش گوشه می باشد نظیر اتصالات نبشی تیر به ستون، اتصال تیرهای فرعی به پل ها، اتصال بادبندها به تیر و ستون.

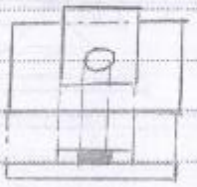
www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

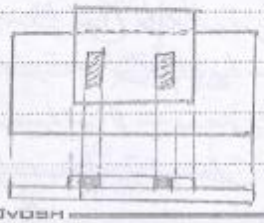
جوش شیاری: در جوش شیاری دو قطعه با فاصله کمی در کنار هم قرار داده می شوند و این فاصله با جوش پر می شود.
معمولاً برای آنکه جوش بهتر اجرا شده و اتصال محکم تر باشد به دو سر درز مجاور اتصال بکی داده می شود این اشکال متنوع و مطابق اشکال زیر است:

ساده | جناقی یکطرفه | جناقی دوطرفه
نیم جناقی دوطرفه | لالایی | نیم جناقی یک طرفه
لالایی دوطرفه | نیم لالایی

جوش آنگلت: وقتی مقاومت اتصال به وسیله ی جوش شیاری گرچه به تنهایی تامین نباشد از جوش آنگلت نیز استفاده می شود در این حالت یکی از دو قطعه به صورت دایره وار سوراخ شده و سوراخ ایجاد شده با جوش پر می شود.



جوش کام: همانند جوش آنگلت می باشد با این تفاوت که درون یا قطعه به صورت مستطیلی می باشد.

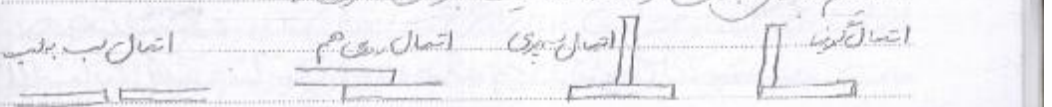


KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

تقسیم بندی جوش از دیدگاه موقعیت جوش کاری :



اتصال پیشانی

E : Electrode الکترود جوش کاری

aa : مقاومت کششی جوش بر حسب ksi ksi = 1000 Lb/in²

1 ksi = 70 kg/cm²

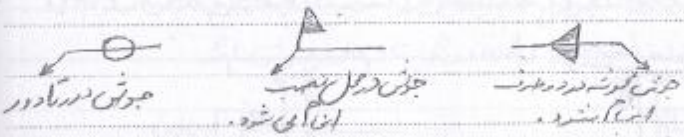
دو رقم آخر نشان دهنده عوامل موثر دیگر مانند وضعیت جوش کاری و نوع پوشش توصیه شده برای تامین الکترود جنس روکش و مشخصات دیگر الکترود می باشد.

E60 یا 60 معادل زیر مقاومت کششی F_u = 60 ksi یا 4200 kg/cm²

علائم جوش کاری :

جوش لبه‌ای

ساده	جانبی	نیم جانبی	لاله‌ای	نیم لاله‌ای	جانبی لبه‌گرد	نیم جانبی لبه‌گرد
11	7	7	4	2	7	7



a جوش گوشه این علامت برای دستی است که بدانیم از جوش منقطع استفاده کنیم در این حالت L اندازه طول لقمه های جوش می باشد و P نشانگر فاصله مرکز به مرکز لقمه های جوش است.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

عوامل مؤثر در کیفیت جوش : برای رسیدن به کیفیت جوش مناسب باید موارد زیر در نظر گرفته شود :

۱) استفاده از الکترود مناسب برای جوشکاری و روش های نامناسب

توضیح :

الکترود از لحاظ جنس ، تقطه مقاومت باید با قطعه ای که قصد داریم جوش دهیم متناسب باشد. طور مثال برای قطعات ضخیم تر باید از الکترودهای با قطر بیشتر استفاده کنیم همچنین مقاومت کیفیتی فلز الکترود باید کمتر از مقاومت کیفیتی قطعه جوش شونده باشد. همچنین الکترود مورد نظر باید قابلیت جوشکاری در وضعیت مورد نظر برای آن قطعه را داشته باشد به طور مثال اگر جوش به صورت سربالا انجام می شود باید الکترود قابلیت انجام این جوش را داشته باشد.

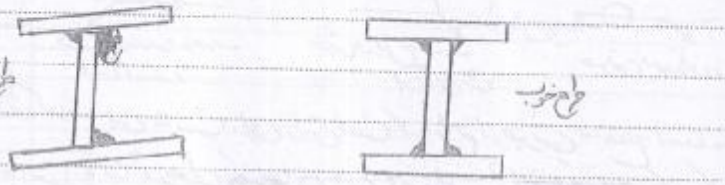
۲) آماده بودن لبه ها :

آماده کردن لبه ها در مورد جوش های شیاری یا شیاری دارای اهمیت می باشد تا از جوشکاری با قطعات جوش شونده به یکدیگر با سطح مقطع نامناسب آماده کردن شکل داده شود تا جوشکاری مطابق طرح مورد نظر امکان پذیر شود.

۳) شکل قطعه :

عامل موثر دیگر در کیفیت جوش انتقال می باشد که زنجیره جوش به طور متوالی یک قطعه اجرا شود باعث می شود که قطعه تاب بردارد برای کاهش تاثیر ناشی از جوش می توان از روش های زیر استفاده نمود :

۱) جوش متقارن : جوش غیر متقارن باعث افزایش تابیدگی قطعه می شود



KAVOSH

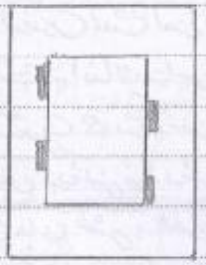
www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

استفاده از جوش منقطع بهتر است به جای جوش ممتد از جوش های منقطع استفاده نمایید در این حالت به علت کاهش میزان جوشکاری هم کاهش اعتباری حاصل می شود و هم میزان تابیدگی کم می شود.

اگر جوش در دو سمت قطعی انجام می شود بهتر است به صورت زنگ زاگ انجام شود.



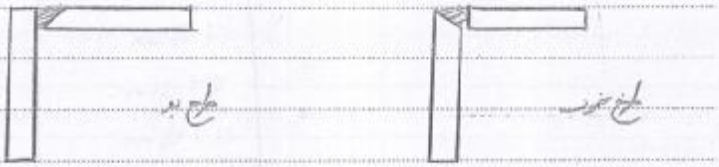
در صورت ترتیب جوشکاری بهتر است به جای آنکه یک سمت را کامل جوش کرده و سپس طرف مقابل را جوش کنیم جوشکاری را در هر دو سمت به صورت یک در میان انجام دهیم بدین صورت از جوش یک قطعه در یک سمت به سراغ سمت مقابل رفته و یک قطعه نیز در سمت مقابل جوش می زنیم.

۱۴) بازرسی جوش :

یکی از نکات مهم در کیفیت جوشکاری بازرسی جوش توسط افراد مجرب و در صورت امکان آزمایش جوش به روش های نقید اولتراسونیک PT و رادیوگرافی می باشد.

۱۵) محاسبه قوت ریگدی لایه ای در ورق :

در پارچه ها قوت طولی نسبت به جهت عرضی قوی تر می باشد و فلزات نیز این چنین تا حدی وجود دارد یعنی در هنگام فورج فلز جهت طولی آنرا قوی تر از جهت عرضی آن به دست می آورد پس از جوشکاری جوش شروع به سرد شدن و انقباض می نماید در اثر این انقباض یک سری تنش ها به فلز اعمال می شود اگر این تنش ها در راستای عرضی فلز باشد ضعیف تر است ممکن است فلز سوخته قوی اما در اثر این تنش ها و انقباض ایجاد شده در راستای طولی ورق باشد.



KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

استفاده از جوش باعث افزایش چقرمگی ترد شکنی فولاد می شود و از این لحاظ اتصالات پیچی نسبت به اتصالات جوشی دارای مزیت می باشد.

دو عوامل دیگری که در ترد شکنی فولاد مؤثر است به شرح زیر است : ① دوم حرارت : با کاهش دما احتمال ترد شکنی فولاد بیشتر می شود.

② تنش های پسماند : با افزایش تنش های پسماند احتمال ترد شکنی بیشتر می شود.

③ ضخامت قطعه : ضخامت قطعه بیشتر شود احتمال ترد شکنی بیشتر است.

④ شیار یا زخم : وجود شیار یا زخم در قطعه احتمال ترد شکنی را افزایش می دهد.

⑤ میزان تکرار بارگذاری چرخه ای : هرچه تعداد سیکل های بارگذاری و برداری بیشتر باشد احتمال ترد شکنی بیشتر است (تغییر بارهای دینامیکی و کم شوند).

www.iransaze.com

Date : 8712 16

Subject :

جلسه سوم

تنش مجاز جوش گوشه :

تنش گسیختگی نهایی جوش

$F_w = (0/3F_u) \cdot \phi \cdot (0/7a.f_a) \cdot L$ طول جوش

ساق جوش — ضریب کاهش جنس و نحوه اعمال جوش دارد

$f_c = 0/7a.F_a$ تنش مجاز جوش $= 0/3F_u$

ϕ : درجه اعتماد به جوش در کارهایی انجام شود و مهندس جوش آزمایشی نظیر آزمایش اولتراسونیک و رادیوگرافی از آن انجام شود ضریب ϕ برابر یک است.

در صورت انجام جوش در کارهای معمولی و با شرایط مشابه و بازرسی چشمی جوش توسط افراد مجرب

$\phi = 0/85$

در صورت انجام جوش در محل و بازرسی چشمی جوش توسط افراد مجرب $\phi = 0/75$

ارزش جوش $= R_w = (0/3F_u) \cdot \phi \cdot (0/7a.F_a)$

$F_w = R_w \cdot L$

ارزش جوش : میزان نیروی تحمل شده توسط یک سانتیمتر طول جوش است.

در شاخص ترین حالت از الکترود E_{60} استفاده می شود.

چون معمولا جوش در کارگاه و با کنترل چشمی انجام می شود ضریب $\phi = 0/75$ است و در نتیجه مقدار ارزش جوش به شرح زیر محاسبه می شود:

$R_w = 0/3 \times 4200 \times 0/75 \times 0/7 \times 0/7a \simeq 650a$ ← حفظ کنید

حداقل بعد جوش گوشه : تابع ضخامت قطعه ضخیم تری باشد از طرفی نباید بعد جوش از ضخامت نازکترین قطعه در اتصال بیشتر شود.

حداقل بعد جوش طبق جدول زیر می باشد:

ضخامت قطعه ضخیم t	حداقل بعد جوش گوشه (بالک یا شیار)
تا 6 mm	3 mm
از 6 تا 12 mm	5 mm
از 12 تا 20 mm	6 mm
بیش از 20 mm	8 mm

KAVOSH

www.iransaze.com

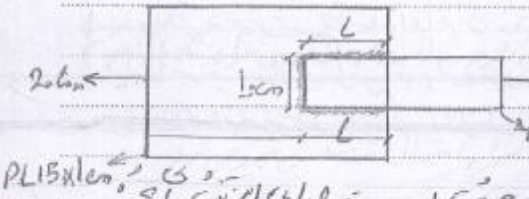
Date : / /

Subject :

حداکثر بعد جوش گوشه: در قطعات با ضخامت بیشتر از ۶ mm از ضخامت قطعه کمتر نشود. در قطعات با ضخامت کمتر از ۶ mm حداکثر بعد جوش برابر ضخامت قطعه منهای ۲ mm می‌باشد.

حداکثر بعد جوش گوشه تابع ضخامت قطعه نازکتر است.

مثال) در شکل زیر بعد قوت به وسیله جوش گوشه به یکدیگر متصل شده‌اند مطلوبست: محاسبه طول جوش لازم برای استفاده دوبرابر و کنترل حداقل و حداکثر بعد جوش گوشه. بعد جوش در اینجا ۶ mm انتخاب شده است.



ضخامت تسمه کشش مرکز باشد تمل از کنترل جوش باید دوبرابر برای اینکه ما کنترل کنیم.

$$F_t = \frac{T}{A} = \frac{20000}{15 \times 1} = 1333 \ kg/cm^2$$

$$1333 \leq 1440 \ \checkmark$$

$$F_t = 0.6 F_y = 0.6 \times 2400 = 1440 \ kg/cm^2$$

کنترل تنش کشش در ورق سمت راست:

$$F_t = \frac{20000}{10 \times 1.4} = 1429 \ kg/cm^2$$

$$1429 \leq 1440 \ \checkmark$$

کنترل حداقل بعد جوش گوشه:

بعد جوش حداقل تابع ضخامت قطعه ضخیم‌تر یعنی قطعه mm 14 می‌باشد بنابراین جدول حداقل بعد جوش 6 mm است که این مقدار در ابتدا جاریابی شده است.

کنترل حداکثر بعد جوش:

$t = 10 > 7 mm \rightarrow 10 - 2 = 8 mm$ است 10 mm تابع ضخامت نازکتر که در اینجا ضخامت لبه است

$$16 \leq 8 \ /$$

محاسبه طول جوش:

$$F_w = R_w \cdot L_w$$

$$R_w = 6500 = 650 \times 16 = 390 \ kg/cm$$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

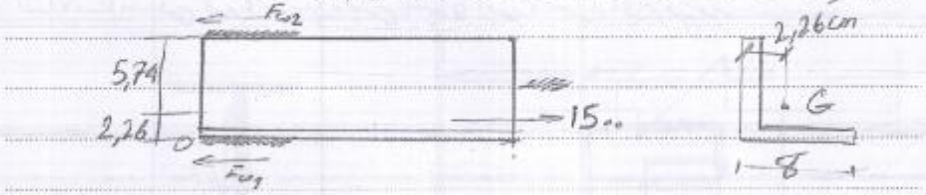
طول جوش $L_w = 10 + 2L$

$2000 = 390(10 + 2L) \Rightarrow 51,3 = 10 + 2L \Rightarrow 2L = 41,3 \Rightarrow$

$L = 20,65 \Rightarrow L \simeq 21\ cm$

مثال) مطلوبست: طول جوش مورد نیاز در اتصال نبشی داده شده به ورق زیر از کنسل کنش لرزشی و ورق و کنسل حامل و همگن بوده جوش مورد نظر کارگاهی بوده جوش 60 است؟

نیروی محوری مرکز ثقل نبشی داده می شود و مرکز ثقل نبشی در سمت چپ آمده است در نتیجه طرف راست جوش متقارن نبوده و جوش نقطه خنثی وجود دارد لازم است که در سمت چپ نبشی جوش شود تا مرکز ثقل جوش و مرکز ثقل نبشی هر دو منطبق باشند.



$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{w_1} + F_{w_2} = 15000$

$\sum m_0 = 0 \Rightarrow F_{w_2} \times 8 - 15000 \times 2,26 = 0 \Rightarrow F_{w_2} = 4237,5\ kg$

$F_{w_1} + 4237,5 = 15000 \Rightarrow F_{w_1} = 15000 - 4237,5 = 10762,5$

$F_{w_1} = 650 \times L_1 \Rightarrow 10762,5 = 650 \times 0,6 \times L_1 \Rightarrow L_1 = 27,6\ cm$

$F_{w_2} = 650 \times L_2 \Rightarrow 4237,5 = 650 \times 0,6 \times L_2 \Rightarrow L_2 = 10,9\ cm$

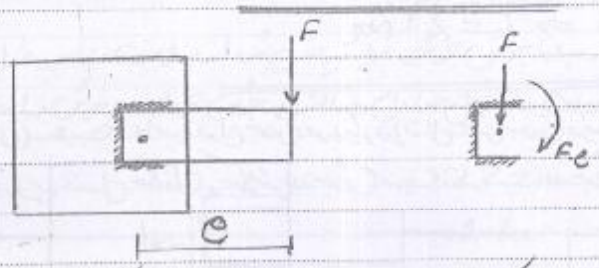
نکته: در طراحی اتصالات با طول جوش های گوناگون طوری شود که مرکز ثقل جوش ها با مرکز ثقل اعضای نبشی و متصل گردد. اگر این موضوع امکان پذیر نشود باید نیروی ناشی از برون از مرکزیت

KAVOSH

Date : / /

Subject :

بارنت به مرکز جوش برز جوش منتقل نمائیم و مساوی جوش علاوه بر نیرو لنگر نیز به حساب آوریم

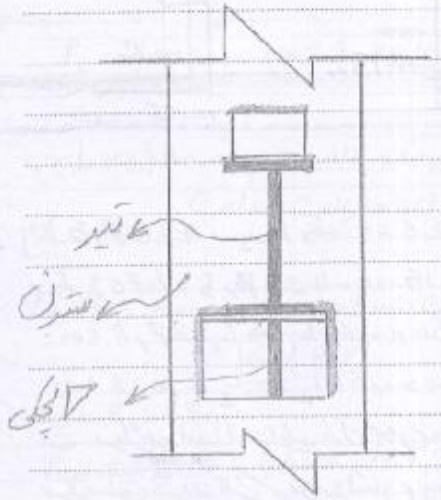


در اثر لنگر ایجاد شده در جوش افقی بالا نیروی کششی و در جوش افقی پائین نیروی فشاری و در جوش عمودی نیروی برشی ایجاد می شود.

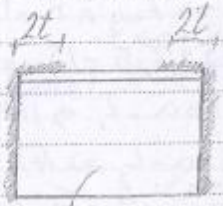
اتصالات تیر به ستون:

اتصالات تیر به ستون عمدتا به سه دسته گیردار، مفصلی می باشند.

اتصالات مفصلی عمدتا به سه شکل نشیمن، ساده نشیمن ایجاد می شوند.



t: بعد جوش



نشیمن

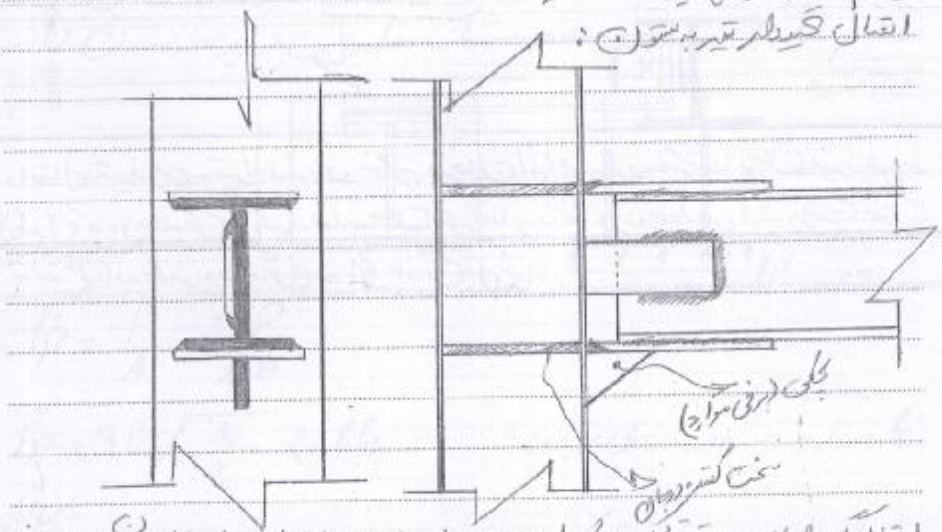
www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

اتصال با استفاده از یک نبشی نشیمن و یک نبشی بالا انجام می‌شود. باری اتصال توسط نبشی نشیمن است و نبشی بالا که نبشی حداقل نقاط جوشکاری از جوش بال بالای تیر می‌باشد. نبشی بالا به بال بالای تیر به طول کامل جوش می‌شود اما برای جوشکاری از ایجاد گیرداری در اتصال به ستون فقط به مقدار ۱۰ میلیمتر جوش می‌شود نبشی پایین به ستون فقط در قسمت بالای خود جوش می‌شود نبشی پایین به ستون در دو خط عمودی خود جوش می‌شود جوش‌های انجام شده در خطوط عمودی ۲ میلیمتر کمتر از جوش در قسمت بالا نبشی گیرداری می‌شود برای جلوگیری از گیرداری اتصال بهتر است بین نقاط نبشی جوش نشود. اتصال تیر به نبشی نشیمن با یک جوش حداقل انجام می‌شود این جوش برای جلوگیری از لقی‌شدن تیر مورد نبشی می‌باشد و در مواردی که جهت جلوگیری از خم شدن نبشی نشیمن در داخل آن در زیر بال تیر یک لچکی به شکل مثلث قرار داده می‌شود به جای نبشی نشیمن می‌توان از صفحه ورق نشیمن به همراه لچکی نیز استفاده کرد.

اتصال گیردار تیر به ستون :



اتصال گیردار از سه ورق تشکیل شده است ورق اتصال بال پایین بال بالا جان تیر و ورق مواردی در ورق پایین از لچکی یا نبشی نیز استفاده می‌شود ورق‌های بالا و پایین عموماً در محاذات ستون به صورت قطع شکل برش داده شده (اصطلاحاً کونیک Conic) یا جوش

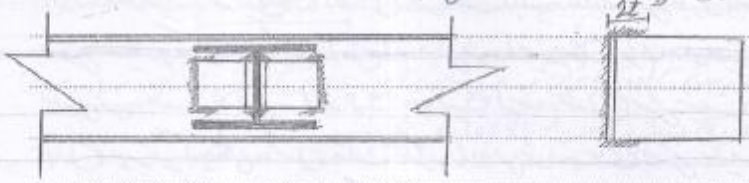
www.iransaze.com

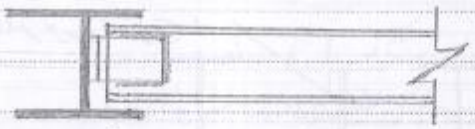
Date : / /

Subject :

تقویت بتن جوش می‌شود. تأمین نگهداری اتصال و تحمل تنش وارده در اتصال به عهده این ورق می‌باشد معمولاً ورق با شکل لنگه‌ای می‌باشد. ورق جان از یک سمت بتن وارد تحت تنش جان تیر متصل می‌شود. تحمل نیروی برشی وارد در اتصال بر عهده این ورق می‌باشد معمولاً در جان بتن روی ورق‌های بالا و پایین برای جلوگیری از ایجاد خمش موضعی و جاری شدن موضعی جان و بال بتن از بتن کنده استفاده می‌شود.

اتصال مفصلی تیر فرعی به بال یا اتفاده از نبشی جان:





اتصال تیر فرعی به تیر اصلی با دو نبشی در جان انجام می‌شود. نبشی‌ها به جان تیر فرعی به طول کامل جوش می‌شوند اما به جان تیر اصلی فقط در دو خط عمودی و برگشت جوش می‌شوند. در دو لبه بعد جوش می‌شود.

www.iransaze.com

Date : 87/2/23 جلسه نهم

Sahject : ⑧

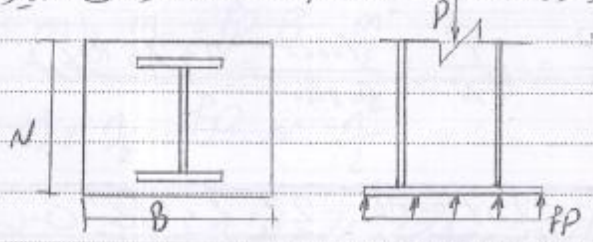
صفحه ستون :

صفحه ستون ها وظیفه انتقال بار از ستون ها به پی را دارند

انتخاب طول و عرض پی ستون :

طول و عرض صفحه ستون باید به گونه ای باشد که تنش در زیر صفحه ستون به خوبی پخش شده و از مقدار مجاز بیشتر نشود.

صفحه ستون معمولاً به شکل مربع انتخاب می شود. از لحاظ اجرایی برای آماده سازی و اتصالات ستون به صفحه ستون در داخل صفحه ستون به خوبی جا شوند بهتر است ابعاد صفحه ستون حداقل ۵ سانتی متر از ابعاد ستون اختیار شوند همچنین بهتر است ستون در مرکز صفحه ستون قرار داده شود (حالتی که به ستون تنش یا بارگذاری وارد نشود و لنگر خمشی وارد نشود و ستون در مرکز صفحه ستون قرار داشته باشد تقریبا تنش در زیر صفحه ستون به صورت یکنواخت خواهد بود در این حالت با تقسیم بار محوری به مساحت صفحه ستون مقدار تنش در زیر صفحه ستون حاصل می شود.



تنش در زیر صفحه ستون

$$f_p = \frac{P}{A} = \frac{P}{N.B}$$

$$F_p = 0,3 f_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} < 0,6 f_c$$

تنش مجاز

f_c : مقاومت مشخصه بتن پی

A_1 : سطح مقطع بدنه صفحه ستون

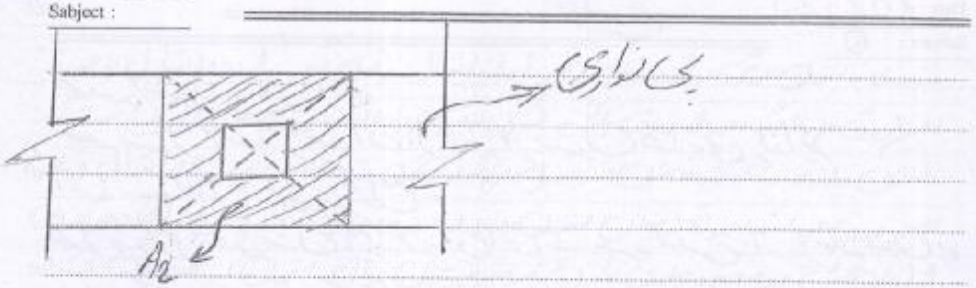
A_2 : حداکثر سطحی از شالوده که هم مرکز و متشابه با سطح زیر ستون

$f_p < F_p$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :



مثال) به یک صفحه ستون نیروی فشاری 70ton وارد می شود صفحه ستون دارای ابعاد 40×40 و پی زیر آن نیز 160×160 سانتی متری باشد اگر مقاومت بتن $225\ kg/cm^2$ باشد مطلوبیت ؟

کنترل ابعاد صفحه ستون، ستون در وسط صفحه ستون قرار دارد و لنگر خمشی به ستون وارد نمی شود چون ستون در وسط صفحه ستون قرار دارد و به آن لنگر خمشی وارد نمی شود توزیع تنش در زیر صفحه ستون یکنواخت است و طبق رابطه زیر عایه می شود :

$$fp = \frac{P}{A} = \frac{P}{B \cdot N} = \frac{70000}{40 \times 40} = 43{,}75\ kg/cm^2$$

$$FP = 0{,}3 \times 225 \sqrt{\frac{160 \times 160}{40 \times 40}} = 270 \leq 0{,}6 f'c$$ غ.ق.ق

چون مقدار عایه شده برای تنش مازاد بیش از $0{,}6 f'c$ و لیت مقاومت مجاز بعان $0{,}6 f'c$ می گیریم

$$Fp = 0{,}6 \times 225 = 135\ kg/cm^2 \qquad 43{,}75 < 135 \surd$$

$$fp < Fp$$

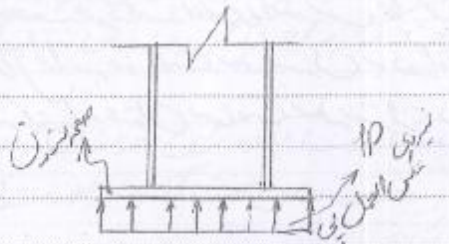
چون تنش موجود از تنش مجاز کمتر است ابعاد صفحه ستون مناسب است.

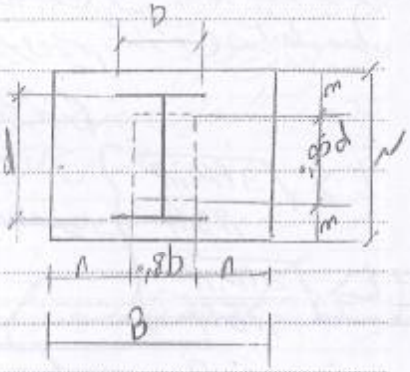
www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

ثانیاً ـ خمش عرضی:





$$n = \frac{B - 0{,}8b}{2}$$

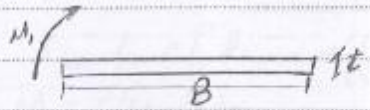
$$m = \frac{N - 0{,}95d}{2}$$

$$M_1 = (fp.B.m) \times \frac{m}{2} = fp.B.\frac{m^2}{2}$$

$$M_2 = (fp.N.n) \times \frac{n}{2} = fp.N.\frac{n^2}{2}$$

M_1 : لنگر ایجاد شده حول محور برای افقی

M_2 : لنگر ایجاد شده حول محور برای عمودی



$$S = \frac{I_x}{C}$$

تنش خمشی ایجاد شده در مقطع برای افقی

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{M_1}{\frac{B.t^2}{6}} = \frac{fp.B.m^2}{2 \times \frac{Bt^2}{6}} = \frac{3fp.m^2}{t^2}$$

عمودی $f_b = \frac{3fp.n^2}{t^2}$

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

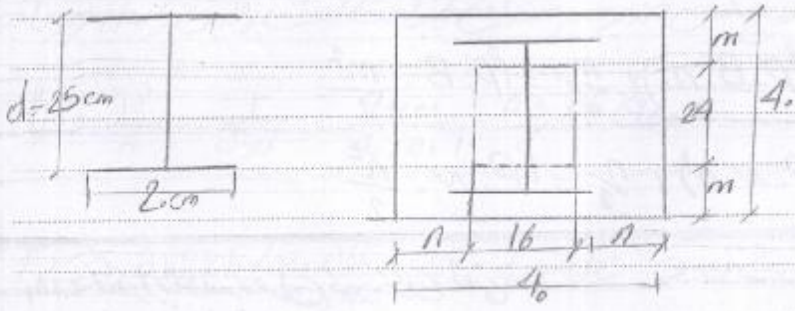
تنش های فشنی بدست آمده از تنش بار فشنی کمتر باشد چون کمانش کمانه صفحه خودحالت انتظاری باشد تنش بار فشنی را می توان $0.75F_y$ در نظر گرفت (چنان برای محاسبه ضخامت صفحه ستون به دو رابطه زیر می رسیم که از این دو رابطه مقدار بزرگتر را به عنوان ضخامت صفحه ستون در نظر می گیریم.

$$t \geq \sqrt{\frac{3fp.m^2}{0.75f_y}}$$

$$t \geq \sqrt{\frac{3fp.n^2}{0.75f_y}}$$

} مقدار بیشتر

مثال) ستون فولادی ستون بتنی آنکل با ارتفاع 25cm و عرض بال 20cm باشد مطلوبیت انتخاب ضخامت مناسب برای صفحه ستون ؟



$0.8b = 0.8 \times 20 = 16$

$0.95d = 0.95 \times 25 = 23.75 \sim 24\ cm$

$$A = \frac{40 \times 16}{2} = 12 \qquad t \geq \sqrt{\frac{3fp.m^2}{0.75f_y}} = \sqrt{\frac{3 \times 43.75 \times 8^2}{0.75 \times 2400}} = 2.16\ cm$$

$$m = \frac{40 - 24}{2} = 8 \qquad t \geq \sqrt{\frac{3fp.n^2}{0.75f_y}} = \sqrt{\frac{3 \times 43.75 \times 12^2}{0.75 \times 2400}} = 3.24\ cm$$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :

از دوستان بیست آمده عدد بزرگتر یعنی 3,24 را انتخاب می کنیم باقیمانده بر آنند که در این روش معمولاً ضخامت بیست آمده برای ضخامت ستون زیاد و غیر اقتصادی می باشد می توان با تغییر روش های سخت کننده در جهت ستون ضخامت مورد نیاز برای ضخامت ستون را کاهش داد.

(سخت کننده یا استفنر)

مثال) اگر ممان یک ضخامت ستون 1200 kg/cm باشد ضخامت آن چند سانتی متر است؟

$M = 1200\ kg/cm$

$f_b = \frac{6M}{t^2} \leq F_b = 0,75F_y$ کنترل در یک سانتی متر ضخامت ستون

$f_b = \frac{6 \times 1200}{t^2} \leq 0,75 \times 2400 = 1800$

$\frac{7200}{t^2} \leq 1800 \Rightarrow \frac{7200}{1800} \leq t^2 \Rightarrow 4 \leq t^2 \Rightarrow t \geq 2\ cm$

مثال) یک ضخامت ستون ممان ماکزیمم 7500 kg/cm را چقدر است؟

$M = 7500\ kg/cm$

$f_b = \frac{6M}{t^2} \leq F_b = 0,75F_y \quad f_b = \frac{6 \times 7500}{t^2} \leq 0,75 \times 2400 = 1800$

$\frac{45000}{t^2} \leq 1800 \Rightarrow \frac{45000}{1800} \leq t^2 \Rightarrow 25 \leq t^2 \Rightarrow t \geq 5\ cm$

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

بلت ها در صفحه ستون :

معمولاً به جداول چهار بلت برای اتصال صفحه ستون به پی در چهار گوشه صفحه ستون نیاز است.

قطر بلت ها باید حداقل 18 mm باشد. قطر بلت برای تحمل نیروی کشش ستون و نیروی برشی ستون می باشد که این نیروها معمولاً ناشی از باد زلزله و یا دینامیکی می باشد. اما اگر هیچ نیروی برشی و کششی نباشد برای تثبیت صفحه ستون و یک پارچه سازی آن با پی نیز بر اساس حداقل چهار بلت اجباری است بلت ها در برابر نیروهای کششی باید برای تنش مجاز 33Ksi و در برابر نیروی برشی با تنش مجاز 17Ksi کنترل شود.

که Ksi تنش کیلو پوند بر اینچ مربع می باشد.

نکته : در زیر صفحه ستون پس از بتن ریزی پی یک ملات حاوی ریزدانه و با عیار سیمان بالا ریخته می شود استفاده از این ملات باعث می شود که یک سطح صاف در زیر صفحه ستون جهت انتقال مناسب تر بارها به پی ایجاد شود.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : 87, 3, 6 جلسه دهم

Subject :

پیچ:

اتصالات پیچی نوع دیگری از اتصالات می باشد این اتصالات نسبت به اتصالات جوشی داری کیفیت و هزینه بالاتری می باشد این اتصالات می تواند با استفاده از آلیاژهای A III , A II کد سرت زده شده جدی آیند نظیر بلتهای پیچ و پیچ ها پر مقاومت ایجاد می شود.

اتصالات پیچی بر حسب نوع اعمال به دو نوع اتکایی و اصطکاکی نیز تقسیم بندی می شود در اتصالات اتکایی پیچ و مهره آنقدر سفت نمی شوند که صفحه بتواند نسبت به یکدیگر حرکت کنند تا در نهایت به آنها در اتصالات استاندارد قطر سوراخ از قطر پیچ بیشتر اختیار می شود در قطعه در این صورت نمی تواند نسبت به هم حرکت کنند.

قطر پیچ: d

قطر سوراخ: d + 2mm

در اتصال اصطکاکی محدودیت به حالت اتکایی با استفاده از آچارهای مخصوص پیچ را حالت عمل پیدا نموده می شوند به گونه ای که در قطعه نسبت به هم کاملا محکم شده و اجازه هیچ حرکتی را نداشته باشند.

هر قطعه جوشی اتصالات پیچی نیز برای تحمل نیروهای برشی و محوری در سطح مقطع خود باید طراحی شوند.

تنش مجاز برای پیچ ها در برابر نیروی محوری کشش:

در اتصالات پیچی که با استفاده از پیچ با میلگردهای رزوه شده ای با تنش برش محوری

$F_t = 0.33 F_u$

$F_t = 0.38 F_u$

در حالات پیچ ها در مقاومت های

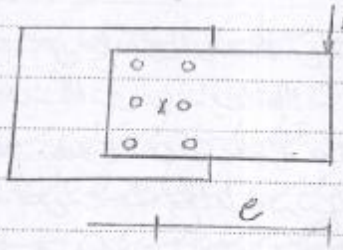
می باشد اتصالات جوشی در حالتی که بار وارد بر اتصال نسبت به مرکز ثقل اتصال خارج از مرکز باشد در طراحی اتصال باید علاوه بر اثر بارهای محوری یا برشی لنگر پیچشی یا خمشی ناشی از این بدون مرکزیت نیز را در نظر می گیریم در این حالت باید در مقاومت پیچ ها تنش در پیچی را محاسبه

www.iransaze.com

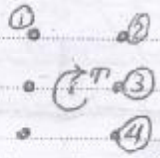
Date : / /

Subject :

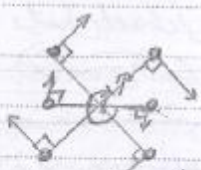
گفتیم که در اثر ترکیب بارهای برشی و پیچشی یا برشی و فشاری یا ... دو جا بیشترین تنش بوجود می‌آید.



$T = P.e$



به عنوان مثال در این چاه‌ها به علم بار P مثبت به مرکز اعمال بول اضافه گشت T را داریم که در نتیجه در اعمال علاوه بر نیروی P که به صورت برشی است یک لنگر پیچشی نیز ایجاد می‌شود.



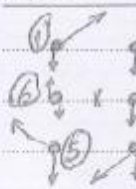
نیروی برشی P در پیچ‌ها ایجاد کشش یکنواخت به سمت پائین می‌نماید که مقدار آن برابر حاصل تقسیم نیروی P به مجموع تعداد مقطع پیچ‌هاست اما لنگر پیچشی در پیچ‌های مختلف ایجاد پیچ با مقادیر و جهات متفاوت می‌نماید برای تشخیص جهت نیروی ایجاد شده در هر پیچ در اثر پیچش می‌توان از مرکز اعمال به مرکز پیچ مورد نظر خط وصل نمود جهت نیرو عمود بر جهت این خط و جهت آن به سمت خارج بودن لنگر پیچش دانسته می‌شود هر چقدر فاصله مرکز پیچ تا مرکز اعمال بیشتر باشد در پیچ نیروی بیشتری ایجاد می‌شود.

به عنوان مثال در اینجا پیچ‌های شماره ۱ و ۲ و ۵ و ۶ نسبت به پیچ‌های ۳ و ۴ نیروی برشی بیشتری دارند.

KAVOSH

www.iransaze.com

Date : / /
Subject :



کم پیچیدگی ترین پیچ، پیچی است که تنش های ایجاد شده در آن در یک راستا باشد. پیچش T در خلاف جهت عقربه های ساعت در ابتدای پیچ و در جهت عقربه های ساعت در انتهای پیچ می باشد. به سه پیچ بعدی پیچ های مرکب می گویند.

در پیچ های مرکب مولفه های قائم با هم هم جهت است و تنش های برشی ایجاد می شود. در پیچ شماره 3 با توجه به آنکه این پیچ نسبت به مرکز اتصال نسبت به دو پیچ دیگر نزدیکتر است پس تنش موجود در آن در اثر پیچش کمتر از دو پیچ دیگر است پس دو پیچ شماره 1 و 2 بیشتر تنش می پذیرند.

برای تشخیص پیچ بحرانی در مسائل مشابه به نکات زیر توجه می کنیم:

1- در کدام پیچ ها تنش های ایجاد شده از برش و پیچش هم جهت می باشد و هر کدام را جداگانه محاسبه می کنیم.

2- کدام پیچ ها بیشترین فاصله را از مرکز اتصال دارند.

فاصله بین مراکز پیچ ها در اتصالات پیچی:

اتصالات پیچی باید به گونه ای طراحی شوند که فاصله مرکز تا مرکز دو پیچ متوالی از سه برابر قطر پیچ کمتر نشود. همچنین فاصله مرکز پیچ های کناری تا لبه قطعه نباید از دو برابر قطر پیچ کمتر باشد.

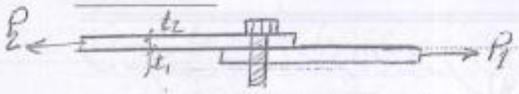
تنش های کمکی در پیچ ها:

داشتن نیروی برشی و در اتصال علاوه جانبی پیچ با سطح مماس در نقطه تماس پیدا می کند و در نتیجه سطح جانبی سوراخ تحت تنش قرار می گیرد و تمایل به شکستن پیدا می کند. تنش ایجاد شده به این طریق را تنش لگدی می نامند و مقدار آن برابر حاصل تقسیم نیروی قطر پیچ بر مساحت قطعه ای می باشد که مماس بر سطح جانبی است که تنش است یک تنش متوسط در راستای طولی پیچ بر قطر پیچ و ضخامت قطعه است.

www.iransaze.com

Date : / /

Subject :

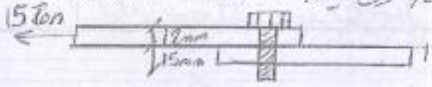


$$f_{P_1} = \frac{P}{t_1 \cdot d} \quad , \quad f_{P_2} = \frac{P}{t_2 \cdot d}$$

تنش کششی مجاز

$$f_{P_1}, f_{P_2} \leq FP \qquad FP = 1,2\ FU \rightarrow$$

مثال) در شکل زیر دو ورق فولادی به ضخامت‌های 12mm و 15mm با استفاده از دو پیچ به قطر 20mm به یکدیگر متصل شده‌اند. به هر یک از ورق‌ها نیروی 15ton وارد می‌شود. مطلوب است کنترل تنش برشی و تنش کششی در اتصال. تنش مجاز برشی در پیچ را $2\ FU$ و فولاد کنید.



تنش کششی مجاز

$$F_V = 0,2\ FU \rightarrow$$

برای پیچ

$$FU = 8000\ kg/cm^2$$

برای قطعه

$$FU = 3700\ kg/cm^2$$

تنش برشی

$$f_V = \frac{P}{N.A} \rightarrow \frac{15000}{2\left(\frac{\pi \times 2^2}{4}\right)} = 23,87\ kg/mm^2 = 2387\ kg/cm^2$$

تعداد پیچ ← سطح مقطع پیچ

$$F_V = 0,2 \times 8000 = 1600\ kg/cm^2 \qquad 2387 > 1600$$ ناامن

کنترل تنش کششی ورق پایین:

$$fP = \frac{P}{N.d.t_1} = \frac{15000}{2 \times 2,0 \times 1,5} = 2500\ kg/cm^2$$

$$FP = 1,2 \times 3700 = 4440\ kg/cm^2 \qquad 2500 < 4440$$ امن

KAVOSH

www.iransaze.com

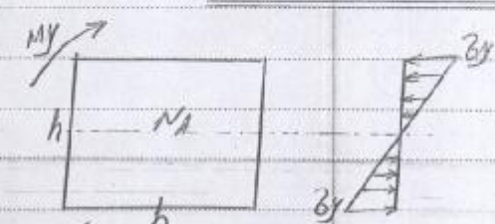
Date : / /
Sabject :

کنترل تنش کمینگی دستی بالایی :

$$fp = \frac{15000}{2 \times 2 \times 1,2} = 3125 \ kg/cm^2$$

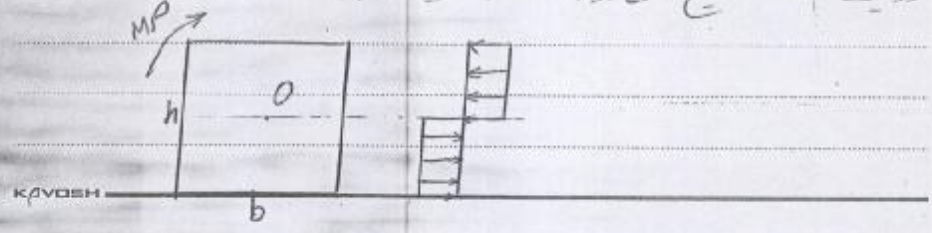
$3125 < 4440$ ق.ق

خمش پلاستیک :



My : خمش تیر متقارن یعنی خمشی که باعث ایجاد تنش تیر در دورترین تارهای کششی متقارن می‌شود.
در این حالت توزیع تنش خطی است و در بالا و پایین مقطع برابر تنش تیر می‌باشد.

پس اگر مقدار لنگر افزایش یابد در قسمت بالا و مقطع چون به تنش تیر رسیده است تنش اضافه می‌شود
اما در قسمت‌های پایین تر که هنوز به تنش تیر نرسیده‌اند تنش اضافه می‌شود تا به حد تنش برسد
در این حالت توزیع تنش به صورت دو ذوزنقه در می‌آید.
اگر این خمش را نیز؟ تقریر افزایش دهیم کل مقطع به تنش تیر برسد گفته می‌شود که این
حالت را Mp یعنی خمش پلاستیک می‌نامیم
در این حالت توزیع تنش در هر دو مستطیل در می‌آید.



KAVOSH

Date : / /
Sabject :

مقاطع خمش پلاستیک با تشکیل مفاصل تعادل کلیه مقاطع زیر مطالعه می شود.

$$\overleftarrow{\Sigma M_O} = 0 \Rightarrow -MP + (Zy + b.\frac{h}{2})\frac{h}{4} + (Zy.\frac{b.h}{2})\times\frac{h}{4} = 0$$

$$\Rightarrow -MP + Zy.\frac{bh^2}{8} + Zy.\frac{bh^2}{8} = 0 \Rightarrow -MP + Zy.\frac{bh^2}{4} = 0$$

$$MP = Zy.\frac{bh^2}{4} \Rightarrow MP = 2.Zy$$

مدول پلاستیک مقطع $Z = \frac{bh^2}{4}$ $\qquad My = Zy.S$

$$S = \frac{b.h^2}{6} \qquad \frac{MP}{My} = \frac{Zy.\frac{b.h^2}{4}}{Zy.\frac{bh^2}{6}} = \frac{3}{2} = 1,5$$

همان عددی که مشاهده می شود ضریب پلاستیک مقطع 1,5 برابر حالت الاستیک آن می باشد این نسبت در مقاطع دیگر متفاوت است در مورد مقاطع IPE متداول این نسبت بین 1,1 تا 1,26 متغیر است.

$$\frac{MP}{My} = \frac{Z}{S} > 1$$

KAVOSH