NEW

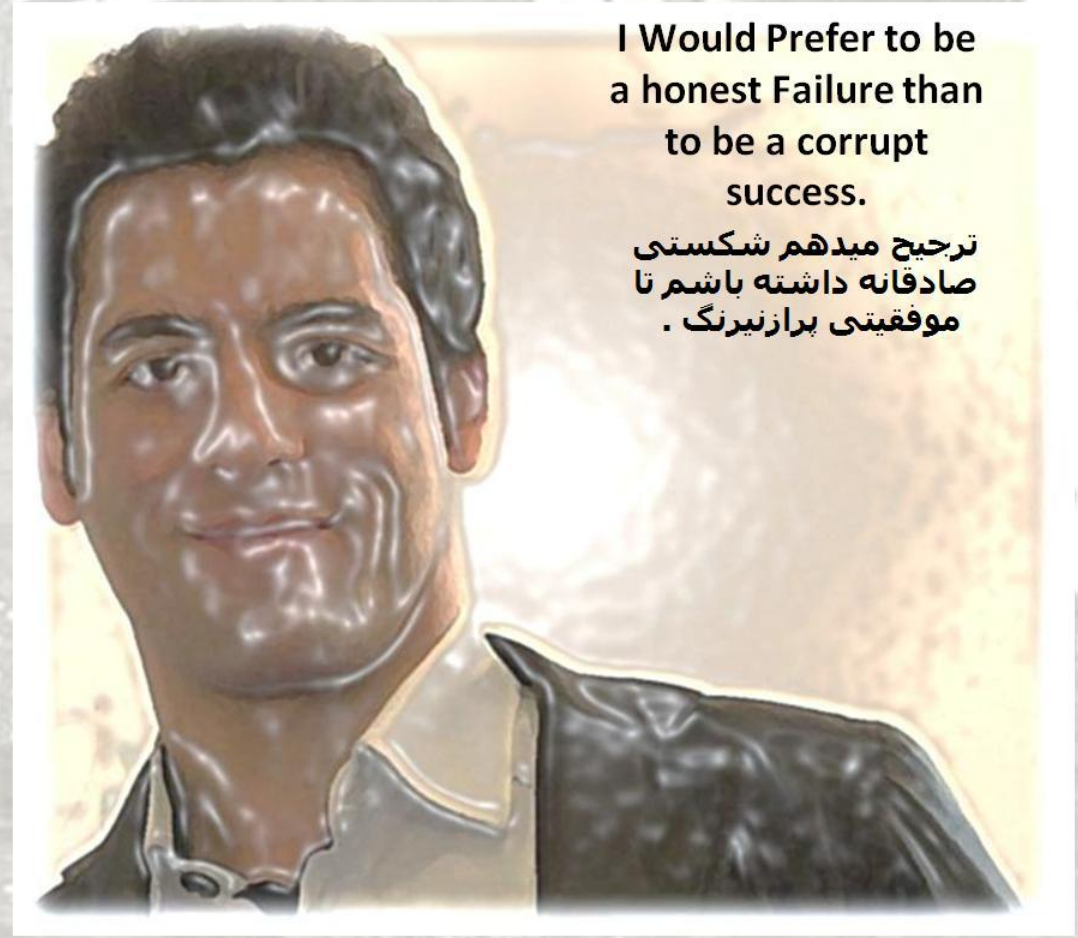
سازه های فولادی

منطبق بر مبحث دهم
مقررات ملی ساختمان

© ۲۰۱۲ میثم برزگر

mey30.persiangig.com
MEYSAM4366@YAHOO.COM

MEYSAM4366@YAHOO.COM



mey30.persiangig.com
MEYSAM4366@YAHOO.COM

MEYSAM4366@YAHOO.COM

فهرست

- پیش گفتار
- فولاد و خواص آن
- قطعات کششی
- جوش
- پیچ
- قطعات فشاری
- صفحه ستون
- اتصالات
- قطعات خمشی
- تیر ورق
- مقاطع مختلط

MEYSAM4366@YAHOO.COM

پیش گفتار

MEYSAM4366@YAHOO.COM

برخی آئین نامه های طراحی

AISC	✓ آئین نامه فولاد آمریکا
AREA	✓ آئین نامه راه آهن آمریکا
DIN-413	✓ آئین نامه(ساختمان فولادی) آلمان
DIN-1050	✓ آئین نامه(ساختمان فولادی) آلمان
BS-449	✓ آئین نامه(ساختمان فولادی) انگلیس
BS-153	✓ آئین نامه پلسازی انگلیس
CM-66	✓ آئین نامه (ساختمان فولادی) فرانسه

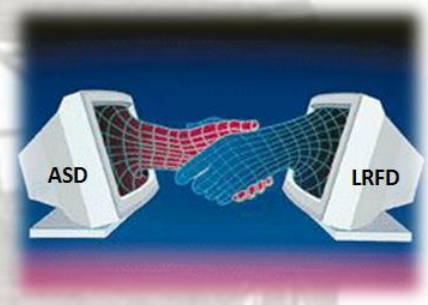
MEYSAM4366@YAHOO.COM

✓یک سازه باید:

حداقل هزینه های طراحی و ساخت –وزن – زمان ساخت – نیروی انسانی بکارگرفته شده وحداکثر بازدهی را داشته باشد.

گامهای طراحی یک سازه :

MEYSAM4366@YAHOO.COM



روشهای اصلی در طراحی

LRFD & ASD

MEYSAM4366@YAHOO.COM

- روش تنش های مجاز (ASD) Allowable Stress Design

دراین روش اعضا چنان طراحی می شوند که حداکثر تنش ایجاد شده در اعضا درکلیه حالات بارگذاری کمترازتنشهای مجاز باشد.

اگر S مقاومت سازه(Strength)و L بار وارد بر سازه(Load) باشد و ϕ (فی) ضریب کاهش مقاومت و همواره کوچکتر از یک: $\phi<1$

و γ (گاما) ضریب تشدید باروهمواره بزرگتر از یک باشد: $\gamma > 1$

آنگاه ضریب اطمینان دراین روش باید بزرگتر از یک باشد:

$$\phi S \geq \gamma L \Rightarrow F.S = \frac{S}{L} \quad \phi\ 1$$

در آئین نامه AISC برابر F.S=۱/۶۷

MEYSAM4366@YAHOO.COM

- روش طراحی برمبنای ضریب بار و مقاومت (LRFD)

Load and Resistance Factor Design

دراین روش که به روش طراحی درحالات حدی مرسوم است سازه باید طوری طراحی شود که با ایمنی مشخص تحت هیچ یک ازشرایط نامساعد بارگذاری به هیچ یک از حالات حدی نرسد.

(Φ برای ستونها ۰/۸۵ & قطعات کششی ۰/۷۵ الی ۰/۹ & قطعات خمشی ۰/۹ & پی های بتنی ۰/۶)

حالات حدی:

۱-حدی نهایی: گسیختگی و کمانش (در این حالت حداکثرظرفیت باربری عضو فرا می رسد).

۲-حدی بهره برداری: تغییر شکل ،لرزش ،ترک و پایایی

$$\phi S \geq \sum \gamma_i L_i$$

در آئین نامه AISC برابر F.S=۱/۷

MEYSAM4366@YAHOO.COM

D بار مرده
L بار زنده
Lr بار زنده بام
R بار باران یا یخ زده گی
S بار برف
E بارزلزله
W بار باد

بارگذاری عادی :

$U = 1.4D$

$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

بارگذاری فوق العاده :

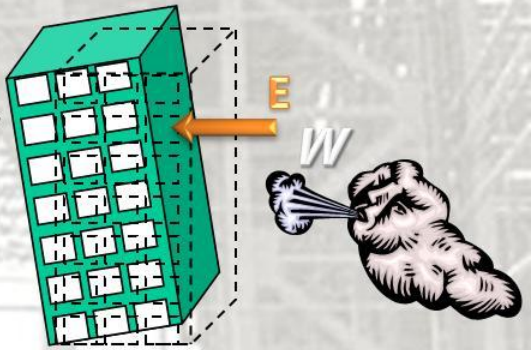
$U = 1.2D + 1.6 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + (0.5\ L \text{ یا } 0.8\ W)$

$U = 1.2D + 1.3W + 0.5\ L + 0.5 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

$U = 1.2D + 1.5E + (0.5 \text{ یا } 0.2)\ S$

*درهر مکانی که بارزنده ی آن بیش از $500\ kg/m^2$ باشد ضریب L برابر یک اختیار می گردد.

اگر حالت از جا کندگی (واژگونی) مطرح باشد:



$U = 0.9D - 1.3W \text{ یا } 1.5\ E$

*بار مرده ۱۰٪ کم شده تا بتواند خطای اضافه تخمین بار مرده را جبران کند.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مثال:

اگردرطراحی عضوی فولادی بارهای واقعی ۱۵ % بیش ازمقدارموردانتظار و مقاومت واقعی طرح۲۰ % کمتراز میزان محاسبه شده باشد,مطلوبست تعیین ضریب اطمینان طراحی.

حل:

$$\gamma = 1 + 0/15 = 1/15$$

$$\phi = 1 - 0/2 = 0/8$$

$$F.S = \frac{S}{L} = \frac{\gamma}{\phi} = \frac{1/15}{0/8} = 1/4375$$

دقت شود : ضریب اطمینان باید حتما بزرگتر از یک باشد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

فولاد وخواص آن

MEYSAM4366@YAHOO.COM

یادتان باشد که :

$$1\ dan = 10N = 1Kg$$
$$1\ KN = 10^3\ N = 100\ Kg$$
$$1\ bar = 1\ \frac{dan}{cm^2} = 1\ \frac{Kg}{cm^2}$$

و اینکه : در سازه های فولادی از انواع مختلف فولاد ساختمانی در طراحی سازه ها استفاده می شود . فولاد نرمه بیشترین مصرف را در ساختمان دارا است . فولاد اعلاء نیز بعد از فولاد نرمه در اجرای سازه ها بکار می رود.

فولاد نرمه:

$F_y = 2300 \pm 100$	تنش تسلیم (bar)
$F_u = 3700$	تنش نهایی (bar)

مثلا پیچ های پر مقاومت

فولاد اعلاء:

$F_y = 2600 \pm 100$	تنش تسلیم (bar)
$F_u = 5200$	تنش نهایی (bar)

حروف بزرگ F برای بیان تنش های مجاز و حروف کوچک f برای بیان تنش های موجود

f_t و F_t: تنش موجود و مجاز کششی

f_a و F_a : تنش موجود و مجاز فشاری

f_b و F_b : تنش موجود و مجازخمشی

f_v و F_V : تنش موجود و مجازبرشی

MEYSAM4366@YAHOO.COM

تنش تسلیم : به تنشی اطلاق می گردد که دراغلب فولادهای متعارف ساختمانی مرزی معین بین عملکرد ارتجاعی وخمیری (الاستیک وپلاستیک) فولاد رسم کند.

درفولادهای پرمقاومت و اعلا به تنشی اطلاق می گردد که در آن تنش (σ)و کرنش (ε) فولاد دارای مقداری معین باشد.این کرنش تقریبا ۰/۵ درصد باشد.

یعنی اگر از تراز ۰/۲ درصد کرنش, خطی به موازات قسمت ارتجاعی رسم کنیم که منحنی (σ _ ε) فولاد را قطع کند نقطه متناظر با این تقاطع روی محور **ε** برابر ۰/۵ درصد باشد:

MEYSAM4366@YAHOO.COM

MEYSAM4366@YAHOO.COM

جوشکاری

در جوشکاری فولاد معمولا روش جوش خود محافظ قوس الکتریک استفاده می شود. (SMAW)

Shielded Metal Arc Welding

الکترود مورد استفاده در این روش با علائم E100xx و E90xx و...نشان داده می شوند.اعداد(۱۰۰و۹۰و...) نشان دهنده مقاومت کششی فلز الکترود می باشند بین: ۴۱۴۰ bar الی ۷۶۰۰ bar

1 bar = ۱/۰۲ kg/cm²

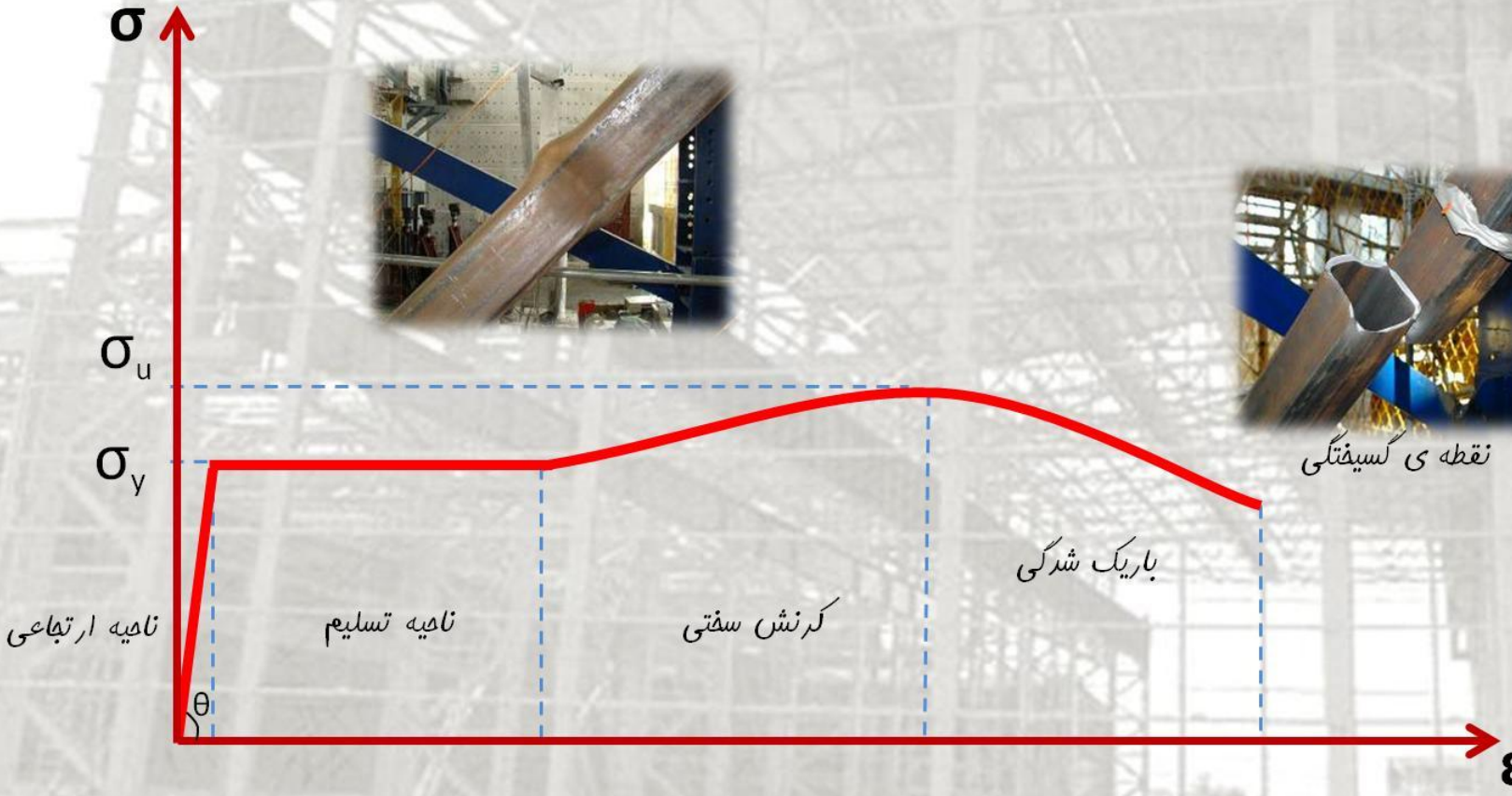
ارقام بعدی معرف وضعیت جوشکاری ,نوع جریان برق مصرفی ,نوع پوشش الکترود و ویژگی های قوس الکتریک می باشند.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

منحنی تنش-کرنش فولاد

به منظور ترسیم منحنی(σ _ ε) فولاد ,نیروی اعمالی بر نمونه مورد آزمایش را بر سطح مقطع آن تقسیم می کنند تاتنش بدست آید.کرنش نیز با تقسیم تغییر طول نمونه بر طول اولیه بدست خواهد آمد.

نقطه ی گسیختگی



MEYSAM4366@YAHOO.COM

تفسیر منحنی:

شیب منحنی در ناحیه ارتجاعی معرف مدول ارتجاعی(الاستیسیته (E)) است $(\theta=E)$ ومقدار آن برابر $2/1 \times 10^6 \ kg/cm^2$ است(مقدار واقعی $207000 \ bar$)

درناحیه ارتجاعی(خطی)پس از حذف عامل نیرو,منحنی روی خط بازگشته و تنش وکرنش صفر می شوند.

*مهندسین محاسب سعی می کنند با درنظر گرفتن ضریب اطمینان مناسبی تنش قطعات فولادی را دراین ناحیه نگه دارند.

هرگاه کرنش فولاد به ۲۰-۱۵ برابر کرنش حدارتجاعی برسد باردیگر فولاد در مقابل افزایش کرنش از خود سختی نشان می دهد ومنحنی با شیبی ملایم تراز ناحیه ارتجاعی صعود خواهد کرد که ضریب سختی کرنش در این ناحیه:

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_{st}} = E_{st}$$

این ناحیه (کرنش سختی) معمولاً برای منظور نمودن محدودیت های لازم برای کمانش کاربرد دارد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

نرمی : (Ductility)

تغییر شکل غیر قابل برگشت فولاد را نرمی فولاد گویند.در واقع نسبت کرنش نهایی به کرنش تسلیم

یا تغییر شکل نهایی به تغییر شکل ارتجاعی را نرمی, گویند.

$$\mu = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y} = \frac{\delta_u}{\delta_y}$$

چغرمگی : (Toughness)

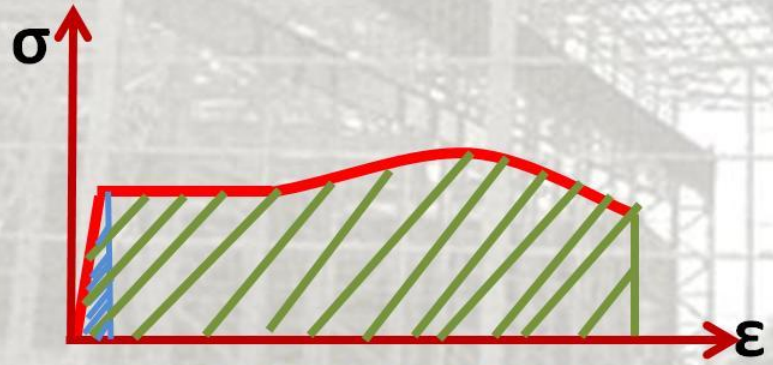
مقدار انرژی قابل جذب ارتجاعی وغیرارتجاعی توسط واحد حجم مصالح تا لحظه گسیختگی است.

هرگاه تنش تک محوری باشد مقدار چغرمگی برابر با سطح کل زیر منحنی (σ_ε) است.

فنریت : (Resilience)

قدرت جذب انرژی ارتجاعی است. سطح زیر منحنی (σ_ε) در ناحیه خطی.

ضریب فنریت مقدار انرژی ارتجاعی قابل جذب توسط واحد حجم مصالح رابیان می کند.



MEYSAM4366@YAHOO.COM

ضریب ارتجاعی برشی (G):

هرگاه نمونه تحت برش خالص قرارگیرد,منحنی تنش کرنش دارای قسمتی خواهد بود که شیب آن را ضریب ضریب ارتجاعی برشی نمونه گویند(مدول برشی).

$$G = \frac{E}{2(1+\upsilon)}$$

$$\frac{E}{3} < G < \frac{E}{2}$$

G برای فولادهای ساختمانی $۰/۸ \times ۱۰^{۶}\ kg/cm^2$ است.

نسبت پوآسون (υ) :

مقدار این نسبت از نسبت کرنش در راستای عمود بر محور کرنش بر راستای محور تحت اثرنیرو بدست می آید.برای حوزه ارتجاعی $\upsilon = ۰/۳$ و حوزه خمیری $\upsilon = ۰/۵$ است.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

تنش تسلیم برشی :

تنش تسلیم برشی برای فولاد برابر $\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ است.تنش خالص برشی در وضعیتی که صفحه گزرنده از المان با محورهای اصلی زاویه ای برابر ۴۵° میسازد رخ می دهد.در این حالت $\sigma_1=-\sigma_2$ است.

با توجه به تئوری گسیختگی انرژی اعوجاج (فن مایزز) :

$$\sigma_y^2=\sigma_1^2+\sigma_2^2-\sigma_1\sigma_2 \quad \rightarrow \quad \sigma_1=-\sigma_2$$

$$\sigma_1^2+\sigma_1^2-\sigma_1(\sigma_1)=3\sigma_1^2$$

$$\sigma_y^2=3\sigma_1^2$$

$$\sigma_1=-\tau_y=\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

اثرات دمابر فولاد:

وقتی دما در فولاد از مرز (افزایش) $95^{\circ}c$ میگذرد منحنی (σ _ ε) فولاد شکل خطی خود رااز دست می دهد.در این حالت در فولاد: خزش و شکل پذیری افزایش می یابد.

مدول الاستیسیته وتنش تسلیم و تنش نهایی ونیزمقاومت در برابر اکسید شدگی کاهش می یابد.

تردد شکنی: Brittle Fracture

نوع خرابی ازنوع فاجعه انگیز که بدون تغییر شکل اولیه خمیری که عامل هشدار است رخ می دهد.این رخداد سریع با افزایش دما (بیش از $540^{\circ}c$) وکاهش زیاد آن رابطه مستقیم داشته ومحتمل تر می گردد.البته با افزایش ضخامت به دلیل اثر پوآسون تاثیر بعدسوم ناچیز گشته وتمایل به تردد شکنی افزایش خواهد یافت.

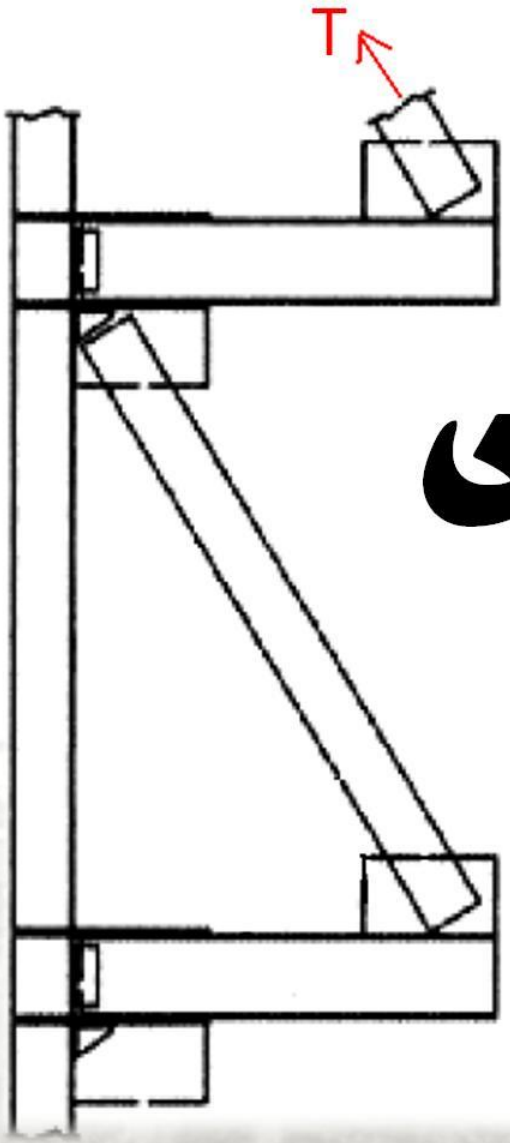
از عوامل موثر دیگر در این پدیده :تنشهای چند محوره-ترک وزخم -جوشکاری و بارهای دینامیکی هستند.

پارگی لایه ای: Lamella Tearing

نوعی تردد شکنی که در فولاد مبنا و در محل جوش رخ می دهد.به سبب انقباض شدید فلز جوش فلز مبنا در بعد ضخامت خود در سطحی موازی دو سطح خارجی ترک بر میدارد.

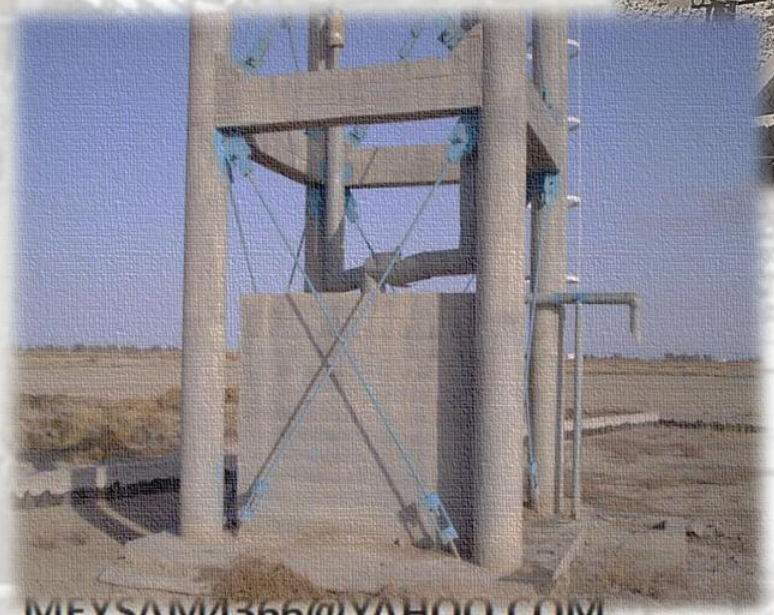
جهت ممانعت از این وضعیت طرح جوش در اتصال باید به نحوی باشد که انقباض جوش در جهت نورد قطعه انجام شود.

MEYSAM4366@YAHOO.COM



TENSION MEMBERS

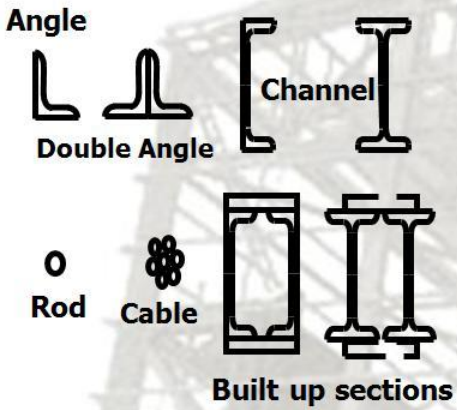
قطعات کششی



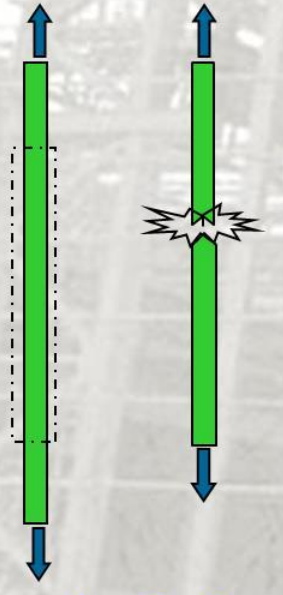
MEYSAM4366@YAHOO.COM

از قطعات کششی متداول می توان به کابلها , میلگردها ,نبشی ها و ناودانی های استفاده شده در مهاربند ها و دستکها اشاره کرد.

از نیمرخهای فوق معمولا بصورت ساده استفاده می گردد مگر وقتی که:



* ضریب لاغری($\lambda=\frac{kl}{r}$)نیمرخ ساده جوابگو نباشد.(اتصال تحت اثر وزن شکم می دهد)
* در انتهای قطعه جهت اتصال نیاز به مقطعی خاص باشد.
* نیروی کشش بیش از ظرفیت باربری عضو ساده باشد.
* تحت اثر توام خمش-کشش,قطعه نیاز به صلبیت جانبی بالایی داشته باشد.
* زیبایی عضو مد نظر باشد. در این صورت از قطعات مرکب استفاده می گردد.



روش طراحی قطعات کششی بر مقاومت نهایی آنها استوار است.

لذا دو نوع خرابی محتمل است:

* ازدیادطول بیش از حدقطعه تحت بارگذاری و * گسیختگی(پارگی) قطعه

MEYSAM4366@YAHOO.COM

جهت پیشگیری از وضعیتهای خرابی ذکر شده باید :

الف) $(f_t)_g \le (F_t)_g$

$$\frac{T}{A_g} \le ۰/۶\ F_y$$

ب) $(f_t)_e \le (F_t)_e$

$$\frac{T}{A_e} \le ۰/۵\ F_u$$

$T=\sigma \times A$

مقدار نیروی کششی مجاز (T) در موارد فوق:

$T= \min (۰/۵F_u.A_e \text{ و } ۰/۶F_y.A_g)$

f_t و F_t: تنش موجود و مجاز کششی

F_u تنش نهایی F_y تنش تسلیم

e مقطع موثر و g مقطع کلی

A_e سطح مقطع موثر

A_g سطح مقطع کل

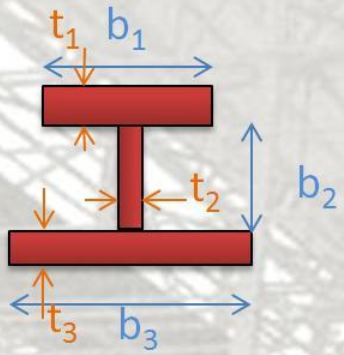
MEYSAM4366@YAHOO.COM

gross area

سطح مقطع کل (A_g) (ناخالص)

مساحت مقطع نیمرخ در حالت کلی است.در اینجا سطح نیمرخهای تشکیل دهنده ی یک قطعه را باهم جمع می کنیم.

$A_g = \Sigma\, b_i t_i$



$A_g = (b_1 t_1) + (b_2 t_2) + (b_3 t_3)$ ⟶ در اینجا $A_n = A_g$

net area

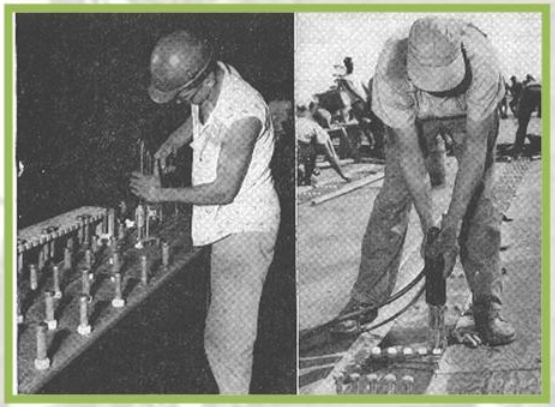
سطح مقطع خالص (A_n)

اگر قرار باشددر یک مقطعی سوراخهایی جهت عبور پیچ یا پرچ تعبیه گردد,سطح مقطع کل کاهش خواهد یافت.سوراخ ایجاد شده در سطح مقطع دارای تصویری مستطیلی اند با عرض t ضخامت وطول D قطر . مساحت این مستطیل باید از سطح کل کاسته شودتا سطح خالص بدست آید.

$A_n = A_g - (D \times t) \times n$ n تعداد سوراخ

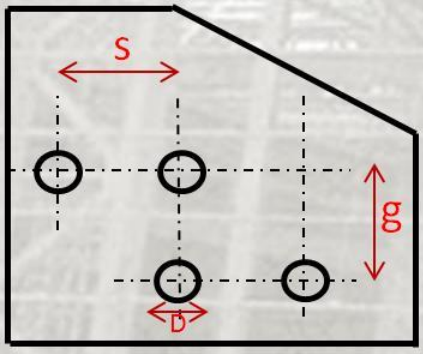
MEYSAM4366@YAHOO.COM

با توجه به اینکه سوراخ در مقطع به کدام روش تعبیه شده باشد در اطراف سوراخ مقداری لهیدگی وترک ایجاد خواهد شدبرای در نظر گرفتن این نقص قطر سوراخ را معمولا۱/۵ میلیمتر بیشتر در نظر می گیرند.



$$A_n = A_g - (D+1.5)\, t \times n$$

اگر سوراخ ها بنا به دلایلی در یک راستا نباشد فرمول محاسبه سطح خالص دستخوش تغییراتی میشود:

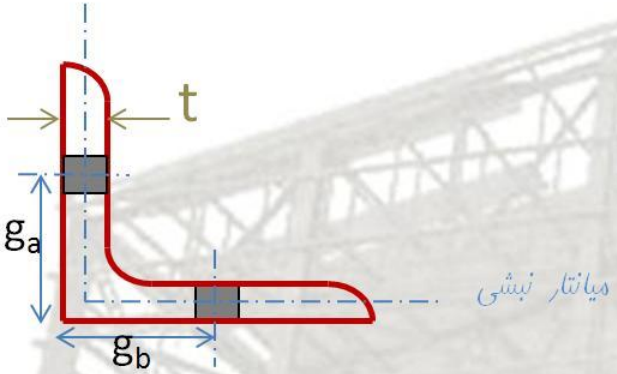


$$A_n = A_g - (\Sigma D \times t) + (\Sigma \frac{s^2}{4g} \times t)$$

*توجه داشته باشید که ممکن است دراین حالت سوراخها علاوه برقرارنداشتن دریک راستا بصورت نامنظم نیز قرار گرفته باشند. (sوg متفاوت)

MEYSAM4366@YAHOO.COM

سطح مقطع خالص (A_n) در نبشی



$$g = g_a + g_b - t$$

هر گاه در نبشی سوراخهایی در ساق یا ساقها تعبیه شده باشد برای استفاده از فرمول باید **g** رابصورت فوق محاسبه ودر فرمول قرار داد تا A_n را بتوان بدست آورد.

- در ناودانی ها نیز به روش فوق عمل می کنیم.
- در مقاطع **I** شکل سطح مقطع پروفیل را به چند قسمت تقسیم کرده وبرای هر جزء A_n را جداگانه بدست می آوریم،در انتها باهم جمع می زنیم.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

Block Shear Failure

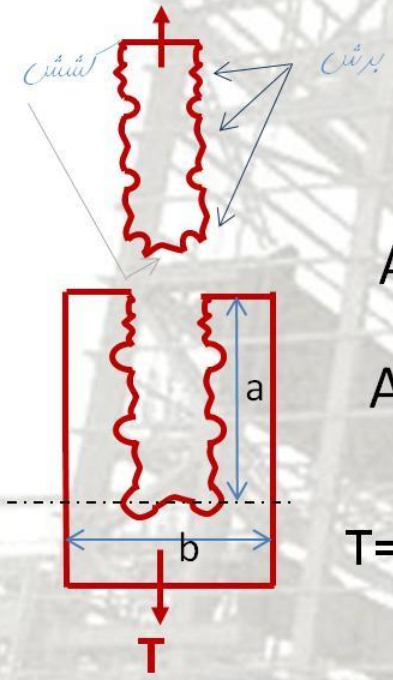
گسیختگی(برش) قالبی

حالتی از گسیختگی در اعضاء کششی است که بصورت یک پارگی در انتهای عضو در محیط جوش یا گروه پیچ رخ می دهد.در واقع ترکیبی از کشش وبرش روی می دهد.

A_v سطح مقطع برش

A_t سطح مقطع کشش

D قطر سوراخ

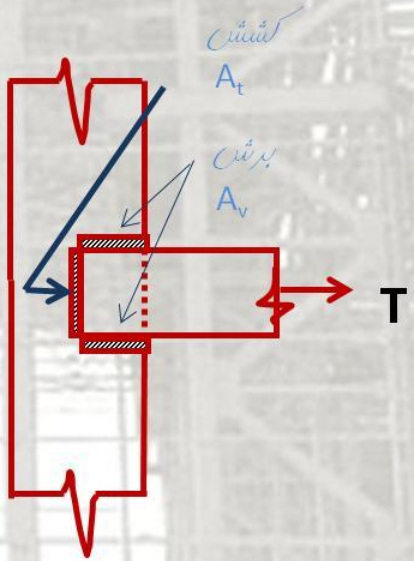


اتصال پیچی

$$A_v = 2[a - (2.5\ D) \times t]$$

$$A_t = [b - (D) \times t]$$

$$T = A_v(0.3\ F_u) + A_t(0.5\ F_u)$$



اتصال جوشی

$$T = 2\ A_v(0.3\ F_u) + A_t(0.5\ F_u)$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

Efficincy area

سطح مقطع موثر (A_e)

سطح مقطع موثر خالص برای اعضاء کششی :

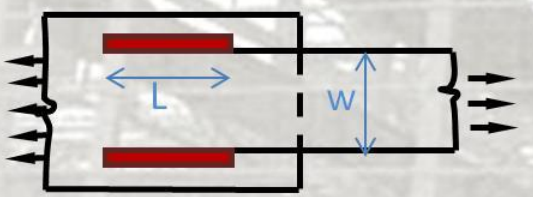
۱- اگر بار توسط تمام سطح مقطع بین اتصال منتقل شود : $A_e = A_n$

۲-هرگاه بار توسط قسمتی از اجزاء مقطع(نه همه آن)منتقل شود: $A_e = A_n(1-\frac{x}{L})$

L طول اتصال x فاصله صفحه اتصال از مرکز ثقل سطح مقطع

برای نبشی که توسط یک بال خود یا جفت نبشی که توسط دو بال خود به صفحه اتصال متصلند x برابر $\frac{1}{2}$ بال یا بالهای آزاد قطعه خواهد بود.

اگر اتصال جوشی باشد: $A_e = U \times A_n$ که U ضریب کاهش خواهد بود;



W< L <1.5W ⟶ U= 0.75

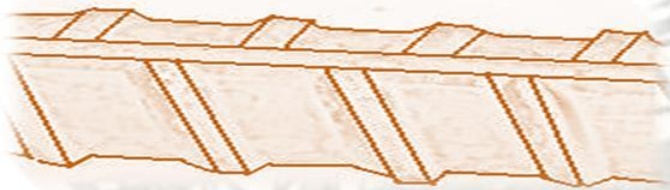
2W≤ L ⟶ U= 1

1.5W < L <2W ⟶ U= 0.87

در هر صورت L بایدبزرگتراز W باشد

✳اگر اتصال قطعات با وصله های کوتاه و عناصر اتصالی دیگرباشد: $A_e = \min(A_n \ , \ 0/85A_g)$

MEYSAM4366@YAHOO.COM



میلگرد های کششی :

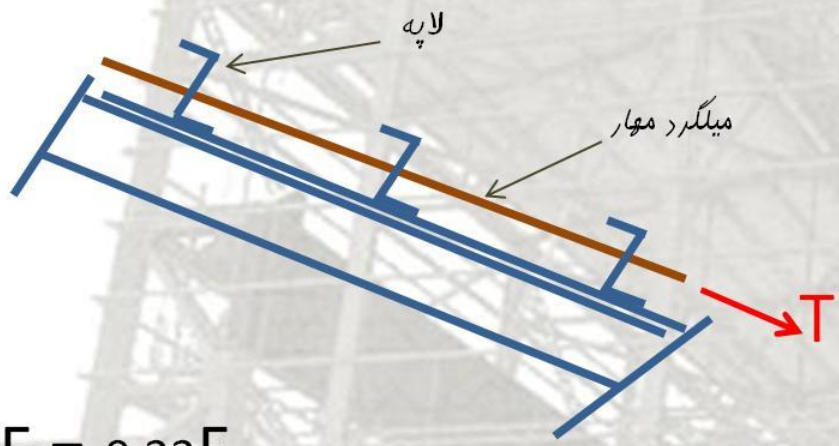
میلگردها از متداولترین و ساده ترین قطعات کششی اند.

ازکاربردها:

مهاربندی لاپه های ساختمانهای صنعتی

آویزهای مهار در سقفهای کاذب ومعلق

بادبندهای جانبی و ....



لاپه ممکن است ناودانی یا نیمرخ Z باشد.

$F_t = 0.33F_u$

$A_g = \frac{\pi D^2}{4}$

$T = 0.33F_u \times A_g$

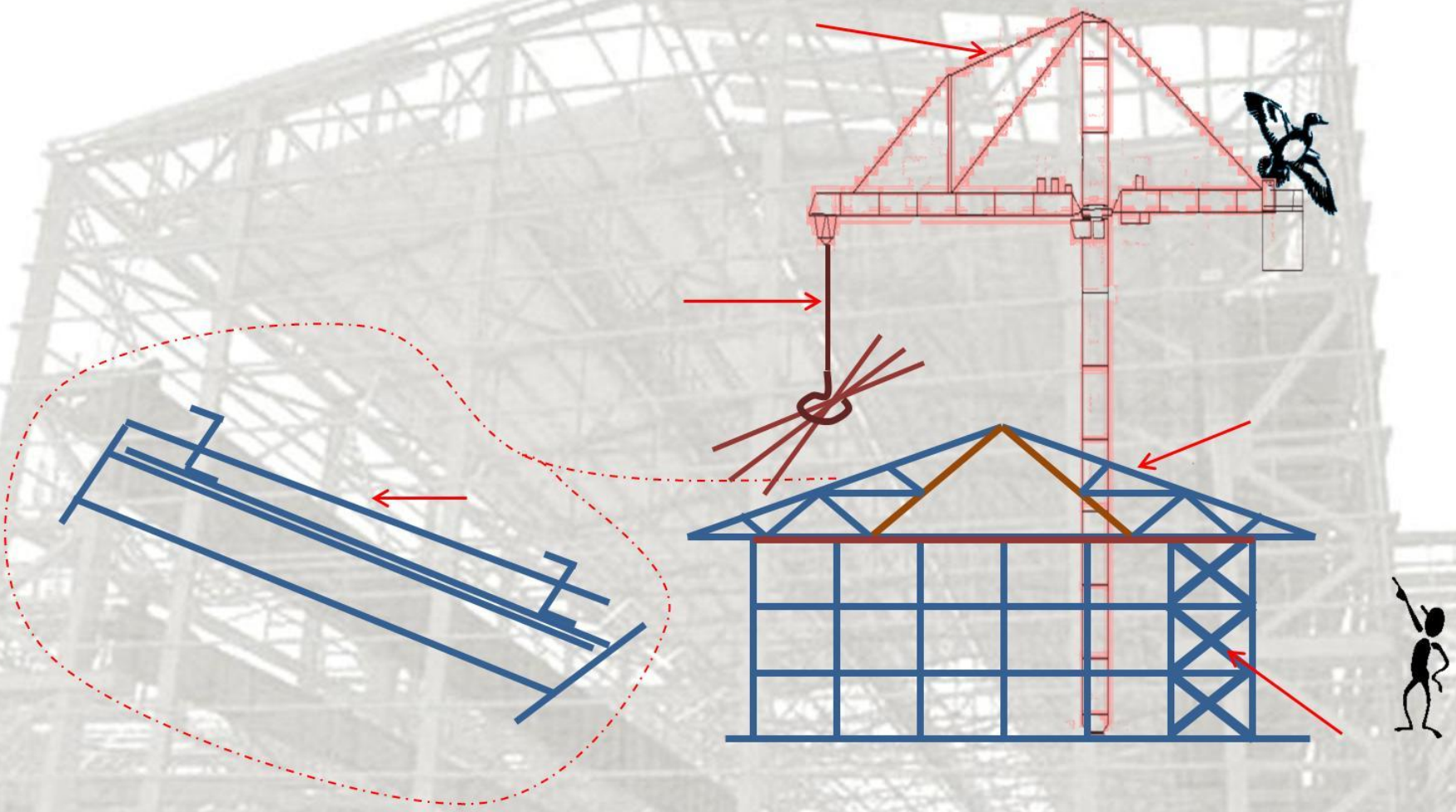
صلبیت خمشی قطعات کششی:

طول قطعات کششی (L), به منظور جلوگیری از تغییر شکل خمشی زیاده ازحد باید به طریقی محدود گردد;این محدودیت با اعمال ضریب لاغری کنترل می گردد:

$$\frac{KL}{r} = \lambda \leq 300$$

r شعاع ژیراسیون حداقل

MEYSAM4366@YAHOO.COM



روند طراحی یک عضو کششی

MEYSAM4366@YAHOO.COM

$A_n = A_g - (\Sigma D \times t) + (\Sigma \frac{s^2}{4g} \times t)$

$A_n = A_g - (D+1.5)\, t \times n$

خب

اول سطح مقطع کل رو حساب میکنیم (A_g)

آیا این عضوه سوراخ داره؟

آره

پس باید A_n رو تعیین کنیم

نه

پس: $A_e = A_g$

آیا تمام اجزاء تشکیل دهنده مقطع عضو در اتصال مشارکت دارن؟؟

نه

تعیین U وبعدش A_e

پیچی $A_e = U \times A_n$

جوشی $A_e = U \times A_g$

آره

پس حتما : $U = 1$

$A_e = A_n$

جاری شدنشو کنترل کنیم ببینیم چی میشه!

$$\frac{T}{A_g} \leq 0.6\, F_y$$

اه نشد!

مقطعت رو بزرگتر انتخاب کن و دوباره شروع کن!!

ردیفه!

ای بابا!جواب نداد

بریم گسیختگیم بکنترلیم:

$$\frac{T}{A_e} \leq 0.5\, F_u$$

همینه !

o.K

مهندس دمت گرم !!

MEYSAM4366@YAHOO.COM

L که طول عضوه , r چی بود؟؟؟
شعاع ژیراسیون بود دیگه!!
I وA وr مقاطع مختلف آخر کتاب فولاد یااین سررسیداوتقویماهست!

$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

همون جدول اشتال خودمون

خب یه نیم نگاهیم باید به مسئله لاغری عضوه طراحی شدمون بندازیم :

عضومون انعطاف پذیره؟
مثلا کابله یا مفتول یا میلگرده؟

نه

مقطع مرکبه؟

آره

باید:
$\frac{L}{r} \leq ۳۰۰$
تک تک اعضاء:
$\frac{L_i}{r} \leq ۳۰۰$

آره

اعمال پیش تنیدگی
تا: ۳۰۰ الی ۴۰۰
kg/cm²

نه

باید:
$\frac{L}{r} \leq ۳۰۰$

نشد

مهندس جان مقطع چاقتری را انتخاب بنما!
(ضخیمتر)

نشد

درسته

درسته

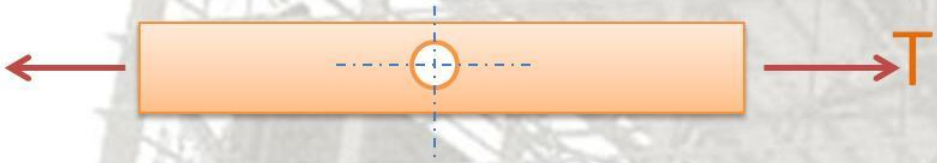
!!o.K

این مقطعه امتحان جاری شدن وگسیختگیشو قبول شده اما تو امتحان لاغرنبودن رد شده پس یه شماره یا چند شماره چاقترو انتخاب میکنیم تا حداقل ۳۰۰ بگیره!!!
$UNP_{100} \rightarrow UNP_{180}$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مثال:

تسمه ای کششی به ابعاد $PL\ (100\times6)_{mm}$ موجود است.هرگاه در این تسمه سوراخی استاندارد برای پیچی به قطر 20_{mm} ایجاد گردد.A_n را محاسبه کنید.



$$A_g=10\times0.6=6_{cm^2}$$

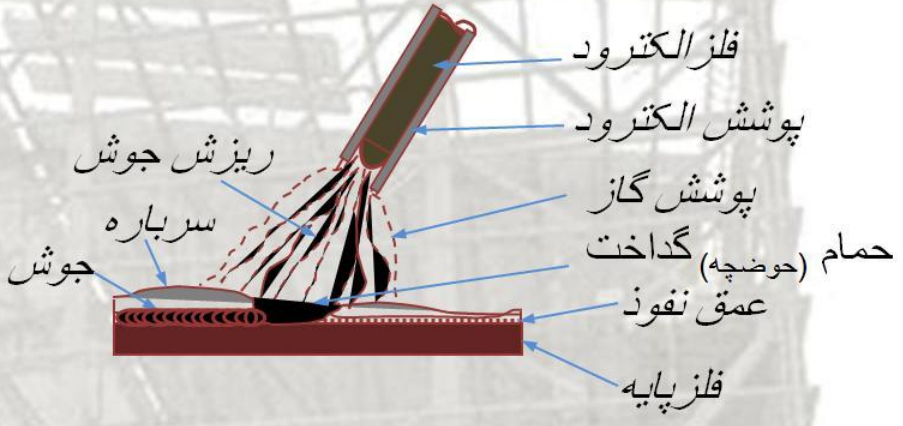
تعیه سوراخ با روش سوراخ زنی

$$A_n=A_g-(D.t)=6-(\{2+0.3\}\times0.6)=4.62_{cm^2}$$

تعیه سوراخ با روش برقو یا مته

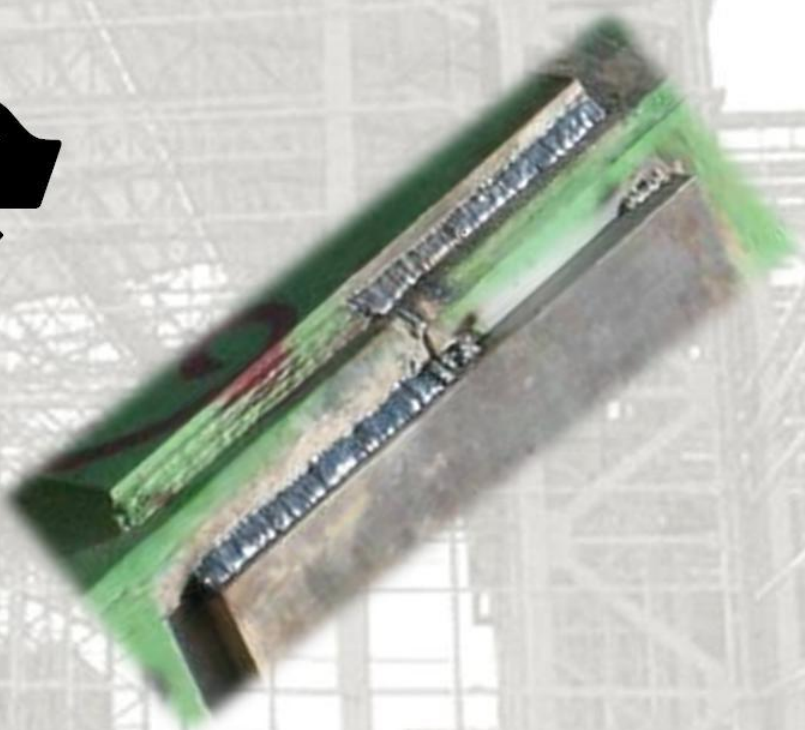
$$A_n=A_g-(D.t)=6-(\{2+0.15\}\times0.6)=4.71_{cm^2}$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM



weld

جوش



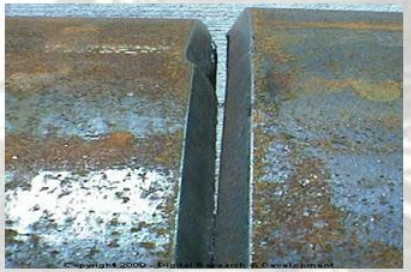
MEYSAM4366@YAHOO.COM

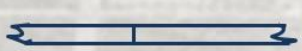
فرآیند جوشکاری به اتصال قطعات فلزی به کمک حرارت به نحوی که حرارت وارده دوقطعه را به شکل خمیری و مذاب در آورده وبه هم متصل سازد,گفته میشود.

انواع درزها:

نوع درز جوش به عواملی نظیر اندازه وشکل و نوع باربری قطعه بستگی دارد.

انواع اصلی درز عبارتند از:





(a) Butt joint
درز لب به لب

(b) Lap joint
درز رویهم

(c) Tee joint
درز T

(d) Corner joint
درز کنج

MEYSAM4366@YAHOO.COM

انواع جوش :

انواع متداول جوش :لب گوشه کام انگشتانه

آمار تقریبی ازدرصد استفادهء جوشهای فوق نشان دهنده استفاده حدود ۸۵ درصدی از جوش گوشه و ۱۵ درصدی از جوش لب در یک سازه فولادی است.

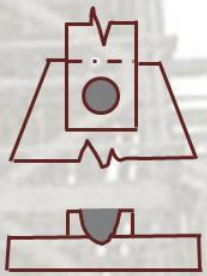
قبل از جوشکاری معمولا لازم است لبهء قطعات پرداخت گردند تا اتصال قطعات به نحو موثرو بی نقص صورت گیرد.

جوش میدانی(سریع)

جناغی

جناغی دو طرفه

نیم جناغی



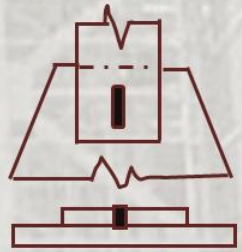
انگشتانه

نیم جناغی دو طرفه

لاله ای

لاله ای دو طرفه

نیم لاله ای



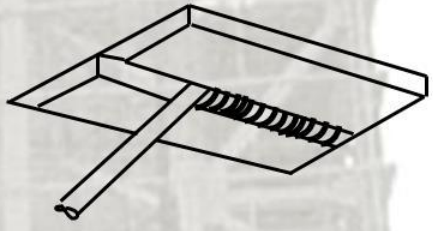
کام

نیم لاله ای دو طرفه

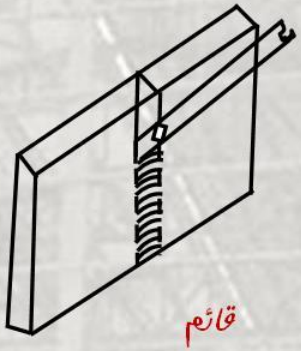
* جوش کام و انگشتانه باربری برشی دارند وبه همراه دیگر جوشها استفاده میشوند.
درضمن این جوشها در محلی که احتمال کمانش وجود دارند نیز مصرف میشوند.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

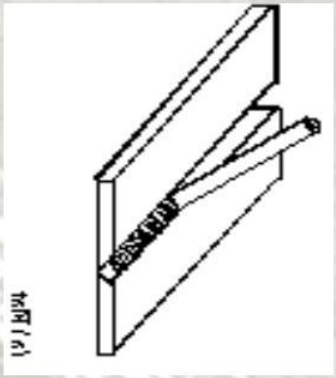
نشست جوش روی سطوح براساس نیروی الکترمغناطیس است لذا نیروی ثقل زمین در آن بی اثراست.براین مبنا ۴ وضعیت اصلی جوشکاری وجود دارد:بالاسری-تخت-قائم-افقی



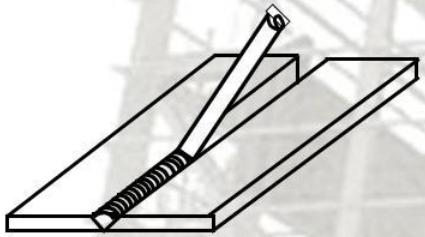
بالاسری



قائم



افقی



تخت

نقص در جوش و جوشکاری:

هرگاه فن صحیح جوشکاری وفرآیند مناسب جوش ریزی توسط نیروی انسانی آماتور یا نقص در اسباب ولوازم جوشکاری پیش آید جوش دچارعیب می گردد.

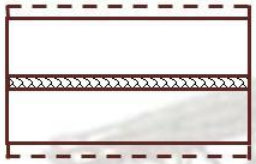
از عیوب رایج: اختلاط ناقص-نفوذ نامناسب-تخلخل جوش-گودافتادگی-اختلاط سرباره باجوش- ترک و ذوب بیش ازحد قطعه

MEYSAM4366@YAHOO.COM

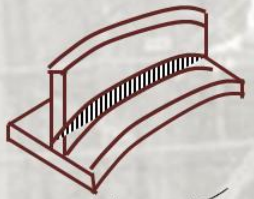
تغییرشکل کمانشی

تغییر شکل دورانی

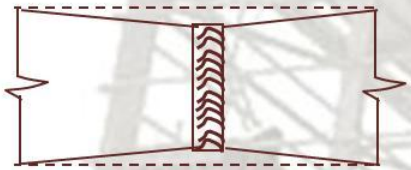
تغییر زوایا



انقباض عرضی قطعه

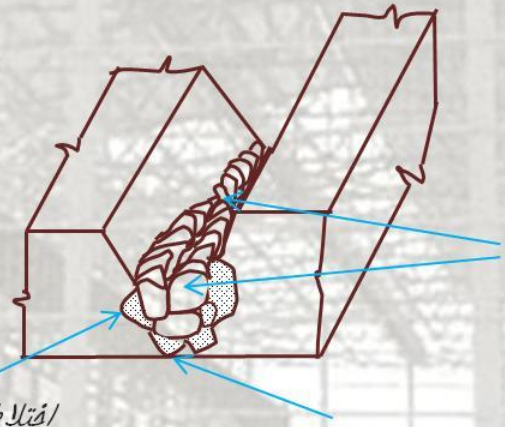


تغییرشکل خمشی



گودافتادگی در جوش و قطعه

انقباض طولی قطعه



ذوب نامناسب

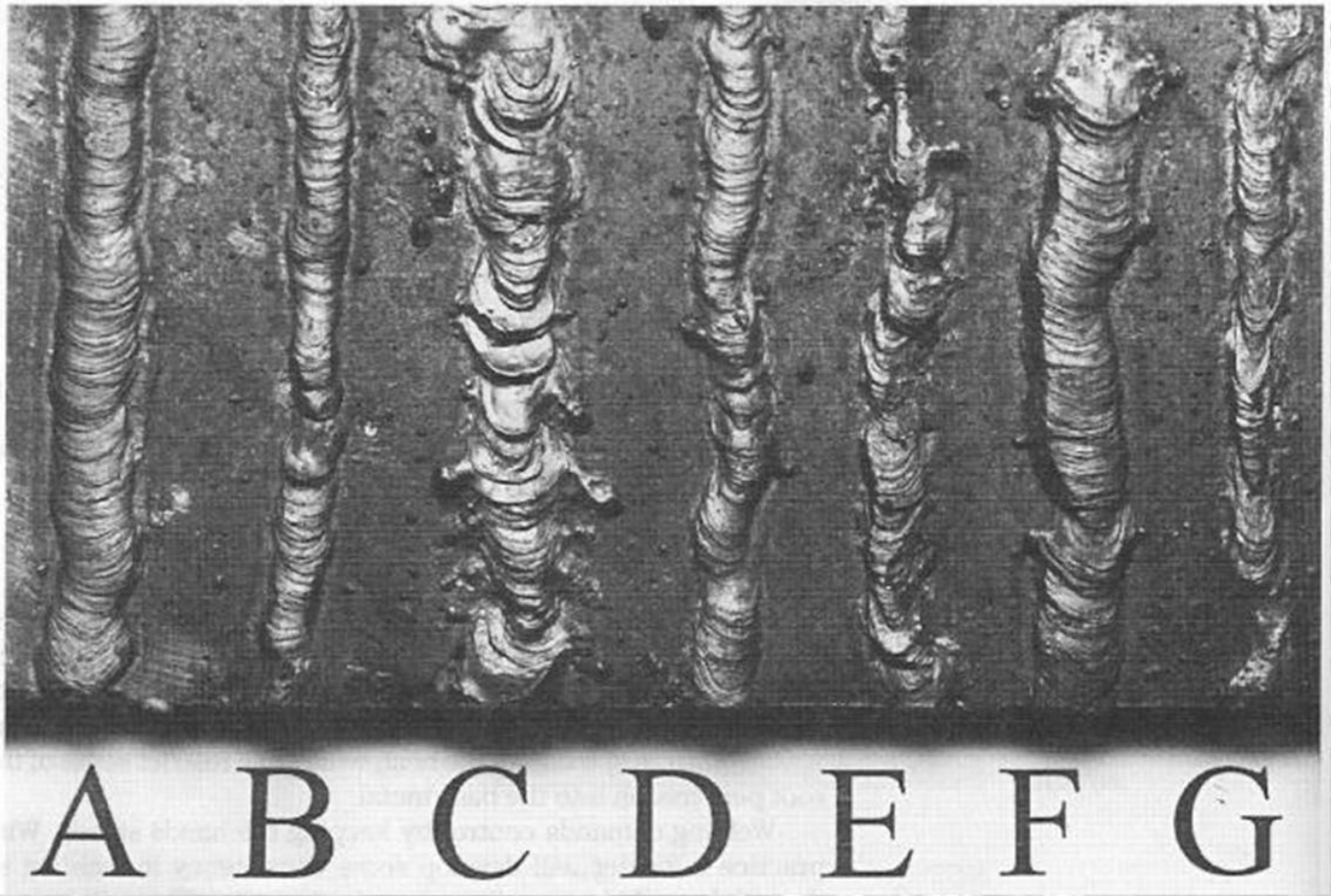
اختلاط سرباره وجوش

شکاف در ریشه

ترک

MEYSAM4366@YAHOO.COM

تست چشمی جوش



بنظر شما کدام جوش , جوش صحیح و درستی است؟؟؟

A جوش قابل قبول

B آمپر پایین است

C آمپر زیاد است

D طول قوس کوتاه است

E طول قوس بلند است

F سرعت حرکت کم است

G سرعت حرکت زیاد است

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی جوش

سطح موثر جوش:

$A_e = L_w \times t_e$

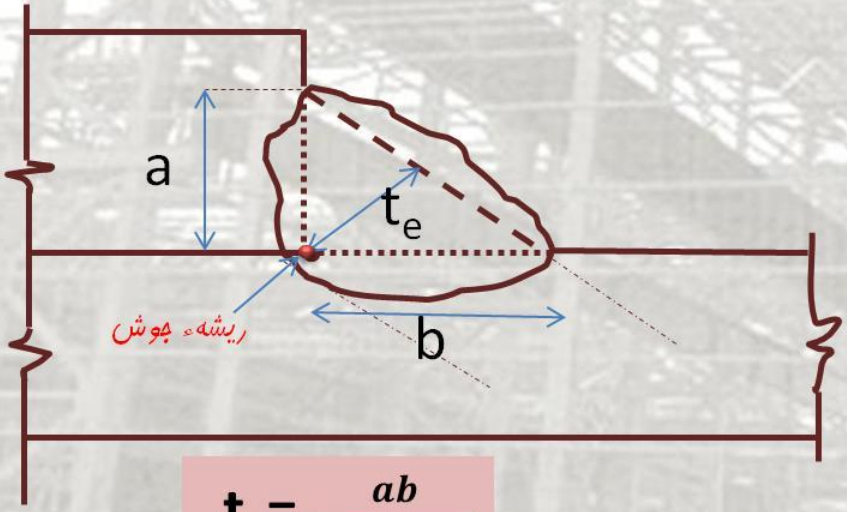
تنشها در سطح موثر جوش اثر میکنند. سطح موثر یک جوش (لب یا گوشه) از حاصلضرب ضخامت موثر جوش (t_e) در طول بدست می آید.

ضخامت موثر جوش کمترین عرضی است که امکان گسیختگی در آن وقطع وجود دارد.

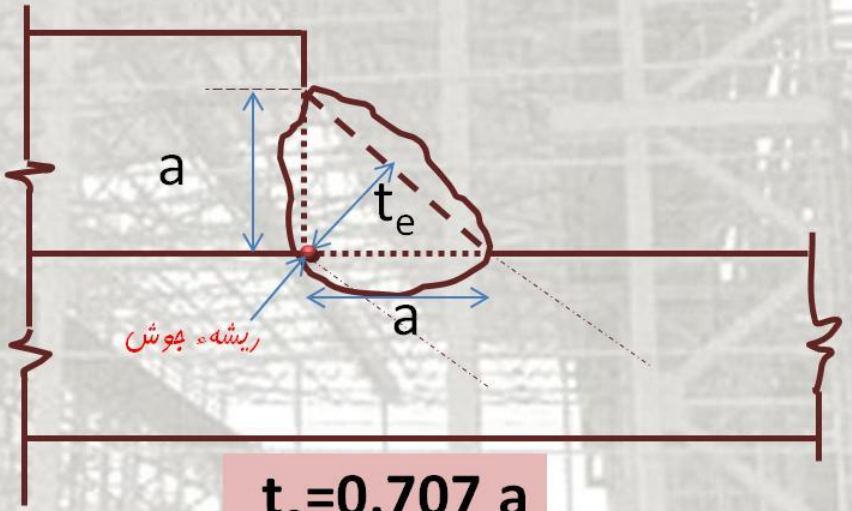
t_e در جوش لب ضخامت نازکترین ورق مورد اتصال است.

t_e در جوش گوشه برابر کمترین فاصله بین ریشهء جوش وسطح خارجی جوش است.

t_e در جوش کام وانگشتانه برابر ضخامت ورق (ضخامت شکاف) وسطح موثر برابر کام و انگشتانه است.



$$t_e = \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2}}$$



$$t_e = 0.707\ a$$

$\frac{\sqrt{2}}{2}\,a = 0.707a$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مقاومت و ارزش جوش(R_w):

نیرویی که در هر سانتیمتر جوش(بصورت برشی) درحالت مجاز تحمل میشود را ارزش جوش گویند.

$$R_w=0.3F_u \times A_e \times \emptyset \qquad A_e = L_w \times t_e$$

$\emptyset$را ضریب کنترل نامند:

درصورت انجام آزمایشهای غیر مخرب نظیر التراسونیک ورادیوگرافی وحصول اطمینان از سلامت جوش $\emptyset = 1$

جوشکاری در کارخانه و بازرسی توسط افراد مجرب $\emptyset = 0/85$

جوشکاری در محل وکارگاه وبازرسی توسط افراد مجرب $\emptyset = 0/75$

*خط جوش تحت اثر لنگر خمشی: حداکثر مقدار f_rهمان R_wاست.

$$f_{r\,تنش} = \frac{M}{S} = \frac{M}{L_w^2/6} = \frac{6M}{L_w^2}$$

$$R_w = \frac{6M}{L_w^2}$$

$$L_{w\,لازم} = \sqrt{\frac{6M}{R_w}}$$

برای برش خالص مقدار R_w تقلیل یافته خواهد بود.

در طراحی جوش با خروج از مرکزیت جهت محاسبه مشخصات جوش از جمله I_p و S از جدول کمک میگیریم.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

استفاده ازنمودارها و جداول مربوطه جهت سهولت ورعایت مقررات آیین نامه ای سودمند خواهد بود.

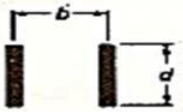
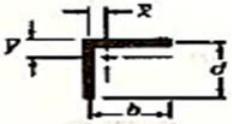
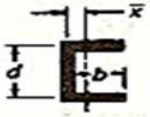
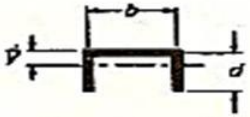
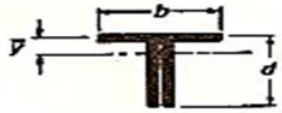
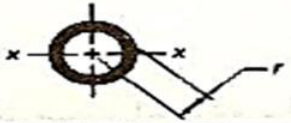
محدودیت مقاومت الکترود $(E)_{kg/cm^2}$		
الکترود	F_u	F_y
E_{60}	۴۲۰۰	۳۰۰۰
E_{70}	۴۹۰۰	۳۸۰۰
E_{80}	۵۶۰۰	۴۶۰۰
تنش مجاز $= 0.3\ F_u$		

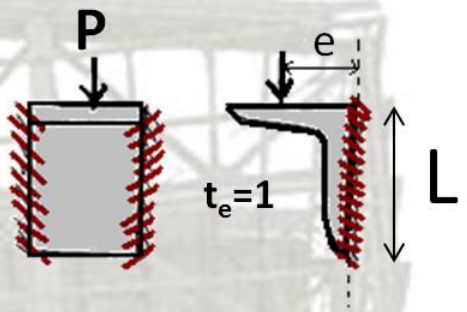
اندازه گلوگاه جوش t_e (mm)	
ضخامت قطعه ضخیمتر	حداقل گلوگاه
تا ۶ میلیمتر	۳ میلیمتر
۶ تا ۱۲	۴/۵
۱۲ تا ۲۰	۶
۲۰ تا ۳۸	۸
۳۸ تا ۵۷	۱۰
۵۷ تا ۱۵۲	۱۲
۱۵۲ به بالا	۱۶

حداقل بعد جوش گوشه a_{min} (mm)	
ضخامت قطعه ضخیمتر	حداقل بعد
تا ۷ میلیمتر	۳ میلیمتر
۷ تا ۱۲	۵
۱۲ تا ۲۰	۶
۲۰ به بالا	۸

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مشخصات هندسی جوشها با ضخامت موثر واحد

مقطع		مدول مقطع	I_p لنگر اینرسی قطبی حول مرکز هندسی
	ارتفاع d= عرض b=		
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.		$\bar{x}=\frac{b^2}{2b+d}$	$S=bd+\frac{d^2}{6}$	$I_p=\frac{8b^3+6bd^2+d^3}{12}-\frac{b^4}{2b+d}$
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.			$S=bd+\frac{d^2}{3}$	$I_p=\frac{b^3+3b^2+d^3}{6}$
10.			$S=\pi r^2$	$I_p=2\pi r^3$



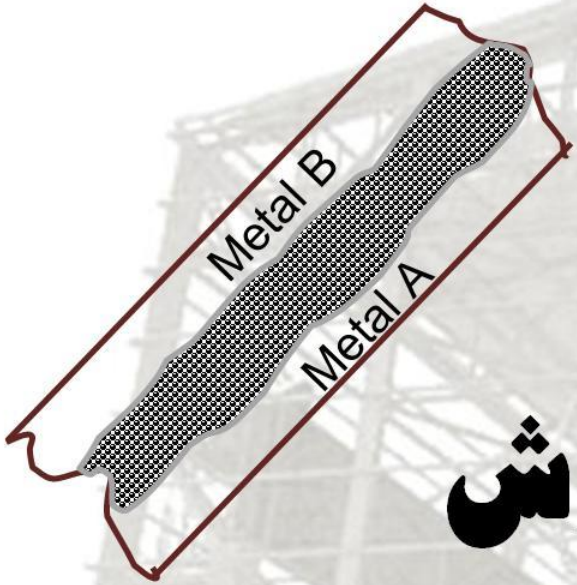
$$f_V=\frac{V}{A}=\frac{P}{2Lt_e},\ f_b=\frac{M}{S}=\frac{Pe}{2\times\frac{t_eL^2}{6}}$$

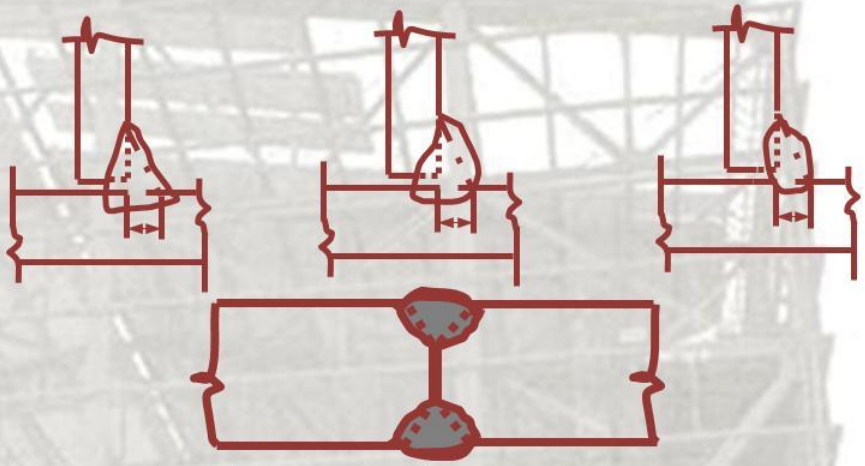
$$f=\sqrt{f_V^2+f_b^2}=\sqrt{\left(\frac{P}{2Lt_e}\right)^2+\left(\frac{6Pe}{2t_eL^2}\right)^2}$$

$$f=\frac{P}{2Lt_e}\sqrt{1+\left(\frac{6e}{L}\right)^2}\xrightarrow{t_e=1}f=\frac{P}{2L}\sqrt{1+\left(\frac{6e}{L}\right)^2}$$

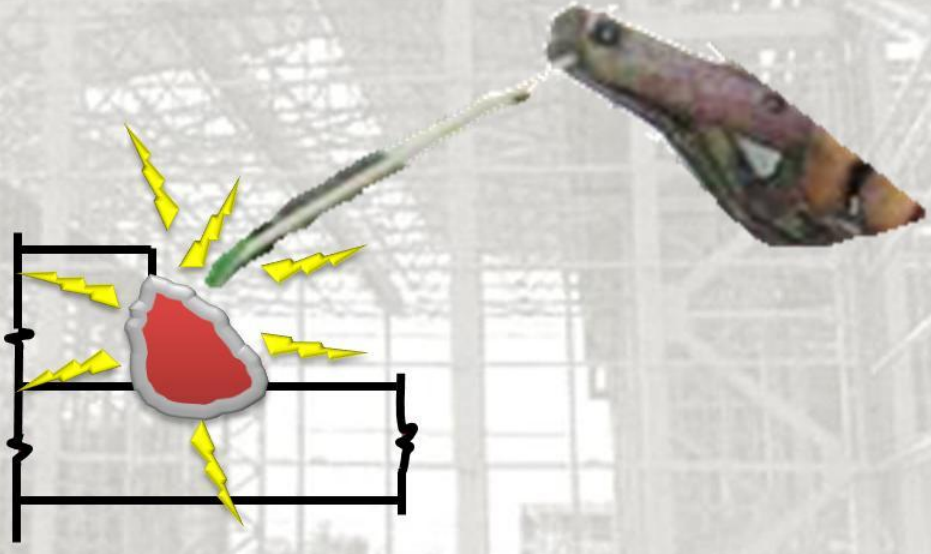
$$f=\frac{P}{2L}\sqrt{1+\left(\frac{6e}{L}\right)^2}$$

حداکثر تنش در جوش

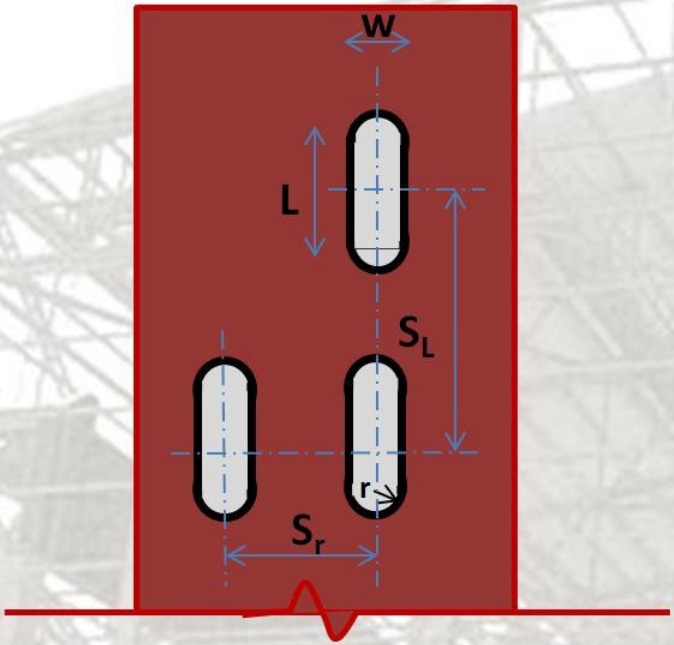




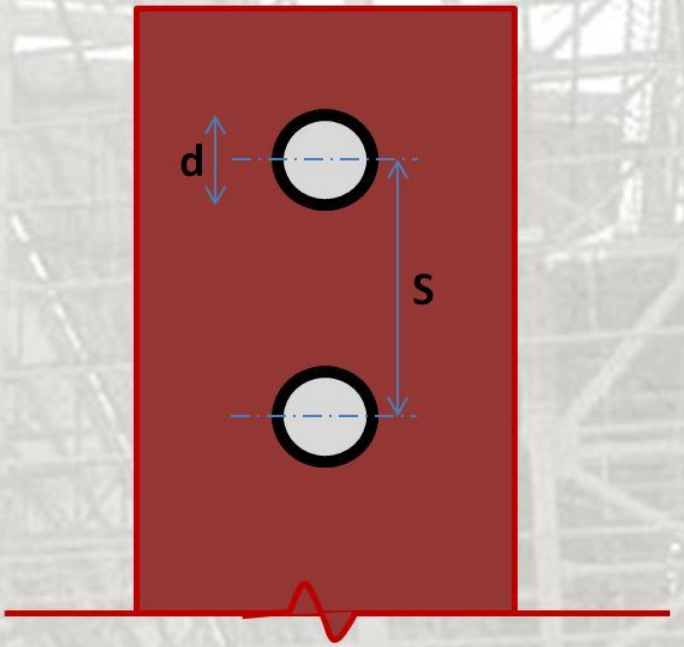
روند طرح یک جوش



MEYSAM4366@YAHOO.COM



کام



انگشتانه

S_L فاصله مرکز به مرکز شکافها در امتداد طولی

S_r فاصله مرکز به مرکز شکافها در امتداد عرضی

L طول شکاف

r شعاع قسمت منحنی کام

w پهنای شکاف

$A_{eff}=\frac{\pi d^2}{4}$ سطح مقطع اسمی سوراخ

S فاصله مرکز به مرکز سوراخها

d قطر سوراخ

t_{pL} ضخامت ورق

t_w ضخامت جوش

MEYSAM4366@YAHOO.COM

واااووو جوشکارا اومدن! قراره برای ستونها PL نصب کنند حالا این PLها تو وسطشون با جوش کام و انگشتانه به ستونا وصل میشن. بریم ببینیم مهندس چی میگه!!

برای جوش کام

اگر

بله

$t_{pL} \le 16_{mm}$

انتخاب می کنیم:

$t_{pL} = t_w$

نه

پس :

$t_w \ge \frac{t_{pL}}{2}$

$t_w \ge 16_{mm}$

برای جوش انگشتانه

اگر

نه

$t_{pL} \le 16_{mm}$

بله

انتخاب می کنیم:

$t_{pL} = t_w$

$w \ge t + 8_{mm}$

$w \le 2.25\ t_w$

$L \le 10\ t_w$

خب باید w و L رو برای تعیین A_{eff} محاسبه کنیم

$d \ge C + 8_{mm}$

$d < t_{pL} + 11_{mm}$

$d < 2.25\ t_w$

خب باید d رو برای تعیین A_{eff} محاسبه کنیم

$S_r \ge 4w$

$r \ge t_{pL}$

$S_L \ge 2\ L$

حالا این شکافا از هم باید یه فاصله ومشخصاتی داشته باشند,نه؟

$S \ge 4d$

سوراخا باید ازهم انقد فاصله داشته باشن

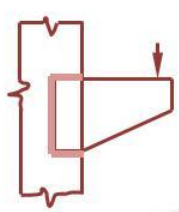
آقایون برید این سوراخا و شکافارو رو PLها در بیارید و جوش بدید!

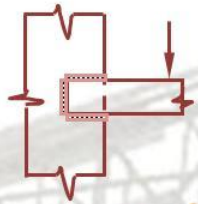
A_{eff}= سطح مقطع اسمی شکافامون

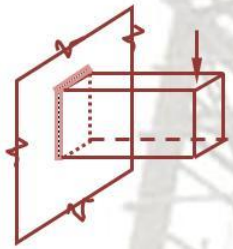
A_{eff}= سطح مقطع اسمی سوراخای کاممون

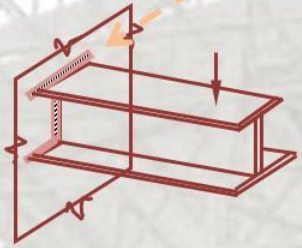
MEYSAM4366@YAHOO.COM

تو قطعات اکثرا جوشها تحت اثر برش و پیچش یاخمش و برشن









فرض می کنیم: $t_e = 1$

برش مستقیم:

$$f_x' = \frac{P_x}{A}$$

$$f_y' = \frac{P_y}{A}$$

محاسبه مختصات مرکز ثقل جوش برای بدست آوردن I_p

البته I_p تو جدول صفحه ۴۷ هم هستا !
ولی خب : $I_p = I_x + I_y$

ناشی از پیچش یا خمش :

$$f_x'' = \frac{T.y}{I_p} = \frac{(P_x e_y + P_y e_x)y}{I_p}$$

$$f_y'' = \frac{T.X}{I_p} = \frac{(P_x e_y + P_y e_x)X}{I_p}$$

$$f_x' + f_x'' = f_{x(total)}$$
$$f_y' + f_y'' = f_{y(total)}$$

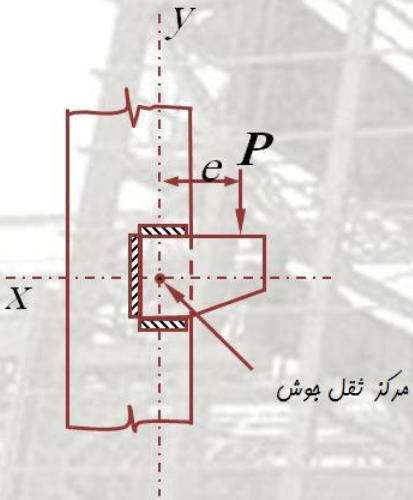
$$\sqrt{f_{x(tot)}^2 + f_{y(tot)}^2} = f_r$$

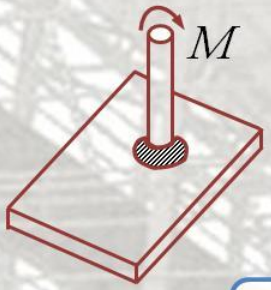
$$t_e \geq \frac{f_r}{\text{تنش مجاز الکترود}}$$

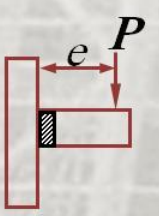
در انتها :

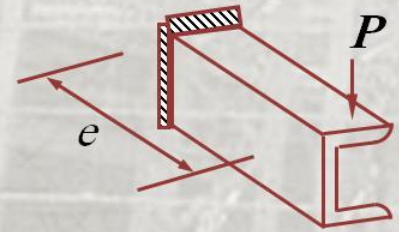
t_e انتخاب

تموم شد اینم جوش مورد نظر مثلا برای تیرکنسول !!

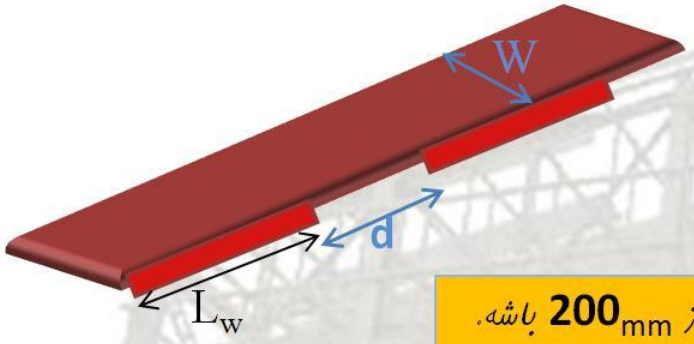








MEYSAM4366@YAHOO.COM



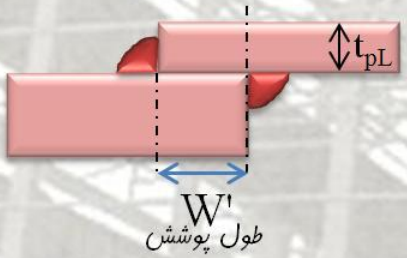
در تسمه باید :

$$L_w \geq W$$

توجه :

تسمه چیه؟؟ یه تعریفی میگه تسمه صفحه فولادیه که عرضش کمتر از 200_{mm} باشه.

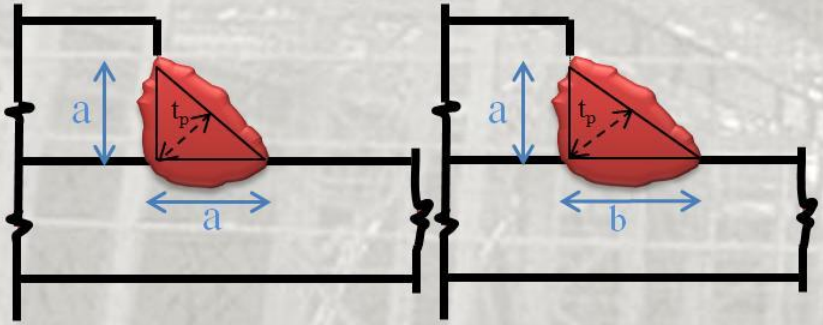
$$W < 200_{mm}$$



باید

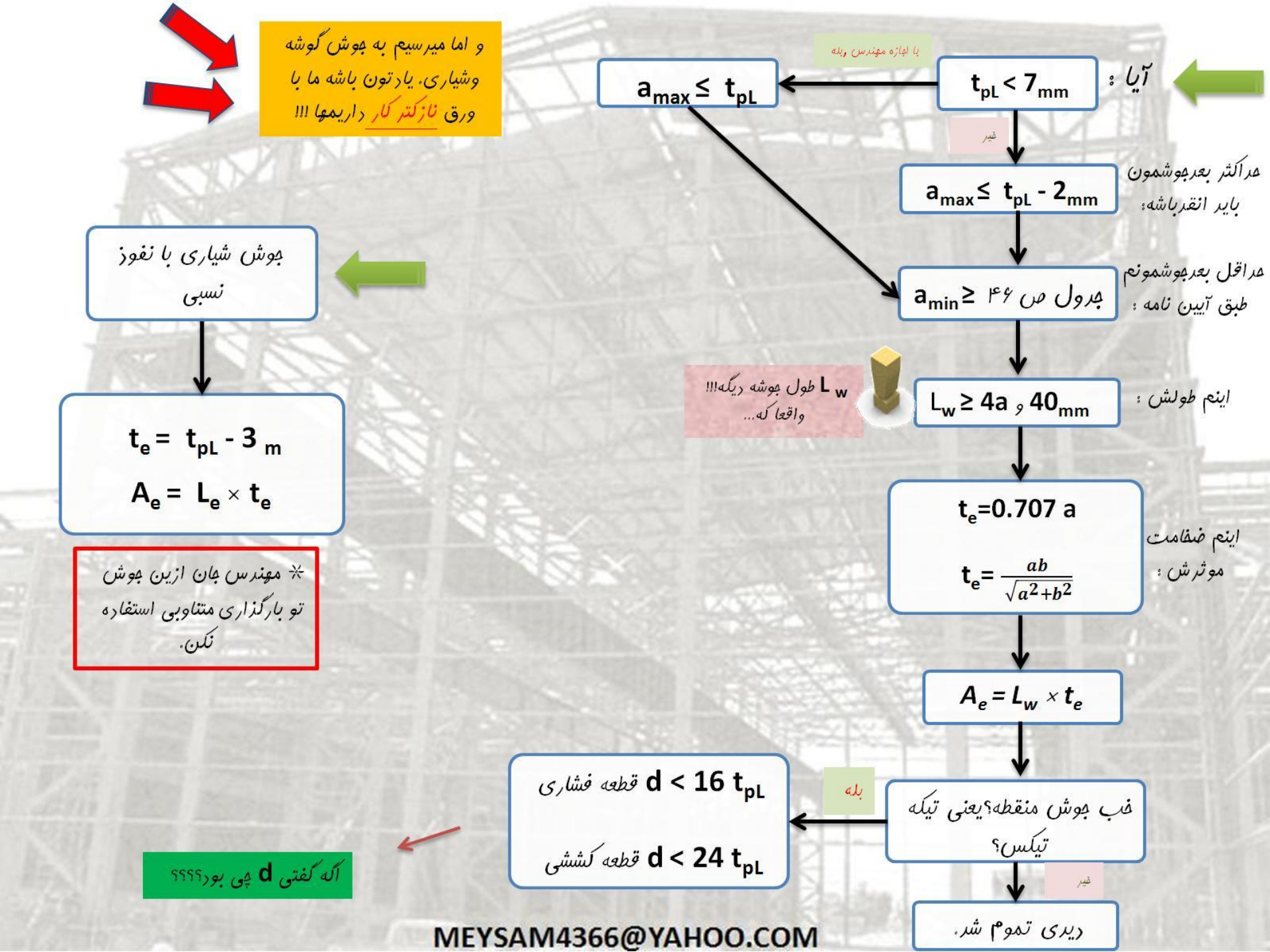
$$25_{mm} \leq 5t_{pL} \leq W'$$

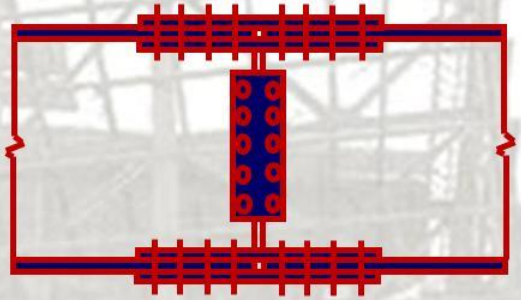
بحث رو W' ست



یه بار دیگه به این اشکال توجه کنید:

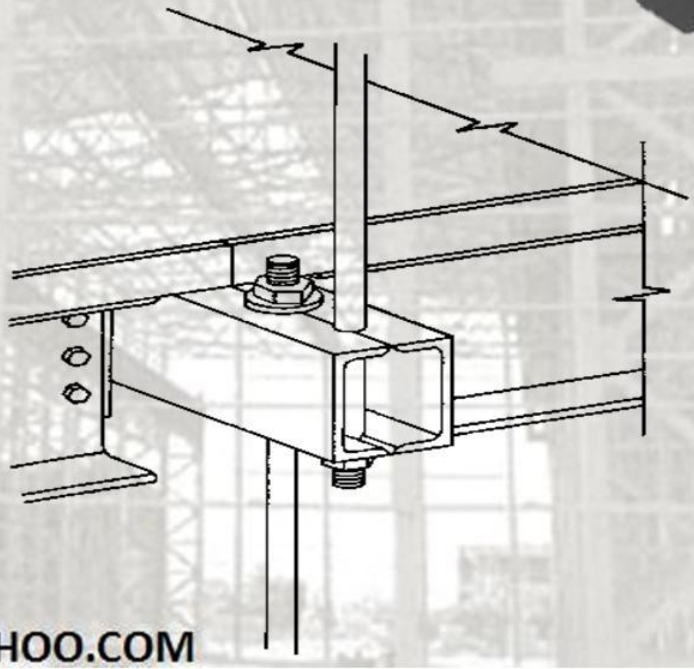
MEYSAM4366@YAHOO.COM


و اما میرسیم به جوش گوشه
وشیاری. یادتون باشه ما با
ورق نازکتر کار داریمها !!!
آیا :
$t_{pL} < 7_{mm}$
با اجازه مهندس وبله
$a_{max} \leq t_{pL}$
خیر
حداکثر بعدجوشمون
باید انقدرباشه:
$a_{max} \leq t_{pL} - 2_{mm}$
حداقل بعدجوشمونم
طبق آیین نامه :
جدول ص ۴۶ $a_{min} \geq$
اینم طولش :
$L_w \geq 4a$ و 40_{mm}
L_w طول جوشه دیگه!!!
واقعا که...
اینم ضخامت
موثرش :
$t_e = 0.707\ a$
$t_e = \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2}}$
$A_e = L_w \times t_e$
خب جوش منقطه؟یعنی تیکه
تیکس؟
بله
$d < 16\ t_{pL}$ قطعه فشاری
$d < 24\ t_{pL}$ قطعه کششی
خیر
دیری تموم شد.
جوش شیاری با نفوذ
نسبی
$t_e = t_{pL} - 3_m$
$A_e = L_e \times t_e$
* مهندس جان ازین جوش
تو بارگذاری متناوبی استفاده
نکن.
اگه گفتی d چی بود؟؟؟؟
MEYSAM4366@YAHOO.COM



پیچ

Bolt



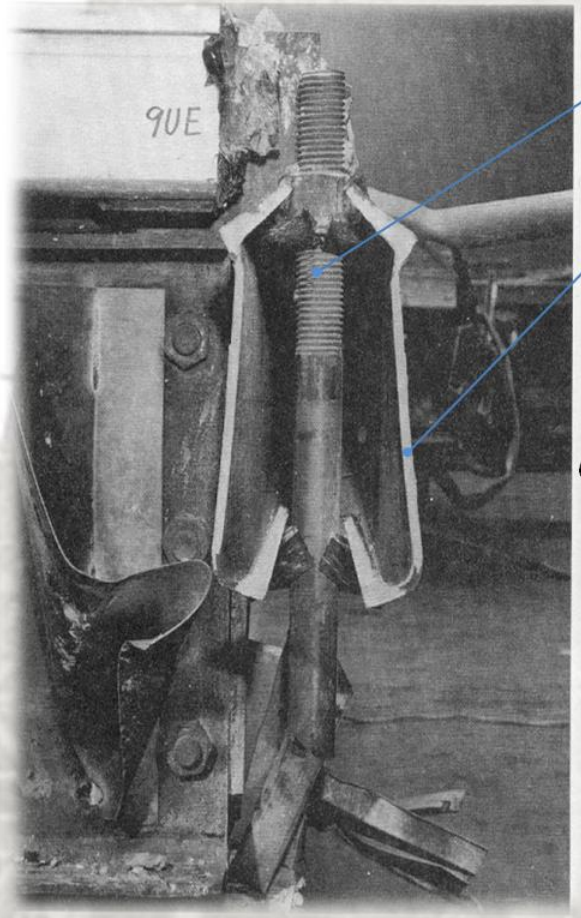
MEYSAM4366@YAHOO.COM

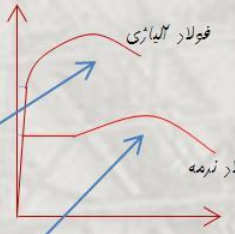
HSFG BOLTS

پیچهای با مقاومت بالا

پیچهای A_{325} و A_{490} دو نوع پیچ پرمقاومت اند واز فولاد آلیاژی در تهیه این پیچها استفاده شده است.

این پیچهاراآنقدر سفت میپیچانندتادر قطعات فولادی تاحد مطلوب سبب فشردگی شوند.این فشردگی سبب انتقال نیرو ازطریق مکانیسم اصطکاک می گردد.

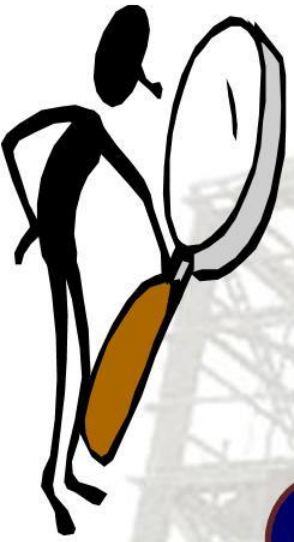




اگر مقاومت در برابر لغزش مد نظرباشد این پیچها (اصطکاکی) استفاده میشوند ودرغیراینصورت ازحالت برشی(اتکایی)استفاده میشود.پیچهای برشی معمولا آج دارند.

پیچهای چرخ ماشین هم اصطکاکی عمل می کنندو هم اتکایی.

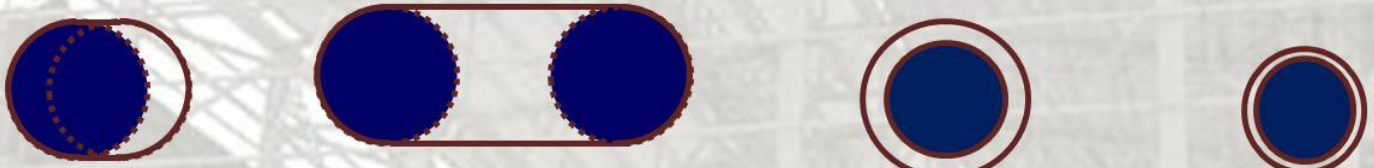
MEYSAM4366@YAHOO.COM



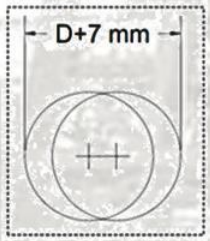
سوراخ پیچ

۴ نوع سوراخ پیچ عبارتند از: سوراخ استاندارد – سوراخ بزرگ شده – لوبیایی کوتاه و لوبیایی بلند

مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان که در ایران مرجع می باشد:
ابعاد اسمی سوراخ پیچها مطابق جدول زیر تعیین می گردد.



استاندارد | بزرگ شده | لوبیایی بلند | لوبیایی کوتاه



قطر پیچ (mm)	اندازه حداکثر سوراخ (mm)			
	استاندارد	بزرگ شده	لوبیایی کوتاه	لوبیایی بلند
d	$d+2_{mm}$	$d+5_{mm}$	(d+2)×(d+7)	(d+2)×(2.5d)

ازاین سوراخها بیشتر در حالت اصطکاکی استفاده می گردد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

تنشهای قراردادی

تنشهایی که در محاسبات بکار میبریم تنشهای اسمی نام دارند.

تنش اسمی برش f_v , تنش اسمی کشش f_t و تنش تماسی بین پیچ و قطعه f_p .

$$f_t = \frac{P}{A} \qquad f_v = \frac{P}{mA} \qquad f_p = \frac{P}{Dt}$$

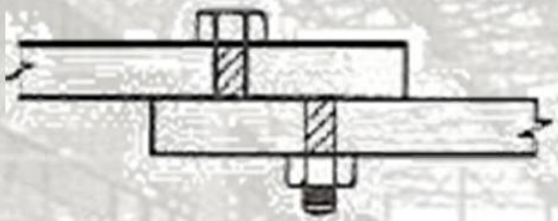
m:تعداد سطوح برش(هر پیچ معمولا با یک یا دو سطح برش است پیچهای بلندتر با سطوح برش بیشتری هستند)

A:سطح مقطع اسمی پیچ براساس قطر محاسباتی پیچ

D:قطر سوراخ t:ضخامت ورق

یک سطح برش

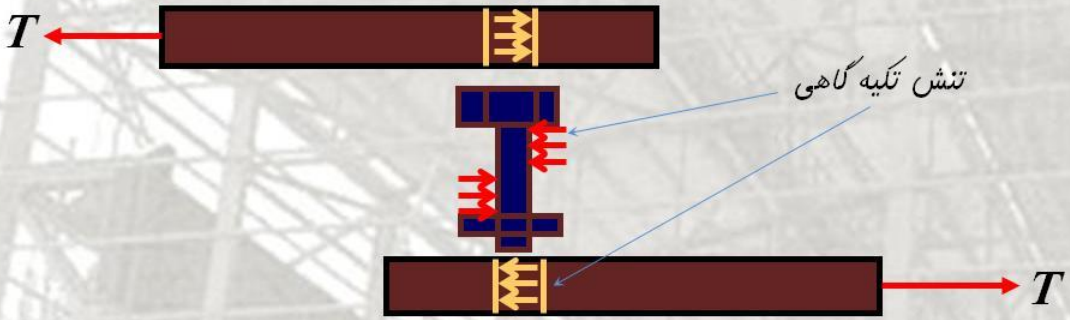
دو سطح برش



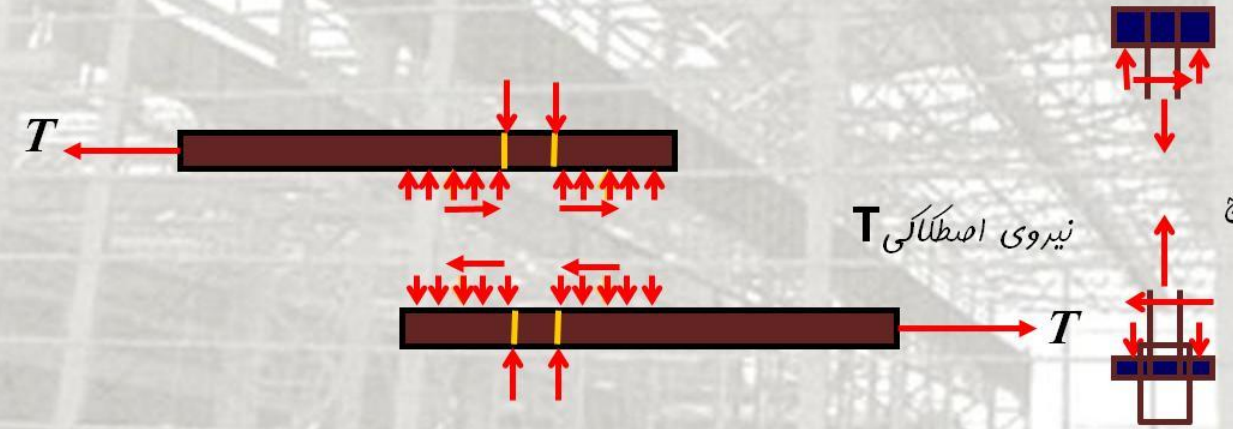
MEYSAM4366@YAHOO.COM

مکانیسم انتقال نیرو (دیاگرام جسم آزاد)

اتصال اتکایی



اتصال اصطکاکی



کشش در پیچ

MEYSAM4366@YAHOO.COM

در اتصال اصطکاکی برای اطمینان از پیچ فقط کافیست گسیختگی برشی را کنترل کنیم.

$$f_v < F_v\left(1 - \frac{f_t A_b}{T_b}\right) \xrightarrow{f_t = 0} f_v < F_v$$

T_b: حداقل نیروی پیش تنیدگی برابر : $(0.55\ F_u \times A_b)$

A_b: سطح مقطع اسمی پیچ

F_v: تنش مجاز برشی پیچ که طبق آیین نامه برای پیچهای پر مقاومت با سوراخ استاندارد برابر: $0.15\ F_u$

F_t: تنش مجاز کششی پیچ که طبق آیین نامه برای پیچهای پر مقاومت برابر: $0.38\ F_u$

F_u: حداقل مقاومت نهایی کششی قطعه (قطعه ضعیفتر)

در اتصال اتکایی علاوه برکنترل گسیختگی برشی باید گسیختگی کششی نیز کنترل گردد.

(آیین نامه توصیه میکند به پیچهای اصطکاکی نیروی کششی وارد نگردد)

$f_v < F_v$ $\qquad$ $f_t < F_t$

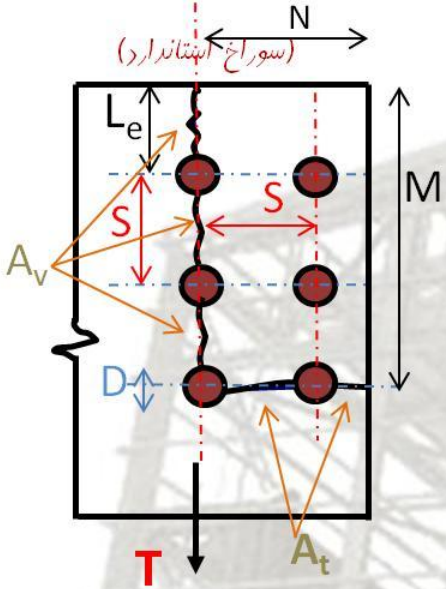
$$F_t = \sqrt{(0.38Fu)^2 - (2.15\ to\ 4.39)f_v^{\,2}}$$ پیچهای پر مقاومت

F_v: تنش مجاز برشی پیچ که طبق آیین نامه برای پیچهای پر مقاومت با سوراخ استاندارد برابر: (0.2) to $(0.28)\ F_u$

F_t: تنش مجاز کششی پیچ که طبق آیین نامه برای پیچهای پر مقاومت برابر: $0.38\ F_u$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

گسیختگی برشی (قالبی) ورقها:



در اتصال پیچی فاصله بین پیچها وفاصله تا انتهای عضو باید معقول باشدتافولاد ورق در حد فاصل پیچها تحت اثر برش پاره نگردد و نیز بتوان به سهولت پیچهارا سفت کرد.

در اتصال اصطکاکی نیازی به رعایت فواصل L_eو S نیست اما برای اطمینان از عملکرد اتصال و دررفتن لازم است مقادیر حداکثری مطابق **م.م.س مبحث دهم** کنترل گردد.

L_e در امتداد نیرواست.

فاصله مرکز به مرکز سوراخها S نباید از 3dپیچشان کمتر باشد.در غیر این صورت :

$$S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}$$

پیچ

P نیروی منتقل شده توسط وسیله اتصال به عضو مورد نظر

Fu : ؟؟؟

tضخامت قطعه متصل شونده

فاصله مرکز سوراخها تا لبه قطعه L_e نباید از d (2 to 2.25) پیچشان کمتر باشد.در غیر این صورت :

$$L_e \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}$$

پیچ

تنش مجاز در گسیختگی قالبی

A_v تنش برشی مجازدر مقطع خالص برش $F_v = 0.3\ F_u$

A_t تنش کششی مجازدر مقطع خالص کشش $F_t = 0.5\ F_u$

درشکل فوق :

$A_v = (M - 2.5D) \times t$

$A_t = (N - 1.5D) \times t$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

لهیدگی ورقها و پیچها :

در اتصال برشی تنش لهیدگی وارد از پیچ به ورق با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

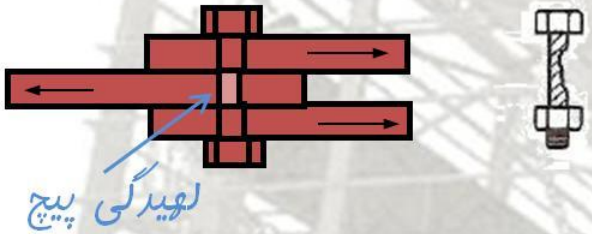
$$f_p = \frac{P}{dt}$$

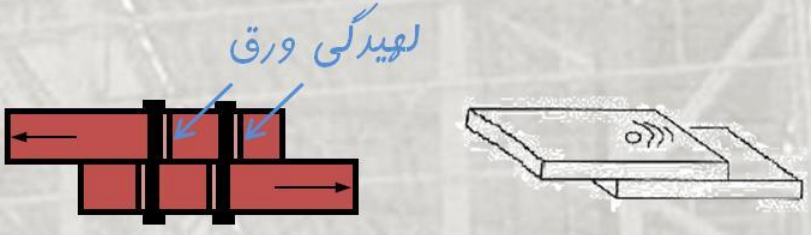
که باید

$$f_p < F_p$$

P نیروی منتقل شده توسط وسیله اتصال(پیچ) به عضو مورد نظر

dt سطح تصویر شده پیچ یا پرچ





فاصله مرکز به مرکز سوراخها S نباید از 3d پیچشان کمتر باشد.

فاصله مرکز سوراخها تا لبه قطعه L_e نباید از 2d پیچشان کمتر باشد.

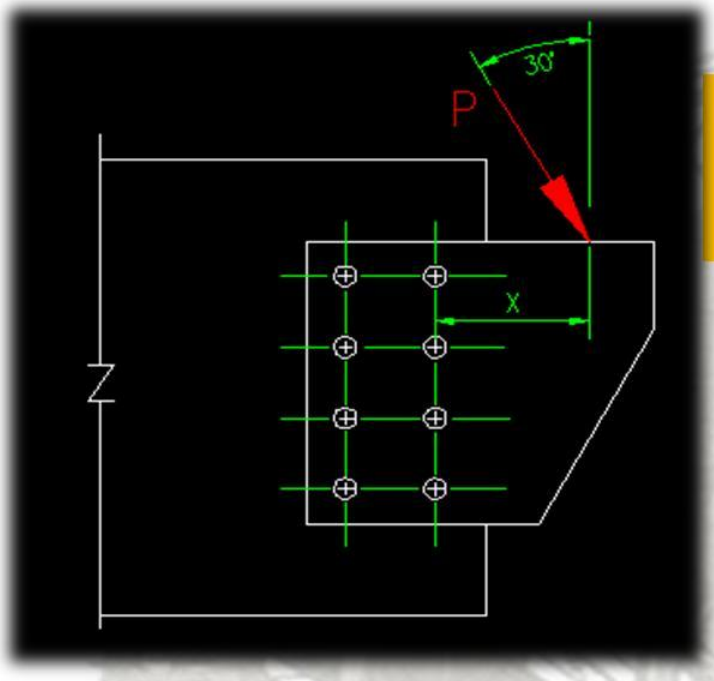
F_p: تنش اتکایی مجاز در فشار

$$F_p = \frac{L_e F}{2d} \le 1.2\,F_u \longrightarrow F_p \le 1.2\,F_u$$ پیچ

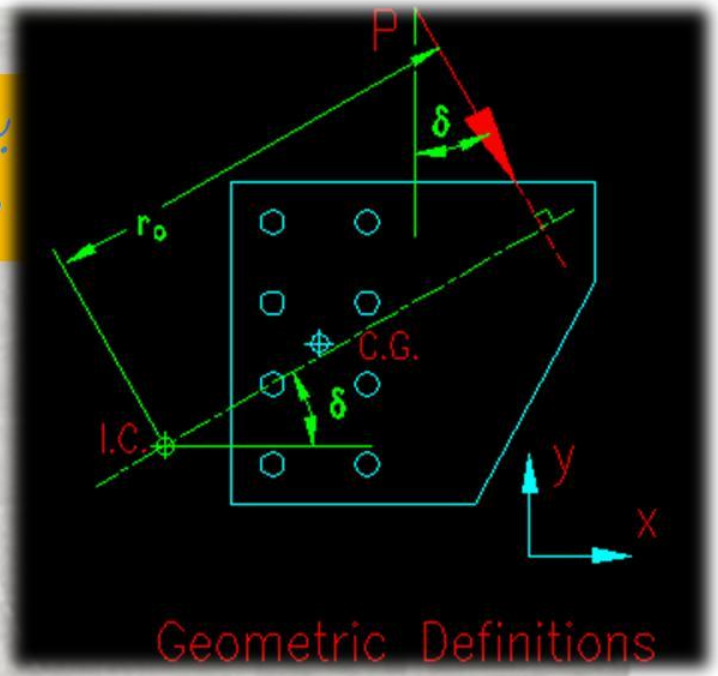
$F_p = 1.2\,F_y$ پرچ

در تمام این فصل بخاطر داشته باشیم $D_{\text{قطر}}$ سوراخ و $d_{\text{قطر}}$ پیچ است.

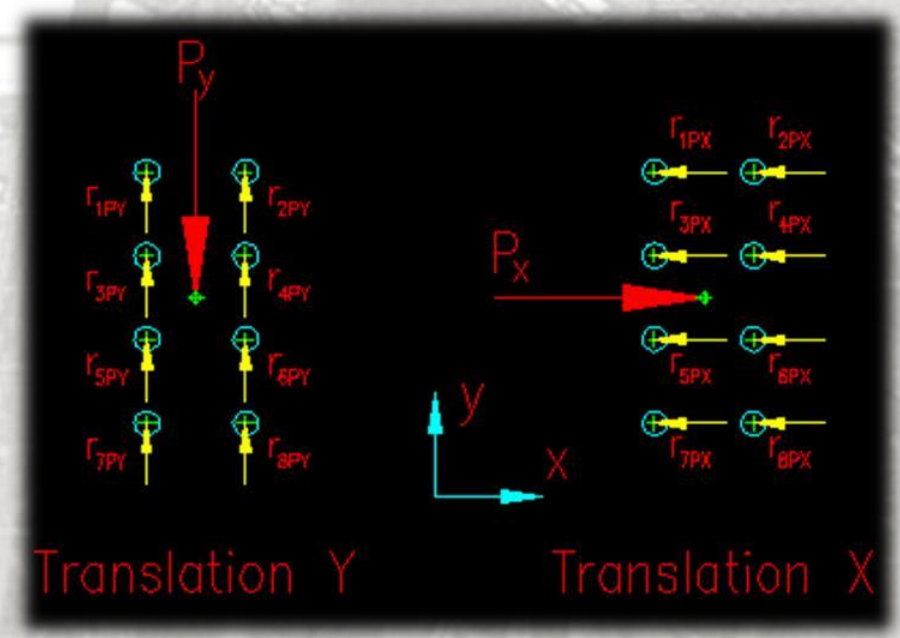
MEYSAM4366@YAHOO.COM

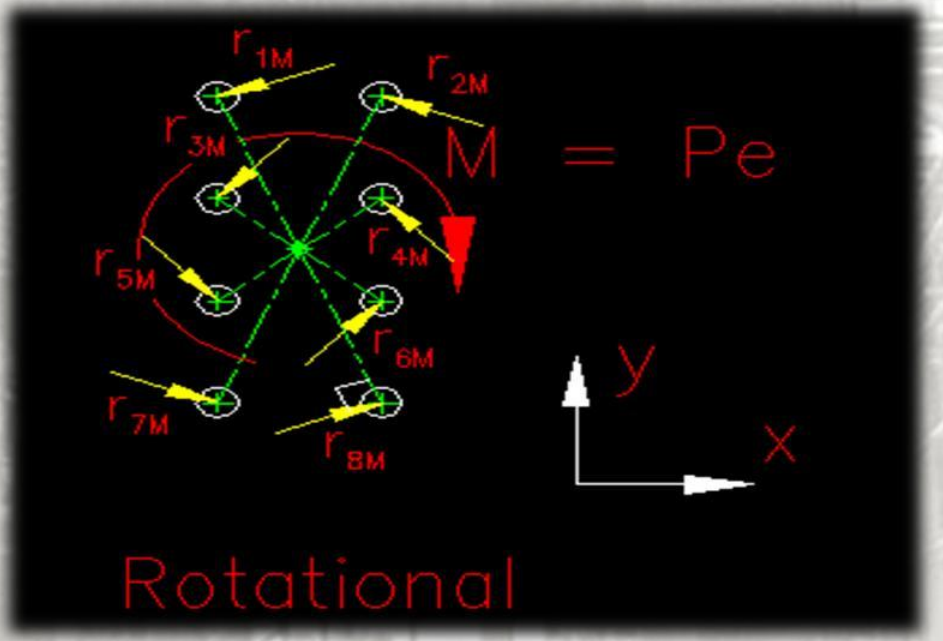


به نظرتان کدام پیچ یاپیچها
بحرانی ترین پیچها هستند؟

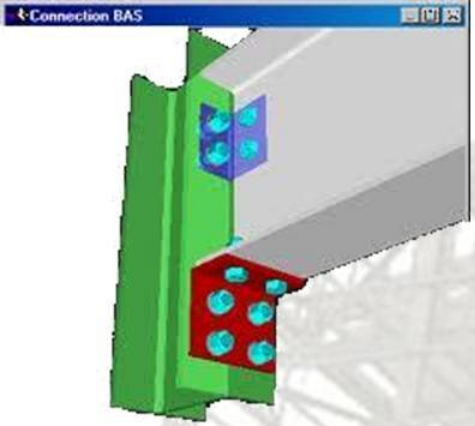


پیچهای گوشه



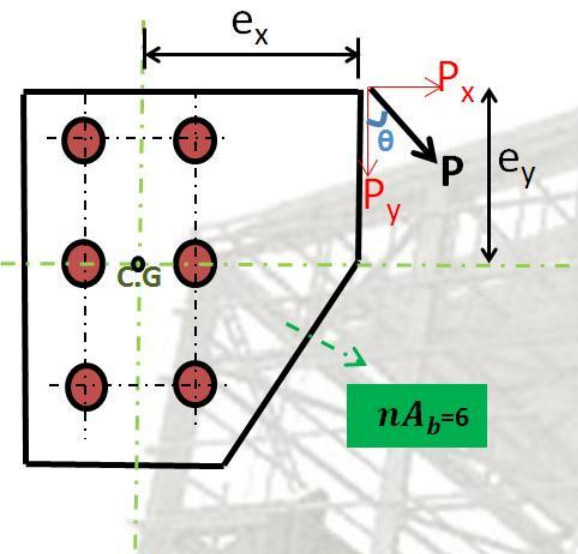


MEYSAM4366@YAHOO.COM



روند طرح یک پیچ

MEYSAM4366@YAHOO.COM



شب شیش تا پیچ با آرایش منظم مستطیلی

فرض اولیه وحدس تعداد پیچها وآرایششان

اثر برش و پیچش در محاسبه پیچها

تجزیه مولفه های نیرو

$P_x = P\cos\theta$

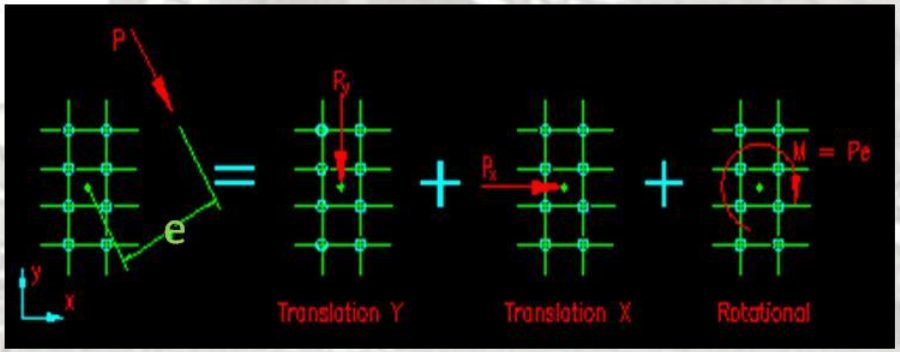
$P_y = P\sin\theta$

M or $T = P_x . e_y + P_y . e_x$

مرکز هندسی دیگه چیه؟کیاس؟
وقتی یه نیرویی با خروج از مرکزیت به اتصال پیچمون واردیشه پیچها تمایل دارن مول یه نقطه دوران کنن،اون نقطه همون مرکز هندسیه.

محاسبه مرکز هندسی پیچها:

$\Sigma d^2 = \Sigma x^2 + \Sigma y^2$



اثربرش :

$f_x' = \frac{P_x}{nA_b}$

$f_y' = \frac{P_y}{nA_b}$

اثرپیچش :

$f_x'' = \frac{T}{\Sigma d^2} \times y$

$f_y'' = \frac{T}{\Sigma d^2} \times X$

$f_x' + f_x'' = f_{x(total)}$

$f_y' + f_y'' = f_{y(total)}$

$\sqrt{f_{x(tot)}^2 + f_{y(tot)}^2} = f_r$

f_r نقطهٔ بحرانی است

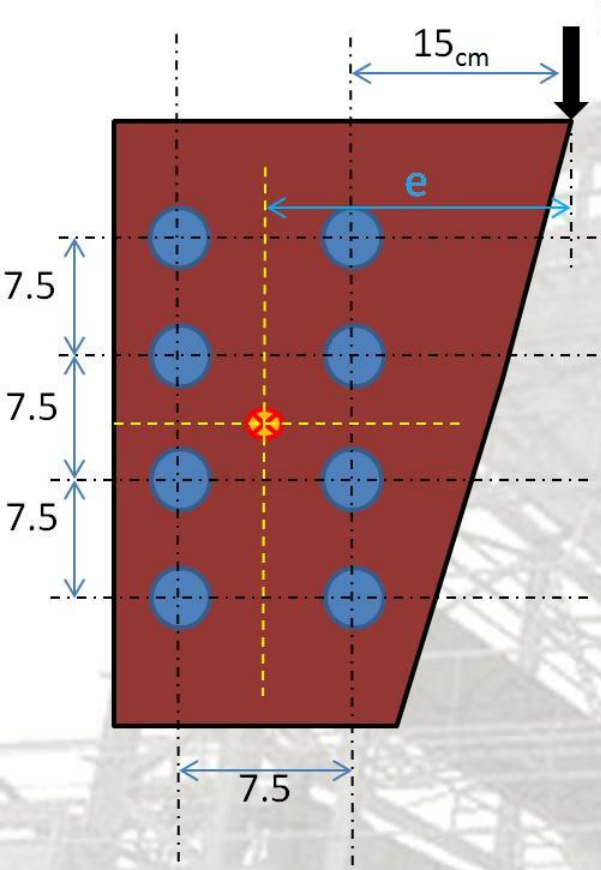
$f_r < F_{مجاز}$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مثال:

مقدار نیرو در بحرانی ترین پیچ را بیابید(۸پیچ).

حل:باتوجه به تصویر نیروی وارد به هر پیچ دو پیچ گوشه راست در بالا وپایین بحرانی ودارای نیروی(تنش) برابر میباشند.در دو پیچ دیگر فقط شاهدنیروی برشی هستیم.



$$e=15+\frac{7.5}{2}=18.75 \qquad T=P.e=13\times18.75=\underline{243.75}\ \text{t-cm}$$

اگر: H=X V=y

$$\Sigma d^2=\Sigma y^2+\Sigma x^2$$

$$\Sigma d^2=8\left[\frac{7.5}{2}\right]^2+4\left[\left(\frac{7.5}{2}\right)^2+(11.25)^2\right]$$

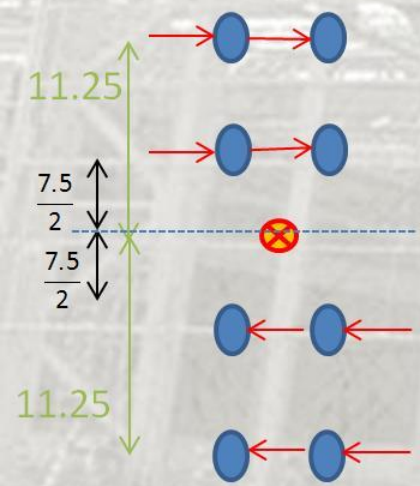
$7.5+\frac{7.5}{2}=11.25$

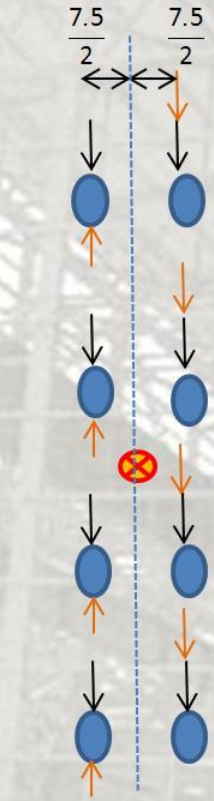
$$f'=\frac{P}{nA_b}=\frac{13000}{8}=1625_{kg}$$

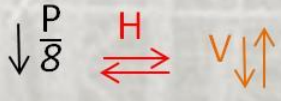
$$f_x''=\frac{T}{\Sigma d^2}\times y=\frac{243.75\times11.75}{675}=4062_{kg}$$

$$f_y''=\frac{T}{\Sigma d^2}\times X=\frac{243.75\times3.75}{675}=1354_{kg}$$

$\frac{7.5}{2}=3.75$







$$\sqrt{f_{x(tot)}^2+f_{y(tot)}^2}=f_r$$

$$f_r=\sqrt{(4062)^2+(1354+1625)^2}=5037\ kg$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مقدار مجاز تنش لهیدگی یا فشار تماسی در سوراخهای پیچ (F_p)

هدف چیه؟
کنترل و تعیین فاصله پیچها ازانتهای اتصال
و
فاصله پیچها ازهم جهت اطمینان ازاثرات لهیدگی

باید: $3D \le S$

آیا: $1.5D \le L_e$

بله

بله

نه

اتصال شامل یک عدد پیچ در خط نیرو

$$F_p = \frac{L_e F_u}{2d} \le 1.2\, F_u$$

سوراخ استاندارد یا لوبیایی کوتاه

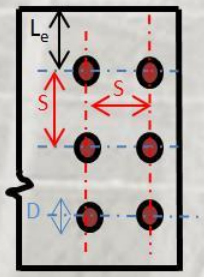
$$F_p = \frac{L_e F_u}{2d} \le 1.2\, F_u$$

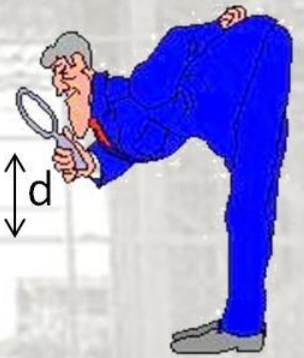
استاندارد یا لوبیایی کوتاه با دویاچندپیچ در خط نیرو

$F_p = 1.2\, F_u$

لوبیایی بلند با دویاچندپیچ در خط نیرو

$F_p = F_u$





MEYSAM4366@YAHOO.COM

فواصل مرکز به مرکز پیچها

سوراخ

لوبیایی

- در امتداد نیرو
  - $S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}$
  - $S \leq 12t \leq 150_{mm}$
  - $3d \leq S$
- عمود بر امتداد نیرو
  - $S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}$
  - $S \leq 12t \leq 150_{mm}$
  - $3d \leq S$

سوراخ

استاندارد

- $S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}$
- $3d \leq S$
- $S \leq 12t \leq 150_{mm}$

سوراخ

بزرگ شده

- $S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} + 5_{mm}$
- $S \leq 12t \leq 150_{mm}$
- $3d \leq S$

در امتداد نیرو

لوبیایی کوتاه

- $S \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} + 7_{mm}$
- $S \leq 12t \leq 150_{mm}$

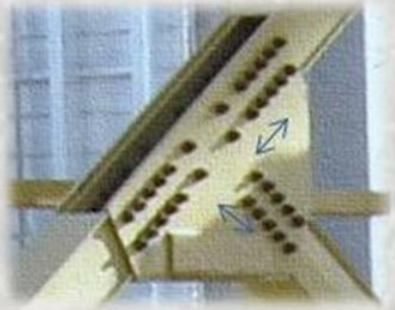
لوبیایی بلند

- $S \geq \frac{2P}{F_u t} + 2d - 1.5_{mm}$
- $S \leq 12t \leq 150_{mm}$
- $3d \leq S$

هدف چیه؟

کنترل و تعیین فاصله سوراخها و

پیچها ازهم جهت اطمینان ازاثرات برش و کشش



t ضخامت قطعه نازکتر

P نیروی منتقل شده توسط وسیله انتقال(پیچ)

???? F_u

MEYSAM4366@YAHOO.COM

حداکثر فاصله مرکز سوراخ از لبه آزاد (L_e)

لبه نورد شده

لبه با قیچی وتحت اثر برش بریده شده

$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} \right.$

$\left. 2d \right.$

$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} \right.$

$\left. 2.25d \right.$

سوراخ استاندارد

$L_e \geq 2d$

بله

بزرگ شده

نه

$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} + 3_{mm} \right.$

$\left. 1.5d \right.$

لوبیایی

موازی با لبه

$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} \right.$

$\left. 1.5d \right.$

عمود بر لبه

لوبیایی کوتاه

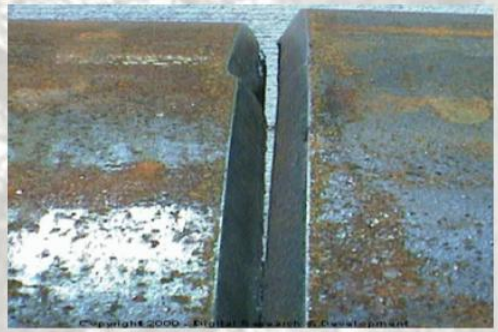
$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} + 5_{mm} \right.$

$\left. 1.5d \right.$

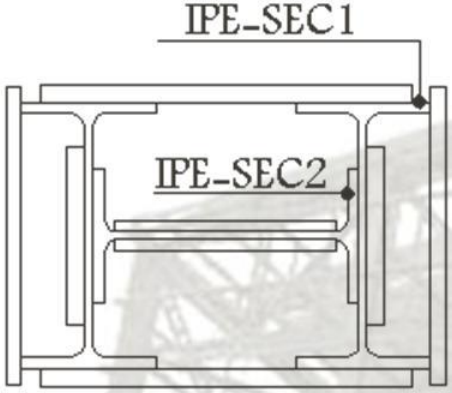
لوبیایی بلند

$L_e \geq \max \left\{ \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} + 1.5d \right.$

$\left. 1.5d \right.$



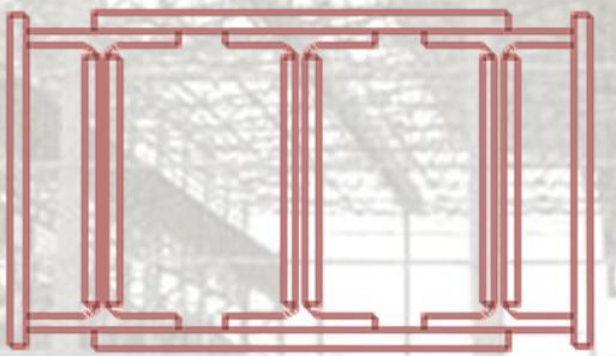
MEYSAM4366@YAHOO.COM



COMPRESSION MEMBERS

قطعات فشاری

واحد مبنا : Kg/cm^2



MEYSAM4366@YAHOO.COM

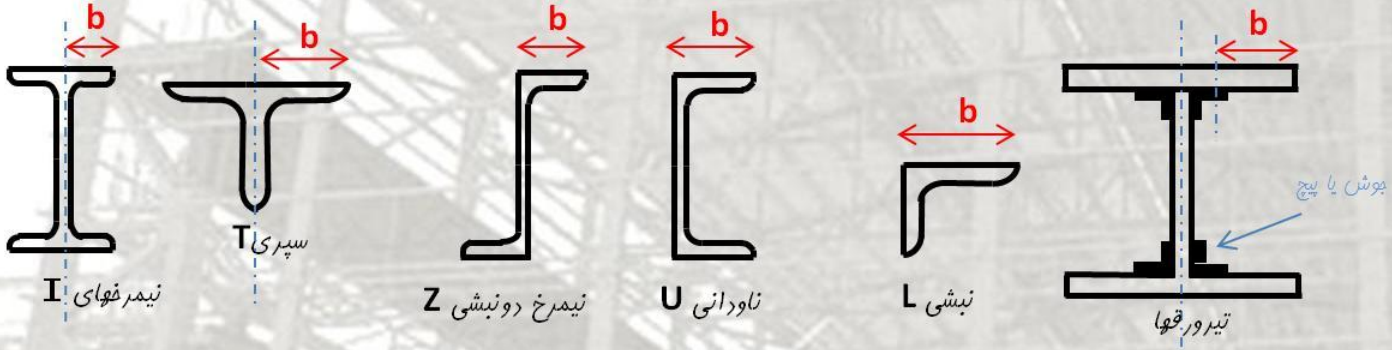
طبقه بندی مقاطع فولادی : فشرده - غیر فشرده - لاغر

برای آنکه مقطعی فشرده به حساب آیدبایدبال یابالهای($flange_s$) آن بصورت سرتاسری به جان یاجانها(web_s) متصل باشد.

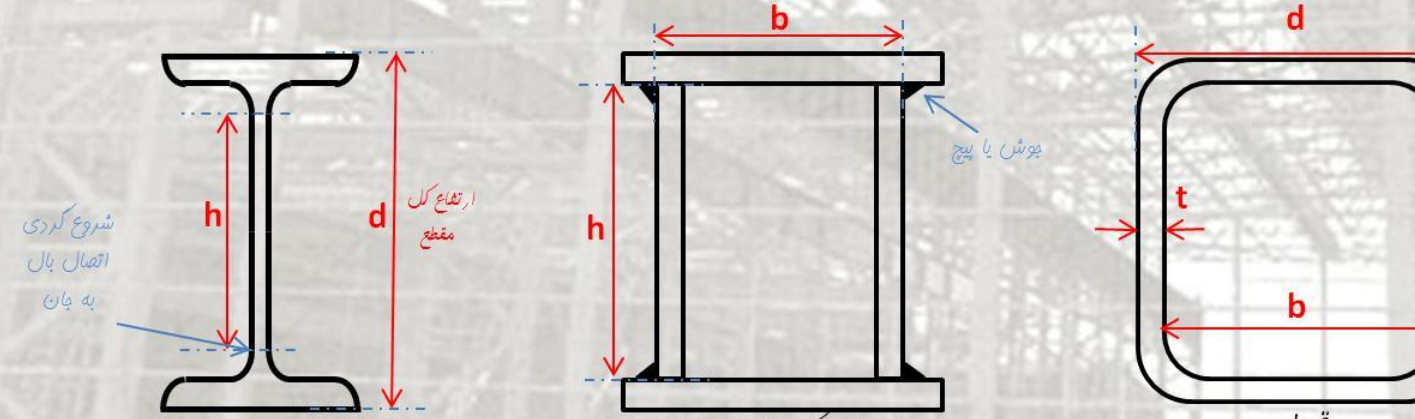
مقطعی که جز دسته فشاری و غیر فشاری دسته بندی نگردد لاغر محسوب میگردد(کمانش قطعه قبل از رسیدن به تنش تسلیم روی میدهد)و بجزدر جان تیرورقها (بارعایت مقررات)نبایدمورداستفادهءفشاری قرار گیرند.

*پهنای آزاد

به موازات نیروی فشاری



اجزای با یک لبهء متکی



اجزای با دو لبهء متکی

MEYSAM4366@YAHOO.COM

ضوابط کنترل کمانش موضعی

یکی از شرایط اساسی برای رسیدن یک ستون به بار کمانش اینست که دراجزای آن مقطع قبل ازاینکه کل مقطع به شرایط تسلیم نرسیده است،تسلیم رخ ندهد.

با توجه به حساسیت عملکرد قطعات فشاری لازم است نسبت پهنای آزاد به ضخامت در این اجزا مطابق آئین نامه کنترل گردد.هرگاه داشته باشیم:

$\frac{h}{t} > 50 \longrightarrow \frac{7}{\sqrt{\frac{h}{t}}} = K_c \geq 0.4$

$50 \geq \frac{h}{t} \longrightarrow K_c = 1$

محدودیت نسبت پهنای آزاد به ضخامت برخی قطعات

اجزای با یک لبه متکی	حالت	پهنابه ضخامت	Maxپهنای آزادبه ضخامت	
			فشرده	غیرفشرده
	بالهای تیرنوردشده I وU در حالت خمشی	$\frac{b}{t}$	$\frac{545}{\sqrt{F_y}}$	$\frac{795}{\sqrt{F_y}}$
	بالهای تیرورق جوشی I در حالت خمشی	$\frac{b}{t}$	$\frac{545}{\sqrt{F_y}}$	$\frac{795}{\sqrt{F_y/K_c}}$
	تک نبشی یاجفت نبشی با لقمه اتصال	$\frac{b}{t}$	فشرده نیست	$\frac{635}{\sqrt{F_y}}$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

محدودیت نسبت پهنای آزاد به ضخامت برخی قطعات

	حالت	پهنابه ضخامت	Maxپهنای آزادبه ضخامت	
			فشرده	غیرفشرده
اجزای با دو لبهء متکی	جان قطعات تحت اثر فشار حاصله از خمش	$\frac{h}{t_w}$	$\frac{5365}{\sqrt{F_y}}$	$\frac{6370}{\sqrt{F_y}}$
	بالهای مقطع قوطی باضخامت ثابت درفشاروخمش	$\frac{b}{t}$	$\frac{1590}{\sqrt{F_y}}$	$\frac{2000}{\sqrt{F_y}}$
	جان قطعات تحت اثر مشترک فشاروخمش	$\frac{h}{t_w}$	$\frac{f_a}{F_y} \le 0.16$: $(1- 3.74 \frac{f_a}{F_y}) \frac{5365}{\sqrt{F_y}}$ $\frac{f_a}{F_y} > 0.16$: $\frac{2155}{\sqrt{F_y}}$	$(1- 1.5 \frac{f_a}{F_y}) \frac{6370}{\sqrt{F_b}}$
لوله ها	مقطع دایره ای تو خالی تحت فشار محوری و یا خمش	$\frac{D}{t}$	$\frac{230 \times 10^3}{F_y}$	

F_b تنش مجاز خمشی قطعه F_a تنش مجاز فشاری قطعه

MEYSAM4366@YAHOO.COM

نمونه بارز یک قطعه وعضو فشاری(تحت فشار) یک ستون است.

هرگاه بتوان از دوران انتهای قطعه چشم پوشی کرد یا حالتی بوجودآیدبارهای وارده از تیرها به ستون وضعیت متقارن داشته باشند. طوریکه بتوان ازلنگر خمشی انتهای ستون نسبت به نیروی فشاری محوری صرف نظر کرد می توان ستون را تنهاتحت نیروی محوری طراحی کرد.

کمانش ارتجاعی اولر Leonhard Euler (1707 – 1783)

ستون دوسرمفصلی را تصور کنید;مطابق فرضیه خمش:

$$\frac{1}{\rho}=\frac{M}{EI}=\frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}} \xrightarrow{y'^2=0} EIy''=-M=-Py \longrightarrow EIy''+Py=0 \longrightarrow y''+\frac{P}{EI}y=0$$

درصورتیکه داشته باشیم $k^2=\frac{P}{EI}$ حل معادله دیفرانسیل درجه دوم فوق :

$$y=A\sin Kz+B\cos Kz \xrightarrow{\text{اعمال شرایط مرزی}} \begin{matrix} y=0 & y=0 \\ z=0 & z=L \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} 0=A\sin KL \\ B=0 \end{matrix}$$

سه حالت رخ خواهد داد:

$A=0 \longrightarrow$ قطعه هیچ خمشی ندارد

$KL=0 \longrightarrow$ هیچ باری بر قطعه وارد نشود

$KL=N\pi \longrightarrow$ شرایط وقوع کمانش

$$\left(\frac{N\pi}{L}\right)^2=\frac{P}{EI} \longrightarrow \boxed{P=\frac{N^2\pi^2EI}{L^2}}$$

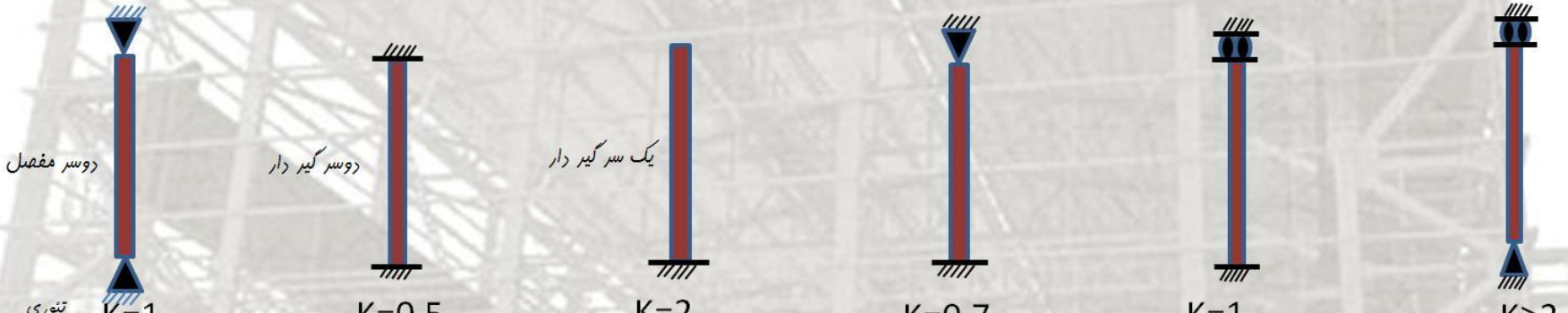
MEYSAM4366@YAHOO.COM

وضعیت اصلی کمانش دارای یک انحناست **N=1** است لذا برای ستون دو سر مفصل:

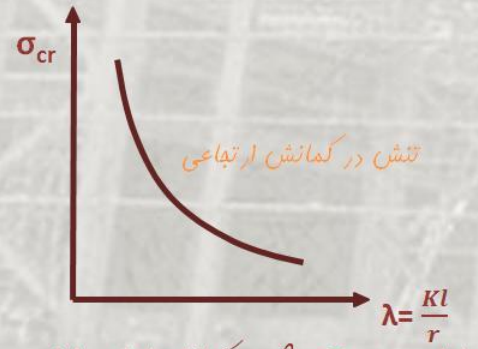
$$P_{cr}=\frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad \text{اگر:} \quad r=\sqrt{\frac{I}{A}} \longrightarrow r^2A=I \Longrightarrow \sigma_{cr}=\frac{P_{cr}}{A}=\frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

F_{cr}

K چیست؟ K معرف شرایط تکیه گاهی است وضریب طول موثرنام دارد.



طول موثر در واقع فاصله بین نقاط عطف شکل کمانش یافته ستـــــون میباشد که به عواملی از قبیل قیود دو سر ستون در برابـر دوران و آزاد یا مقید بودن در برابر حرکت جانبی بستـــگی داردو آن را با KL نمایش میدهند.



رابطه بین σ_{cr} و λ در کمانش ارجاعی اولر

$\lambda=\frac{Kl}{r}$ ضریب لاغری حداکثری نام دارد.فرمول اولر برای مقادیر بزرگتراز $\frac{Kl}{r}$ صادق است ودراین محدوده کمانش از نوع ارتجاعی خواهدبود.

برای مقادیر کمتراز $\frac{Kl}{r}$ کمانش غیرارتجاعی خواهد بود.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

کمانش غیرارتجاعی شانلی (Shanley)

در محدوده کمانش غیرارتجاعی فرمول اولر دیگر برقرار نخواهد بود,علت آنست که وقتی ستون وارد حالت غیر ارتجاعی می شود مقدار E دیگرثابت نخواهد بودوبا کاهش آن مقدار باری که سبب کمانش ستون میگردد(نیز کاهش میابد.

اساس این نظریه برتئوری مدول مماسیE_t (tangent modulus) استوار است.

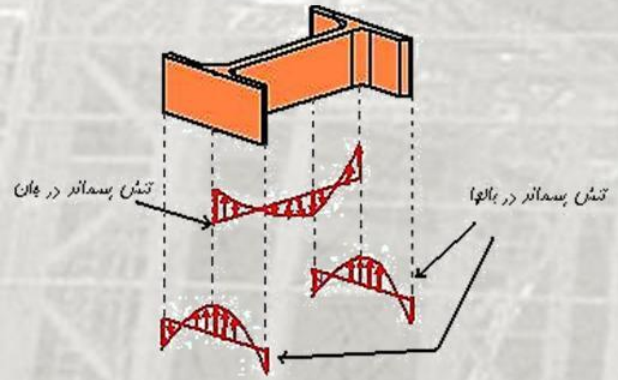
$$E_t = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

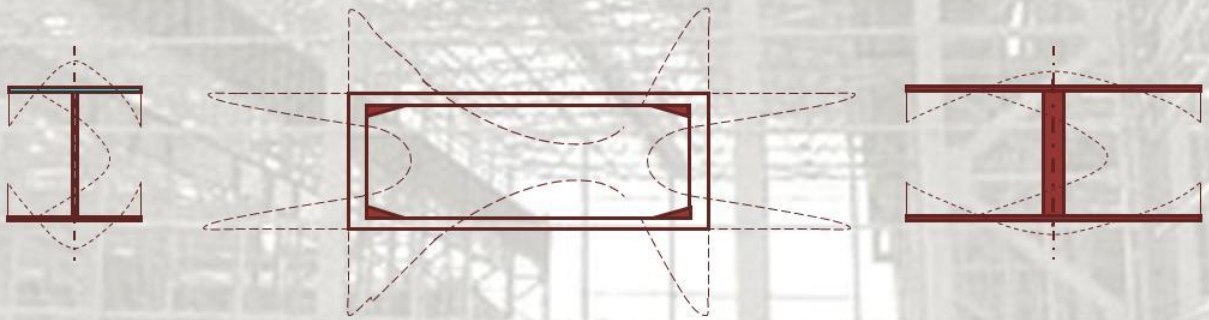
شانلی این اصل را براساس نظریه مدول دوگانه مطرح ساخت که بیان میدارد:تاوقتی که تنش در ستون از حدخاص F_{cr} کمترباشدبارکمانش ستون تابع تئوری اولر است ولی پس ازاین حدتئوری شانلی بر رفتار ستون حاکم است.

$$F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

مقدار F_{cr} عموما تابعی از تنشهای پس ماندی است که درحین ساخت ویاجوشکاری درقطعه ایجادمیشوند.AISC و آئین نامه ایرانی تاثیرتنش پس ماندرابصورت محافظه کارانه برابر $0.5F_y$ در نظر میگیرند:

$$F_{cr} = 0.5\, F_y$$





تنشهای پس ماند

دقت کنید مقادیر تنش درکدام نقاط بیشتر است

MEYSAM4366@YAHOO.COM

$$F_{cr} = \frac{1}{2}F_y \longrightarrow \frac{1}{2}F_y = \frac{\pi^2 E}{(\frac{Kl}{r})^2} \longrightarrow \frac{Kl}{r} = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

$\frac{Kl}{r}$ در این حالت C_c نامیده میشود.(ضریب لاغری مرزی بین کمانش ارتجاعی و غیر ارتجاعی است)

$$C_c = \frac{Kl}{r} = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \pi\sqrt{\frac{2E}{F_y}} = \frac{6440}{\sqrt{f_y}}$$

به ازای $C_c < \frac{Kl}{r}$ کمانش ارتجاعی وستون لاغر خواهد بود و به ازای $C_c \geq \frac{Kl}{r}$ کمانش بصورت غیر ارتجاعی خواهد بود.

از عبارت فوق جهت تعیین تنش مجاز F_a در مقادیر **بیشتر و کمتر** از C_c استفاده می کنیم.

جهت سهولت درمحاسبات مقدار $\frac{\frac{Kl}{r}}{C_c}$ یا همان $\frac{\lambda}{C_c}$ را β می نامیم.

مطابق آیین نامه در اعضایی که ملاک طراحی و محاسبه آنها نیروی فشاری است لاغری حداکثر نباید از ۲۰۰ تجاوز کند.
در طرح لرزه ای رعایت مفاد آیین نامه ای برای کنترل اعضای فشاری و لاغریشان الزامی است.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی اعضا فشاری

مطابق آیین نامه مقدار تنش مجاز فشاری در محدوده ارتجاعی :

$$* \quad F_a = \frac{12}{23} \times \frac{\pi^2 E}{(\frac{Kl}{r})^2} \approx \frac{105\times10^5}{(\frac{Kl}{r})^2} = \frac{105\times10^5}{(\lambda)^2}$$

در محدوده غیرارتجاعی شانلی :

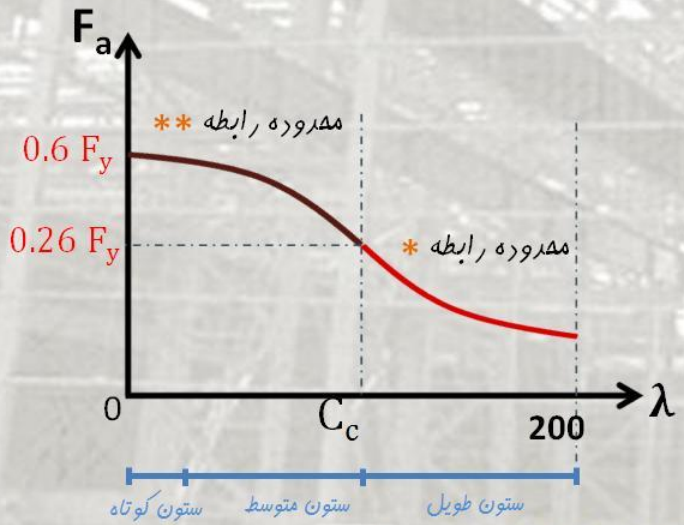
$$\beta = \frac{\frac{Kl}{r}}{C_c}$$

$$** \quad F_a = \frac{(1-0.5\beta^2)F_y}{F.S}$$

مقدار ضریب اطمینان F.S برابر است با:

منها

$$F.S = \frac{5}{3} + \frac{3}{8}(\frac{\frac{Kl}{r}}{C_c}) - \frac{1}{8}(\frac{\frac{Kl}{r}}{C_c})^3 \longrightarrow F.S = 1.67 + 0.375\,\beta - 0.125\,\beta^3$$



MEYSAM4366@YAHOO.COM

تیرستون

تیر ستونها قطعاتی هستند که که علاوه بر نیروی محوری متحمل لنگر خمشی،برشی و پیـــچشی نیز می باشند.

لازمـــه طراحی تیر ستونها بررسی رفتار اعضاء با نیروی فشاری است.

اکثرتیر ستونها قطعاتی از یک قاب صلب می باشندلذا باید محاسبه ضریب کمانش ستون(K)باتجزیه تحلیل وضعیت موجودمعیین گردد.برای تیرستونها دو معیار اساسی مقاومت و پایداری باید مورد بررسی وکنترل قرار گیرد.

طول موثرهیچگاه نباید کمترازطول واقعی عضودرنظرگرفته شود.

قاب مهار نشده

$$K=\sqrt{\frac{1.6G_AG_B+4(G_A+G_B)+7.5}{G_A+G_B+7.5}} \geq 1$$

G_a و G_B نشاندهنده شرایط مرزی دوانتهای عضو فشاری هستند وبرابراند با نسبت مجموع سختی خمشی کلیه ستونهای متصل به گره صلب A یا B بر مجموع سختی خمشی کلیه تیرهای موجود درصفحه خمش ومتصل به گره صلب A یا B.

(می توان از بکار بردن E درفرمول صرف نظر کرد(صورت یا مخرج ساده شود)).

Lطولی است که مهار جانبی ندارد.

$$G_{A\text{ or }B}=\frac{\Sigma\left(\frac{EI}{L}\right)_{A\text{ or }B}}{\Sigma\left(\frac{EI}{L}\right)_{A\text{ or }B}}$$

ستونها

تیرها

قاب مهار شده(بدون حرکت جانبی)

$$K=\frac{3G_AG_B+1.4(G_A+G_B)+0.64}{3G_AG_B+2(G_A+G_B)+1.28}=1$$

آئین نامه ایرانی

محافظه کارانه

$$K=\frac{3G_AG_B+1.4(G_A+G_B)+0.64}{3G_AG_B+2(G_A+G_B)+1.28}<1$$

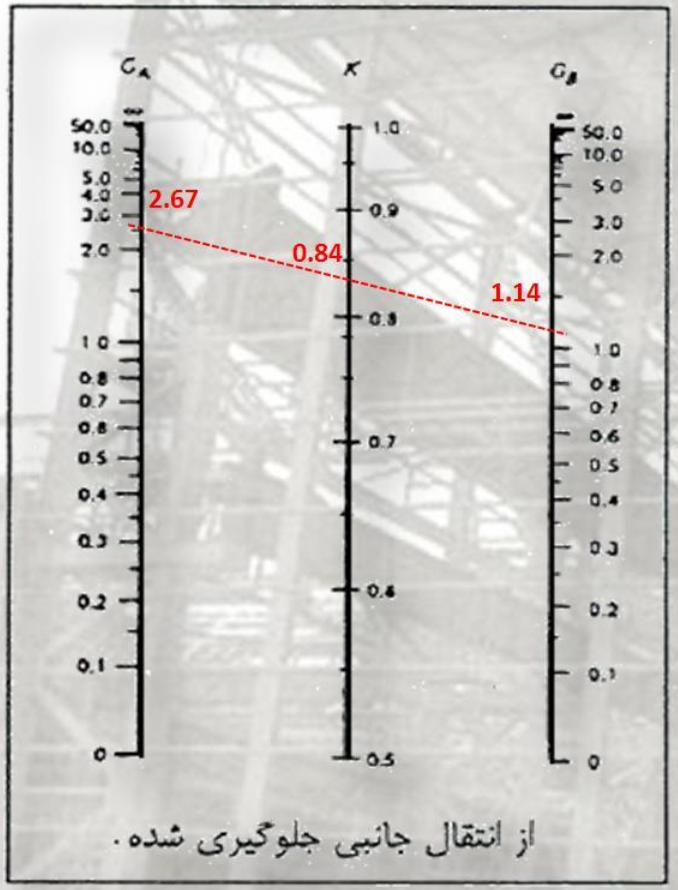
این روابط توسط جولیان و لورنس از شرکت مهندسین مشاور جاکسون و مورلاند به صورت گرافهایی تهیه شده است .

MEYSAM4366@YAHOO.COM

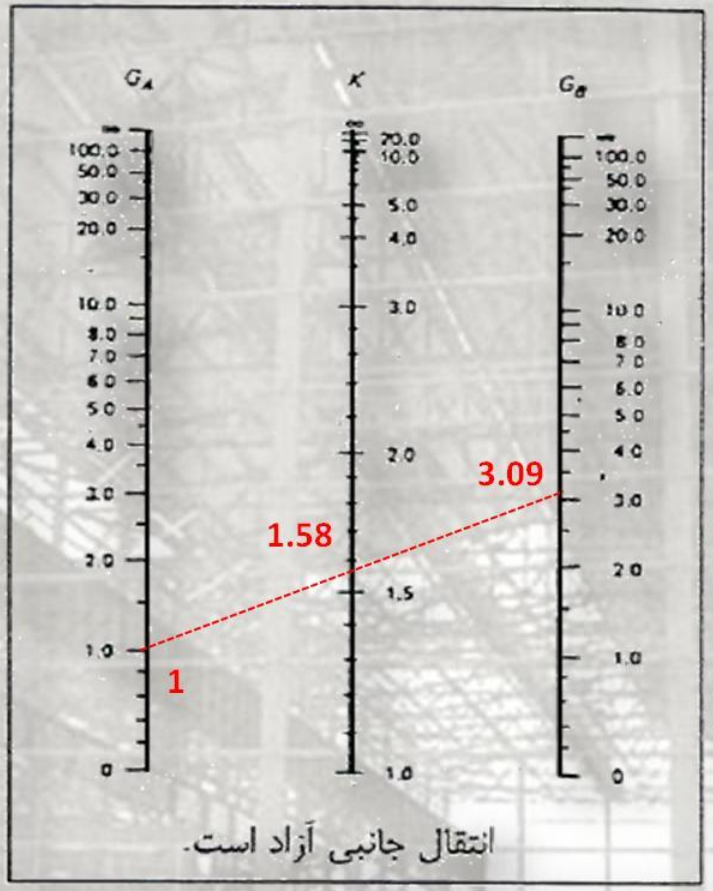
در قابهایی که در آنها از مهاربند بافروج از مرکز استفاده شده K≠1 است.زیرا این نوع مهاربندبه طورکامل مانع انتقال جانبی نمیگردد.

ابتدامشخص می کنیم که ستون مهارشده است یانه. سپس G_Aو G_Bرا تعیین کرده با یک خط بهم متصل میکنیم نقطه قطع شده روی محوروسطی همان مقدار مورد نظر K می باشد.

G برای انتهای گیردارستون برابر 1 وانتهای مفصلی برابر 10 خواهد بود.



از انتقال جانبی جلوگیری شده.



انتقال جانبی آزاد است.

اگر تیربه جان ستون متصل شده باشد I_yواگر به بال ستون متصل باشدI_xمقطع ستون رادرفرمول محاسبهGبکارمی بریم.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

معمولا تیرهاطوری قرار می گیرندکه محور خمش آنها محور X مقطع باشدلذا از I_x تیرها در فرمول استفاده می کنیم.

مقدارسختی خمشی برای تیرهای طره متصل به ستون صفر خواهد بود.

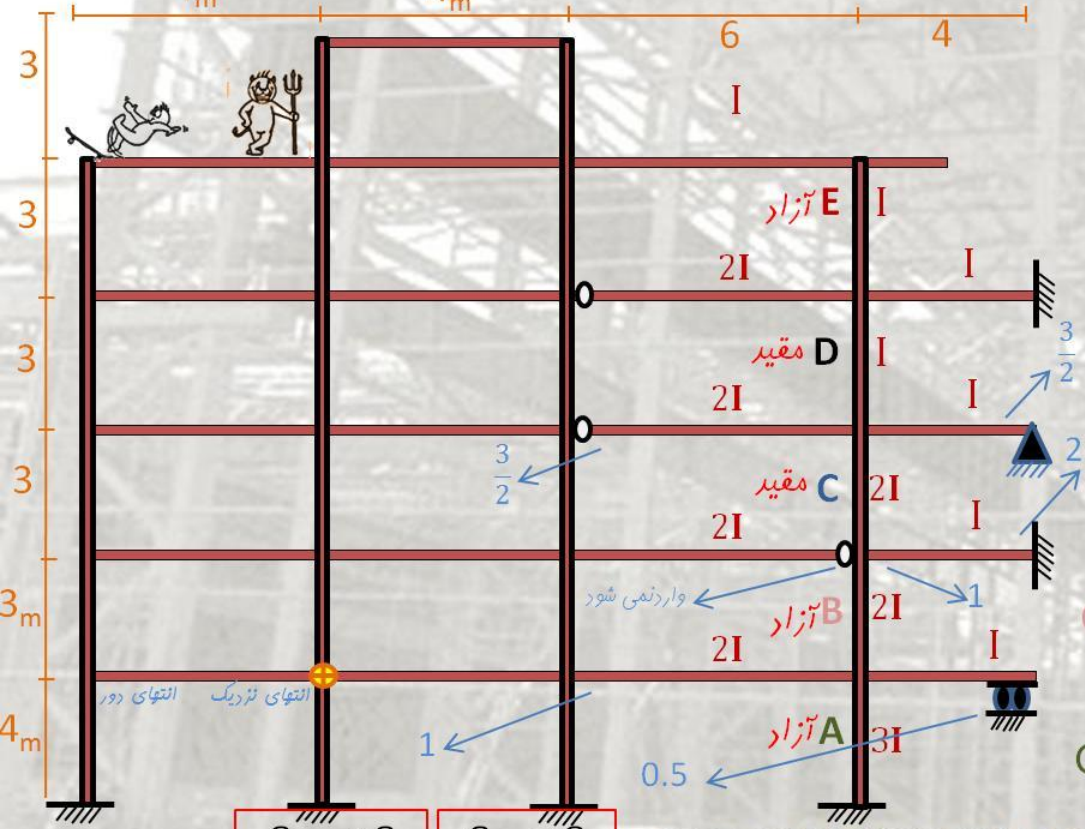
در تیر ستون با حرکت جانبی مقید:

در انتهای دورتیراتصال مفصلی باشد ضریب سختی تیر رادر $\frac{3}{2}$ واگرانتهای دورتیر گیردار باشد در 2ضرب می کنیم.

در تیر ستون باحرکت جانبی آزاد:

در انتهای دورتیراتصال مفصلی باشد ضریب سختی تیر رادر$\frac{1}{2}$ واگرانتهای تیر گیردار باشد در $\frac{2}{3}$ ضرب می کنیم.

انتهای نزدیک اتصال تیربه ستون مفصلی باشدآن تیر درمحاسبات واردنمی شود.



$G_B = \frac{\frac{I}{3}+\frac{I}{3}}{\frac{1}{2}\times\frac{2I}{6}+\frac{I}{4}\times\frac{2}{3}} = 0.76$ $G_T = \frac{\frac{I}{3}}{\frac{I}{6}} = 2$ $K_E = 1.6$

$G_B = 1.14$ $G_T = \frac{\frac{I}{3}+\frac{I}{3}}{\frac{3}{2}\times\frac{2I}{6}+\frac{I}{4}\times 2} = 0.667$ $K_D = 0.76$

$G_B = \frac{\frac{2I}{3}+\frac{2I}{3}}{2\times\frac{I}{4}} = 2.67$ $G_T = \frac{\frac{2I}{3}+\frac{I}{3}}{\frac{3}{2}\times\frac{2I}{6}+\frac{I}{4}\times\frac{3}{2}} = 1.14$ $K_C = 0.84$

$G_B = 3.09$ $G_T = \frac{\frac{2I}{3}+\frac{2I}{3}}{\frac{2}{3}\times\frac{I}{4}} = 8$ $K_B = 2.22$

$G_B = 1$ $G_T = \frac{\Sigma\left(\frac{EI}{L}\right)}{\Sigma\left(\frac{EI}{L}\right)} = \frac{\frac{3I}{4}+\frac{2I}{3}}{\frac{1}{2}\times\frac{I}{4}+\frac{2I}{6}\times 1} = 3.09$ $K_A = 1.58$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

کنترل تیرستون تحت خمش دومحوره

I. محاسبه K در دو جهت x و y (k_x و k_y)

II. تعیین ضرایب لاغری ستون از روابط $\lambda_x=\frac{K_x l}{r_x}$ و $\lambda_y=\frac{K_y l}{r_y}$ وانتخاب مقدار max از بین آنها

III. محاسبه F_a با توجه به لاغری ماکزیمم.

$$F_a=\frac{12}{23}\times\frac{\pi^2 E}{(\frac{Kl}{r})^2}\approx\frac{105\times10^5}{(\frac{Kl}{r})^2}=\frac{105\times10^5}{(\lambda)^2}$$

$$F_a=\frac{(1-0.5\beta^2)F_y}{F.S}$$

IV. محاسبه مقدار تنش فشاری محوری موجود $f_a=\frac{P}{A}$

V. محاسبه مقادیر تنشهای خمشی موجود از روابط $f_{bx}=\frac{M_x}{S_x}$ و $f_{by}=\frac{M_y}{S_y}$

VI. محاسبه مقادیر تنشهای خمشی مجاز F_{bx} و F_{by} در $(C_b=1)$

غیرفشرده $F_{bx}=F_{by}=0.6\,f_y$

فشرده $F_{bx}=F_{by}=0.66\,f_y$

VII. محاسبه نسبت $\frac{f_a}{F_a}$:

$\frac{f_a}{F_a}\le$ ۰/۱۵ ⟶ $\frac{f_a}{F_a}+\frac{f_{bx}}{F_{bx}}+\frac{f_{by}}{F_{by}}\le$ ۱

$\frac{f_a}{F_a}>$ ۰/۱۵ ⟶

معیار مقاومت $\frac{f_a}{0.6F_y}+\frac{f_{bx}}{F_{bx}}+\frac{f_{by}}{F_{by}}\le$ ۱

معیار پایداری $\frac{f_a}{F_a}+\frac{f_{bx}C_{mx}}{F_{bx}(1-\frac{f_a}{F'_{ex}})}+\frac{f_{by}C_{my}}{F_{by}(1-\frac{f_a}{F'_{ey}})}\le$ ۱

ضریب تشدید لنگر

MEYSAM4366@YAHOO.COM

C_b ضریب یکنواختی نمودار لنگراست که نشان دهنده‌ءاثرنمودار تغییرات لنگر خمشی درمقدار تنش مجاز می باشد.

C_b برای قابهایی که ازانتقال جانبی آنها جلوگیری شده است برابر یک است و برای قابهایی که انتقال جانبی در آنها ممکن است :

$$C_b = 1.75 + 1.05\frac{M_1}{M_2} + 0.3\left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \le 2.3$$

M_1 لنگر کوچکترو M_2 لنگر بزرگتر ازنظر قدرمطلق است.

$$F'_e = \frac{12}{23} \times \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{Kl}{r}\right)_b^2} = \frac{105\times10^5}{(\lambda)_b^2}$$

F'_e تنش اولر است که بر ضریب اطمینان تقسیم شده است:

C_m (ضریب لنگر معادل یکنواخت) ضریب میزان هم مکانی لنگر حداکثربالنگر ناشی از اثرات P-Δ می باشد.

در تیر ستونها علاوه بر تغییرشکلهای ناشی از لنگرخمشی ،تغییرشکلهای ثانویه در اثرنیروهای محوری فشاری در عضو ایجاد شده که تولید لنگرهای خمشی ثانویه می کنند و باعث کاهش ظرفیت باربری عضو می گردد (اثرات P-Δ) .

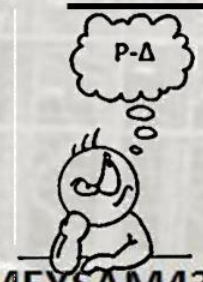
C_m برای اعضای فشاری در قابهای خمشی مهارنشده برابر **0.85** ودرقابهای خمشی مهار شده به شرطی که بارخارجی میان ستون وارد نشود برابر :

$$C_m = 0.6 - 0.4\left(\pm\frac{M_1}{M_2}\right) \ge 0.4$$

C_m برای اعضایی که اتصال دوانتهای آنها گیردار است برابر **0.85** وبرای اعضایی که اتصال دوانتهای آنها ساده باشد برابر **1** است.

ضریب تشدید لنگر برابر یک در نظر گرفته می شود.

اعمال تحلیل مرتبه دوم (P-Δ)



ضریب تشدیدلنگر :

$$\frac{C_m}{\left(1-\frac{f_a}{F'_e}\right)}$$

معیار پایداری $\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1$

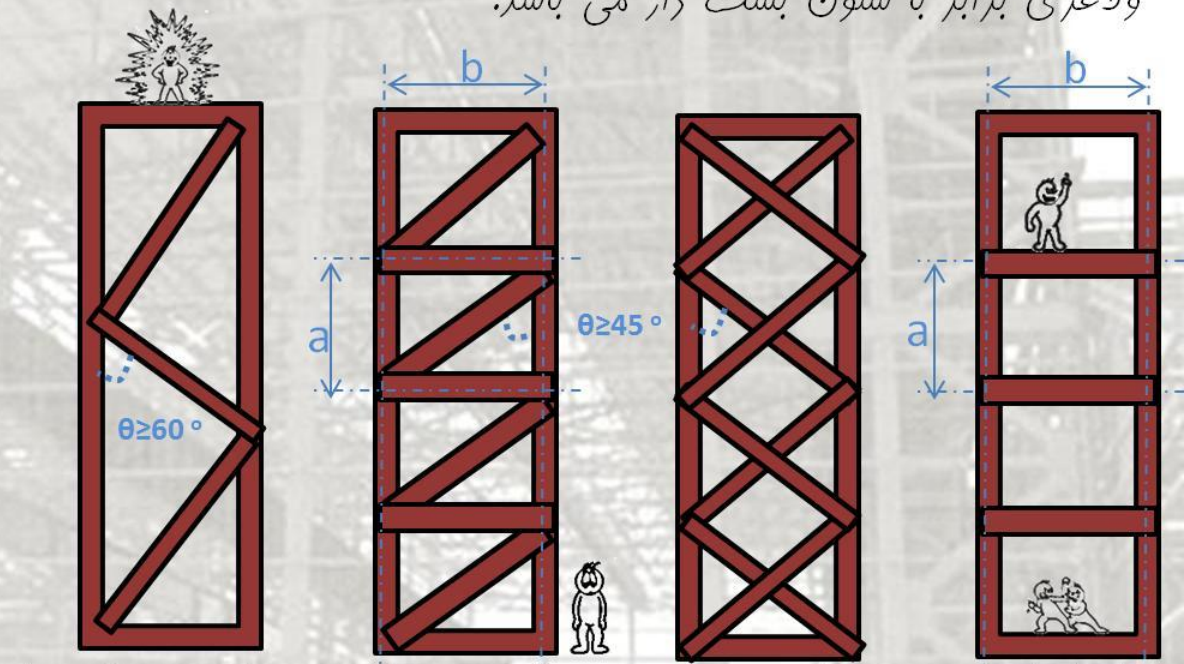
MEYSAM4366@YAHOO.COM

ستونهای مرکب

این ستونهااز چند نیمرخ تشکیل شده اند وهدف ازاتصال این نیمرخها به هم ایجاد قطعه واحدی است که بتواند بارهای فشاری راتحمل کند.

در طرح ومحاسبه این ستونها باید کمانش کل ستون - کمانش و تسلیم هریک از اعضا - مقاومت وسایل اتصال مقاومت قاب تشکیل شده در ستونهای با بست و اعوجاج مقطع ستون مورد توجه و بررسی قرارگیرد.

مقاومت کمانشی ستونهای بست دار،کمترازستونی است که متشکل ازیک نیمرخ واحد دارای همان سطح مقطع ولاغری برابر با ستون بست دار می باشد.



MEYSAM4366@YAHOO.COM

مقاومت کمانشی ستون مرکب

معمولا برای ستونهای ساختمان از نیمرخ I استفاده می شود. در این حالت اگرامتداد بارجانبی ستون ازمرکز برش عبور کند در ستون پیچش رخ نمی دهد.

باوجود عدم پیچش اما باز امکان وقوع کمانش پیچشی وجود دارد لذابار کمانشی به بار محوری یا بار جانبی وارد بر قطعه وابسته نیست،وبیشتر به مشخصات مقطع ،طول ستون وشرایط تکیه گاهی بستگی دارد.

ازین رو تنش بحرانی کمانش ارتجاعی خمشی پیچشی : $\frac{1}{\alpha^2}$ را سختی تقلیل یافته ستون گویند.

مقدار α باتوجه به نوع ستون متفاوت محاسبه می گردد.

$$F_{cr}=\frac{\pi^2 E_t}{(\lambda_{ye})^2}$$

$$\alpha\frac{KL}{r}=\alpha\lambda=\lambda_{ye}$$

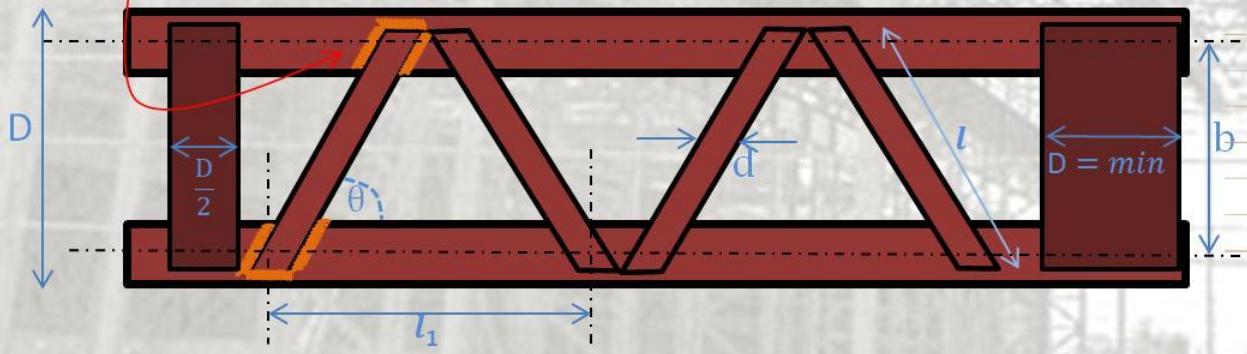
$$\alpha=\sqrt{1+\frac{\pi}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}^2+\frac{A}{A_d}\times\frac{1}{\cos\theta\sin^2\theta}}$$

ستون بابست چپ-راست ساده :

L طول ستون ، A سطح مقطع کلی عضوفشاری ، A_d سطح مقطع بست مورب

r شعاع ژیراسیون نیمرخ ستون ($\frac{KL}{r}$ لاغری قالب خواهد بود (بیشتر))

خط جوش با بعد $0.7t$ و $t\geq\frac{b}{40}$



MEYSAM4366@YAHOO.COM

ستون با پیوندهای افقی تنها:

$$\alpha=\sqrt{1+\frac{\pi^2}{12\left(\frac{L}{r}\right)^2}\times\left[\frac{a^2}{r_1^{\,2}}+\left(\frac{A}{A_d}\times\frac{ab}{r_b^{\,2}}\right)\right]}$$

$$\frac{\pi^2}{12}=0.822$$

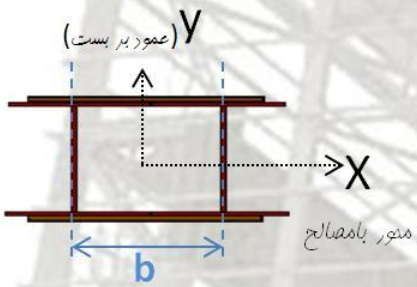
a فواصل پیوندها ، b فواصل بین مراکز ثقل اعضای اصلی ستون

A_d سطح مقطع پیوندهای افقی در هر مقطع ستون ، A سطح مقطع کل ستون

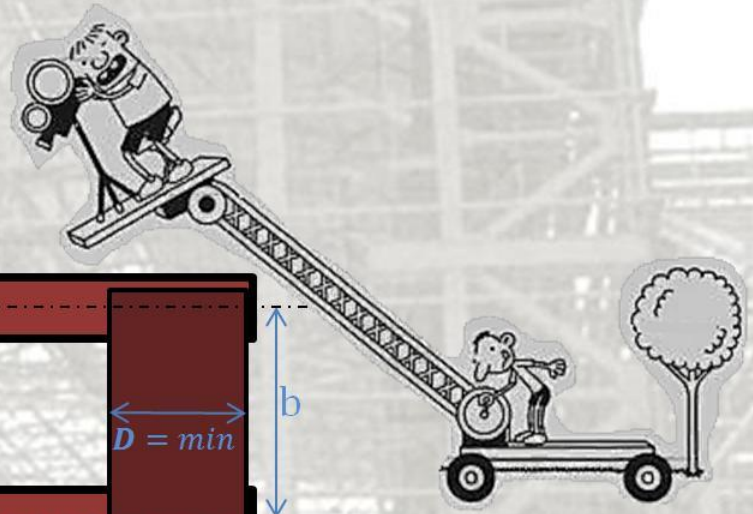
r_b شعاع ژیراسیون پیوندهای افقی [ممان نسبت به محوری که خمیده میشوند محاسبه می شود]

r_1 شعاع ژیراسیون حداقل اعضای اصلی

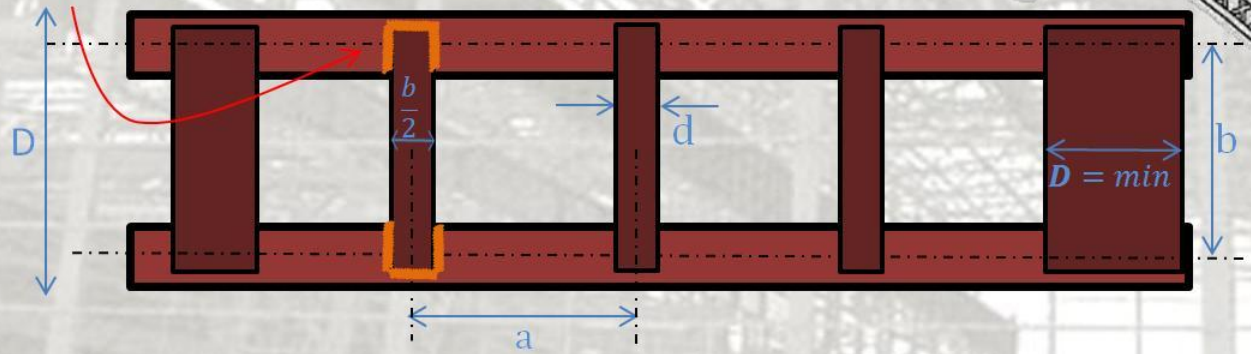
r شعاع ژیراسیون نیمرخ ستون ($\frac{KL}{r}$ لاغری قالب خواهد بود (بیشتر))



$\frac{3}{4}$



خط جوش با بعد $0.7t$ و $t\geq\frac{b}{40}$



باید: $a\geq 2.5\,d$ و نیز : $\frac{3}{4}\left(\frac{kL}{r}\right)_y$ & $40\geq\frac{a}{r_1}$

تک نیمرخ ستون

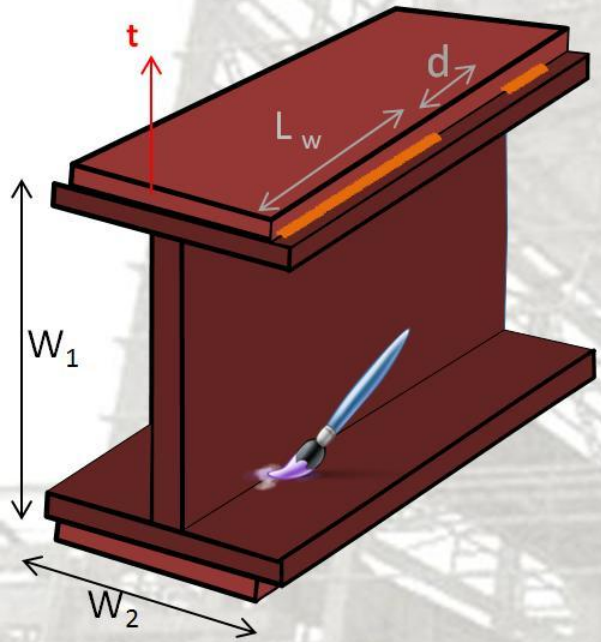
MEYSAM4366@YAHOO.COM

ضوابط طراحی ستونهای مرکب

*درانتهای اعضای فشاری مرکب در محل فشار مستقیم اجزای تشکیل دهنده ستون مرکب بایددر طولی برابر بعد حداکثر مقطع مرکب با جوش پیوسته به هم متصل شوند

$$L_w \geq \max(W_1 \,\&\, W_2)$$

L_w باید برای انتقال نیرو کافی باشد: نیرو= سطح ورق × $0.6\,F_y$



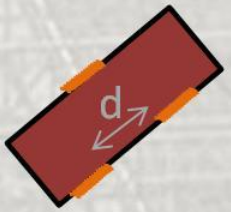
اگر قطعه مرکب از ورق و نیمرخ باشد فاصله جوشهای منقطع منظم که ورق رابه نیمرخ متصل میکنند نباید از

۳۰ سانتیمتر بیشتر و از $\frac{1060\,t}{\sqrt{F_y}}$ کمتر باشد:

$$30_{cm} \geq d \geq \frac{1060\,t}{\sqrt{F_y}}$$

اگر این جوش پس وپیش باشد :

$$45_{cm} \geq d \geq \frac{1590\,t}{\sqrt{F_y}}$$



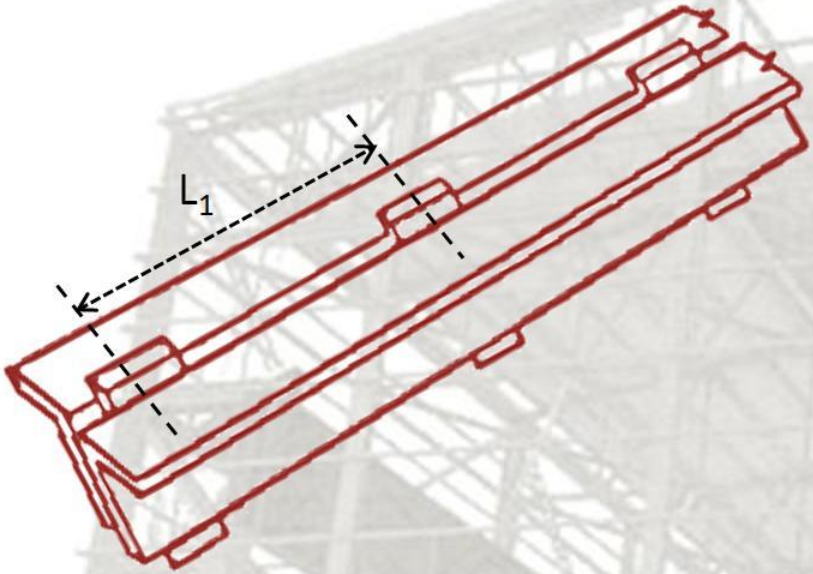
اگر قطعه مرکب از دو یا چند نیمرخ باشد فاصله جوشها که نیمرخها را بهم متصل میکنند نباید از

۶۰ سانتیمتر بیشتر و از $\frac{1060\,t}{\sqrt{F_y}}$ کمتر باشد:

$$60_{cm} \geq d \geq \frac{1060\,t}{\sqrt{F_y}}$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

اگر قطعه مرکب از دو یا چند نیمرخ نورد شده باشدکه توسط لقمه هایی به هم متصل شده باشند.لاغری فواصل بین لقمه ها نباید از **75%** لاغری کل ستون بیشتر باشد.



لقمه ها باید در دو سر عضو و در نقاط ⅓ بین دو سر عضو حتما نصب شوند.

$$\frac{3L}{4r} > \frac{L_1}{r_1}$$

r_1 min شعاع ژیراسیون تک عضو بین دولقمه

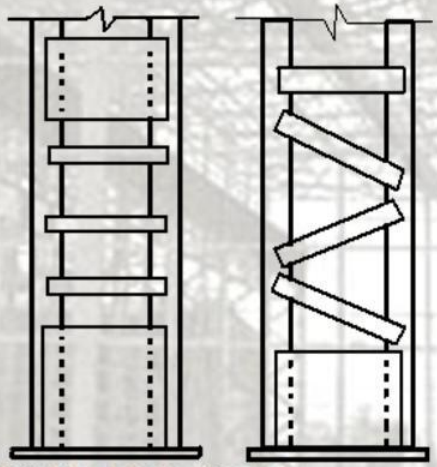
r شعاع ژیراسیون مقطع کلی عضو

L طول کلی عضو

اگر قطعه مرکب متشکل از بستهای چپ-راست باشدباید درانتها و ابتدای عضو ازپیوندی افقی باطول حداقل برابر D وهرجاکه نظم پیوندها بهم خورد از پیوندی افقی باپهنای $\frac{D}{2}$ استفاده کردد. ضخامت این پیوندها نبایداز $\frac{b}{40}$ کمترباشد.

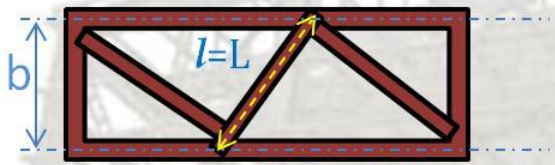
ورقهای پیوند باید دورتادور جوش شوند.

(شکل صفحه۸۴)



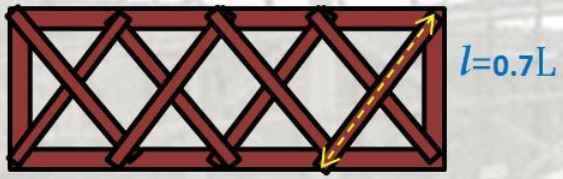
MEYSAM4366@YAHOO.COM

ضریب لاغری بستهای چپ-راست ساده نباید از ۱۴۰ وبستهای زوج از ۲۰۰ تجاوز کند.درضمن بستهای زوج باید درمحل تقاطع بهم متصل شوند.
طول آزاد برای محاسبه ضریب لاغری در بست چپ-راست ساده همان طول بست و در بست زوج معادل ٪۷۰ طول بست می باشد.



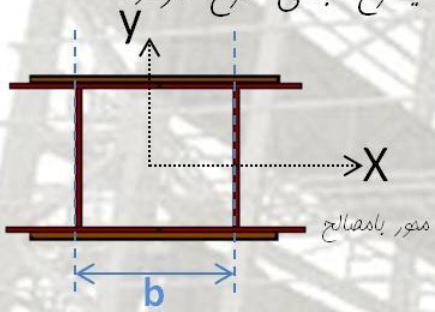
ستون بابست چپ-راست ساده

$$\lambda = \frac{Kl}{r}$$



ستون بابست چپ-راست زوج

وقتی $b > 40_{cm}$ باشد بهتر است از ستون مرکب نوع بست زوج استفاده شود.یا با نیمرخ نبشی طرح شوند.



تیر بادصالح

$$b \le 20 \times r_{min(r_x, r_y)}$$

در قطعه مرکب با پیوندهای افقی بستها باید به تعدادی باشند که قطعه مرکب را حداقل به سه قسمت تقسیم کنند.فاصله بستها باید طوری باشد که $40 > \frac{L_1}{r_1}$ و ضخامت نیز $t \geq \frac{b}{40}$ باشد.

وصله دو ستون نیز باید حداقل برابر مقاومت عضو کوچکتر(ستون کوچکتر) طراحی گردد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

* ضریب لاغری موثر قطعه مرکب (نسبت به محور y ، این محور عمود بر صفحه بستها است) در حالات ذکر شده :

$$\lambda_{ye} = \sqrt{\lambda_y{}^2 + \lambda_1{}^2}$$

$\frac{K_v L_v}{r_y} = \lambda_y$ $\quad$ $\frac{L_1}{r_1} = \lambda_1$

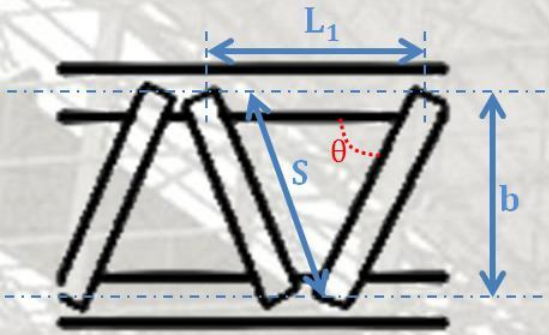
λ_y ضریب لاغری کلی قطعه ، λ_1 ضریب لاغری موضعی

---

* وقتی بستها مورب هستند λ_1:

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{A}{2A_d} \times \frac{S}{L_1 b^2}^3}$$

A سطح مقطع کلی عضوفشاری ، A_d سطح مقطع بست مورب



---

* کلیه بستها باید نیروی برشی طولی ولنگرخمشی راتحمل کند.

نیروی محوری در بستهای مورب عبارتست از :

$$F = \frac{V}{mn \sin\theta}$$

n تعداد صفحات بست در هر طرف ستون ، m برای بست چپ راست ساده برابر یک و برای بست زوج برابر دو در نظرگرفته می شود.

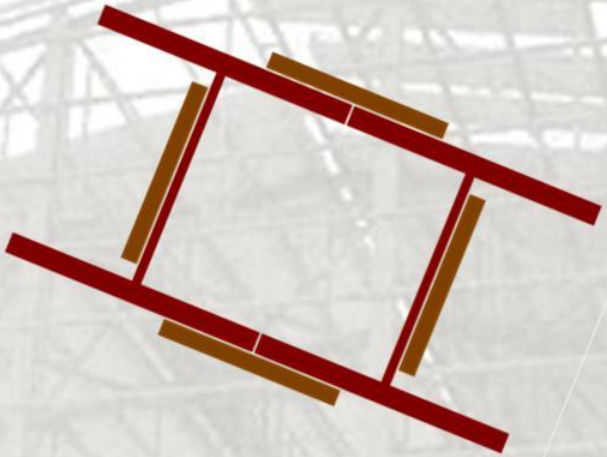
V ٪۲ نیروی فشاری(P) است که برای طراحی عضو مرکب محاسبه شده است.

لنگرخمشی $M_1 = \frac{V \times L_1}{4}$ $\quad$ $V = 0.02\ P$ $\quad$ برشی طولی(عمود بر امتداد بست) $V_1 = \frac{V \times L_1}{2b}$

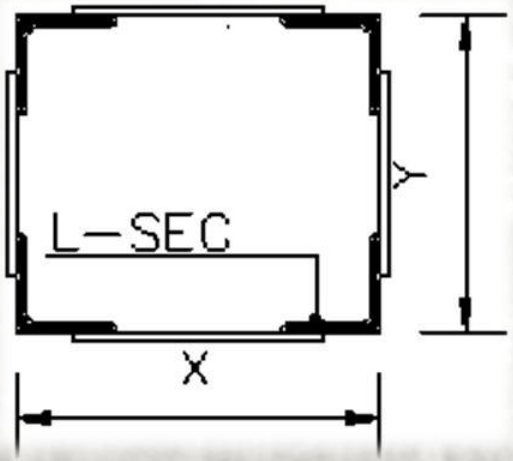
باید:

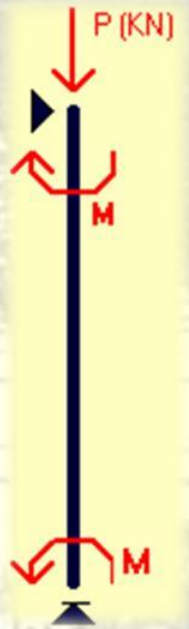
$V > V_1$

MEYSAM4366@YAHOO.COM



روند طرح یک ستون





MEYSAM4366@YAHOO.COM

عضو منشوری تحت فشار محوری

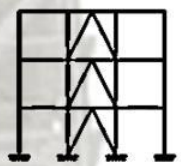
کنترل نسبت $\frac{b}{t}$

زه ← رجوع به آئین نامه خاص

بله ↓

آیا عضو،عنصری از یک قاب مهاربندی شده است؟

زه ← طول موثر عضو بایدباتجزیه وتحلیل تعیین گردد ودر هر حال باید : $k \geq 1$ تعیین G_A و G_B



بله ↓

بطورمحافظه کارانه $k=1$

آیا: $\frac{Kl}{r} \leq 200$

زه ← مقطع مناسب نیست

لاغری حداکثری

بله ↓

آیا: $\frac{Kl}{r} \leq Cc$

زه ← $F_a = \frac{105\times10^5}{(\frac{Kl}{r})^2} = \frac{105\times10^5}{(\lambda)^2}$

لاغری مرزی

بله ↓

$F_a = \frac{(1-0.5\beta^2)F_y}{F.S}$

بررسی کمانش پیچشی در ستونهای دارای یک محور تقارن مثل نبشیها وستونهای با دو محور تقارن مثل مقاطع صلیبی وجدار نازک ونیز مقاطع غیر متقارن

$F_{cr} = \frac{\pi^2 E_t}{(\alpha\frac{KL}{r})^2}$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی عضو تحت بارمحوری فشاری و لنگر خمشی

تعیین تنشها:

$$f_a = \frac{P}{A}$$

$$f_{by} = \frac{M_y}{S_y}$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x}$$

آیا: $\frac{f_a}{F_a} \le 0.15$

بله

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1$$

باید:

$$\frac{f_{bx}}{F_{bx}} \le 1$$

$$\frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1$$

نه

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx} C_{mx}}{F_{bx}\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}\right)} + \frac{f_{by} C_{my}}{F_{by}\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ey}}\right)} \le 1$$

C_m ضریبی است که به وضعیت قاب و بارهای جانبی وارده بستگی دارد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

تعیین ضریب لنگر معادل (C_m) برای طراحی عضو تحت فشارمحوری و لنگر خمشی

آیا عضودر قابی با خاصیت انتقال جانبی است؟؟؟

بله

$C_m = 0.85$

نه

آیا به عضوبار جانبی بین تکیه گاهها وارد میشود؟؟؟

نه

آیا انتهای عضو دوران جانبی ندارد؟؟؟(گیردار است؟) قاب صلب است؟

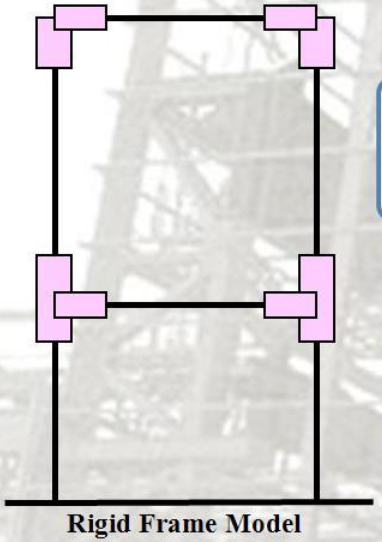
بله

$C_m = 0.85$

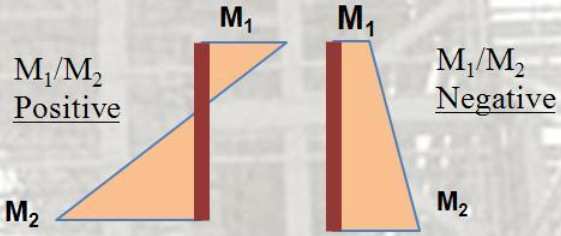
نه

$C_m = 1$

پس : $C_m = 0.6 - 0.4(\pm \frac{M_1}{M_2}) \geq 0.4$



Rigid Frame Model



$\pm \frac{M_1}{M_2}$:نسبت لنگر کوچکتر به لنگر بزرگتر در دو انتهای آزاد ستون می باشد.وقتی عضو انحنای مضاعف داشته باشد مثبت (+) و وقتی عضو انحنای ساده داشته باشد منفی است (-).

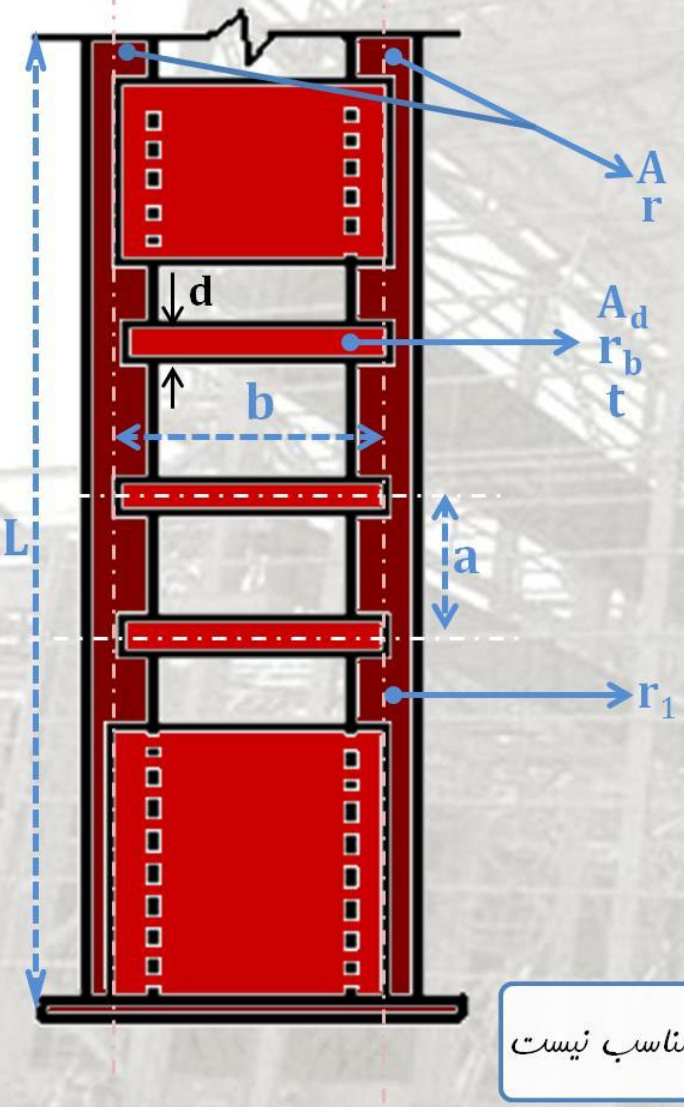
انحنای ساده

انحنای مضاعف

MEYSAM4366@YAHOO.COM

$$\alpha=\sqrt{1+\frac{0.822}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}\times\left[\frac{a^2}{r_1^{\,2}}+\left(\frac{A}{A_d}\times\frac{ab}{r_b^{\,2}}\right)\right]}$$

طراحی ستون با بستهای افقی



محاسبه سطح مقطع براساس
تنش مجاز فرضی F_a

انتخاب نیمرخ مورد
نظر و تعیین فاصله b

محاسبه مشخصات هندسی
A , r_x , r_y

محاسبه :

$$\lambda_x=\frac{K_x l}{r_x}$$

$$\lambda_y=\frac{K_y l}{r_y}$$

$$\alpha\lambda=\lambda_{ye}$$

ارجح است : $\lambda_{ye}\le\lambda_x$

محاسبه مقدار تنش
مجاز F_a
یا استخراج از جدول

آیا: $f_a=\frac{P}{A}\le F_a$

بله

طراحی قیدها

نه

مقطع مناسب نیست

r_x

r_y

MEYSAM4366@YAHOO.COM

جداول تعیین F_a

جدول تعیین F_a بر حسب $F_y = 3600\ bar$

$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a
1	2155	41	1841	81	1329	121	719	161	406
2	2150	42	1830	82	1314	122	707	162	401
3	2145	43	1819	83	1298	123	695	163	396
4	2140	44	1808	84	1283	124	684	164	391
5	2135	45	1797	85	1268	125	673	165	386
6	2129	46	1786	86	1252	126	663	166	382
7	2123	47	1775	87	1237	127	652	167	377
8	2117	48	1764	88	1221	128	642	168	373
9	2111	49	1753	89	1205	129	632	169	368
10	2105	50	1741	90	1189	130	623	170	364
11	2099	51	1729	91	1173	131	613	171	360
12	2092	52	1718	92	1157	132	604	172	356
13	2085	53	1706	93	1140	133	595	173	352
14	2079	54	1694	94	1124	134	586	173	348
15	2072	55	1682	95	1107	135	577	175	346
16	2064	56	1669	96	1090	136	569	176	340
17	2057	57	1658	97	1074	137	561	177	336
18	2050	58	1645	98	1057	138	553	178	332
19	2042	59	1632	99	1040	139	545	179	328
20	2034	60	1620	100	1022	140	537	180	325
21	2026	61	1607	101	1005	141	529	181	321
22	2018	62	1594	102	987	142	522	182	318
23	2010	63	1581	103	970	143	515	183	314
24	2002	64	1568	104	952	144	507	184	311
25	1993	65	1555	105	945	145	500	185	307
26	1985	66	1541	106	936	146	494	186	304
27	1976	67	1528	107	919	147	487	187	301
28	1967	68	1514	108	902	148	480	188	298
29	1958	69	1501	109	886	149	474	189	295
30	1949	70	1487	110	869	150	468	190	291
31	1940	71	1473	111	854	151	461	191	288
32	1931	72	1459	112	839	152	455	192	285
33	1921	73	1445	113	824	153	449	193	283
34	1911	74	1431	114	810	154	444	194	280
35	1902	75	1417	115	797	155	438	195	277
36	1892	76	1402	116	782	156	432	196	274
37	1882	77	1388	117	769	157	427	197	271
38	1873	78	1373	118	756	158	422	198	268
39	1851	79	1359	119	743	159	416	199	266
40	1851	80	1344	120	731	160	411	200	263

جدول تعیین F_a بر حسب $F_y = 2333\ bar$

$$\lambda = \frac{KL}{r} > \left[C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}\right] \qquad F_a = \frac{12}{23}\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

$$\lambda = \frac{KL}{r} < \left[C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}\right] \qquad F_a = \frac{\left(1-\frac{\lambda^2}{2C_c^2}\right)F_y}{\frac{5}{3}+\frac{3\lambda}{8C_c}-\frac{\lambda^3}{8C_c^3}}$$

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
0	1400	1398	1395	1393	1390	1387	1385	1382	1379	1376	0
10	1373	1370	1367	1364	1361	1357	1354	1351	1347	1343	10
20	1339	1335	1332	1328	1324	1320	1316	1312	1308	1304	20
30	1300	1296	1291	1287	1283	1278	1274	1269	1264	1260	30
40	1255	1250	1245	1240	1235	1230	1225	1220	1215	1210	40
50	1205	1199	1194	1189	1183	1178	1172	1167	1161	1155	50
60	1150	1144	1138	1132	1126	1120	1114	1108	1102	1096	60
70	1090	1084	1078	1072	1065	1059	1053	1046	1040	1033	70
80	1026	1019	1013	1006	999	992	986	979	972	965	80
90	957	950	943	936	929	922	914	907	900	892	90
100	885	877	869	862	854	846	839	831	823	815	100
110	807	799	791	783	775	767	759	750	742	734	110
120	638	717 721	709 716	700 710	692 705	683 700	674 695	665 689	656 684	648 679	120
130	638 672	629 666	620 660	611 654	602 648	593 641	585 635	576 630	568 624	560 618	130
140	552 613	544 608	536 603	529 598	521 593	514 588	507 583	500 579	494 574	487 570	140
150	481 565	474 561	468 557	462 553	456 549	450 546	444 542	439 538	433 535	428 531	150
160	422 528	417 525	412 522	407 518	402 515	397 513	392 510	388 507	383 504	379 501	160
170	374 499	370 496	366 494	361 492	357 489	353 487	349 485	345 483	341 481	337 479	170
180	334 477	330 475	326 473	323 471	319 470	316 468	313 467	309 465	306 465	303 462	180
190	300 461	296 460	293 458	290 457	287 456	284 455	281 454	279 453	276 452	273 451	190
200	270 451										200

جدول تعیین F_a بر حسب $F_y = 2400\ bar$

$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a	$\frac{KL}{r}$	F_a
1	1437	41	1278	81	1026	121	695	161	406
2	1435	42	1272	82	1019	122	686	162	401
3	1432	43	1267	83	1012	123	677	163	396
4	1429	44	1262	84	1004	124	667	164	391
5	1426	45	1256	85	997	125	658	165	386
6	1423	46	1251	86	989	126	648	166	382
7	1420	47	1245	87	982	127	638	167	377
8	1417	48	1240	88	974	128	629	168	373
9	1414	49	1234	89	967	129	626	169	368
10	1411	50	1228	90	959	130	623	170	364
11	1408	51	1223	91	951	131	613	171	360
12	1404	52	1217	92	943	132	604	172	356
13	1401	53	1211	93	936	133	595	173	352
14	1397	54	1205	94	928	134	586	173	348
15	1394	55	1199	95	920	135	577	175	346
16	1390	56	1193	96	912	136	569	176	340
17	1386	57	1187	97	904	137	561	177	336
18	1382	58	1181	98	896	138	553	178	332
19	1379	59	1175	99	887	139	545	179	328
20	1375	60	1168	100	879	140	537	180	325
21	1371	61	1162	101	871	141	529	181	321
22	1367	62	1156	102	863	142	522	182	318
23	1362	63	1149	103	855	143	515	183	314
24	1358	64	1143	104	846	144	507	184	311
25	1354	65	1137	105	838	145	500	185	307
26	1350	66	1130	106	829	146	494	186	304
27	1345	67	1123	107	821	147	487	187	301
28	1341	68	1117	108	812	148	480	188	298
29	1336	69	1110	109	802	149	474	189	295
30	1332	70	1103	110	795	150	468	190	291
31	1327	71	1097	111	786	151	461	191	288
32	1322	72	1090	112	777	152	455	192	285
33	1318	73	1083	113	768	153	449	193	283
34	1313	74	1076	114	759	154	444	194	280
35	1308	75	1069	115	750	155	438	195	277
36	1303	76	1062	116	741	156	432	196	274
37	1298	77	1055	117	732	157	427	197	271
38	1293	78	1048	118	723	158	422	198	268
39	1288	79	1041	119	714	159	416	199	266
40	1283	80	1034	120	705	160	411	200	263

به ازای $\lambda \geq 120$ دو عدد به عنوان تنش مجاز حداکثر ذکر شده : عدد اول که بالای عدد دوم قرار دارد ، تنش مجاز در قطعات فشاری درجه اول و عدد دوم که حاصل تقسیم عدد اول در ضریب $\left(1.6 - \frac{\lambda}{120}\right)$ است تنش مجاز قطعات فشاری درجه دوم نظیر بادبند ها است .

مثلا برای لاغری ۵۴ تنش مجاز فشاری برابر ۱۱۸۳ است.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی پیوندها(بست های) افقی

باید: $t \geq \frac{b}{40}$

انتخاب t

محاسبه نیرو های وارد بر پیوند:

$V = 0.02\ P$

برشی طولی $V_1 = \frac{V \times a}{2b}$

لنگرخمشی $M_1 = \frac{V \times a}{4}$

$V > V_1$

کنترل برش $d \geq 1.5 \times \frac{V_1}{0.4\ F_y\ t}$

کنترل خمش $d \geq \sqrt{\frac{6M_1}{0.6\ F_y\ t}}$

انتخاب d

کنترل عرض به ضخامت

درست

نه

$\lambda_x > \lambda_{ye}$

بله

o.K پایان

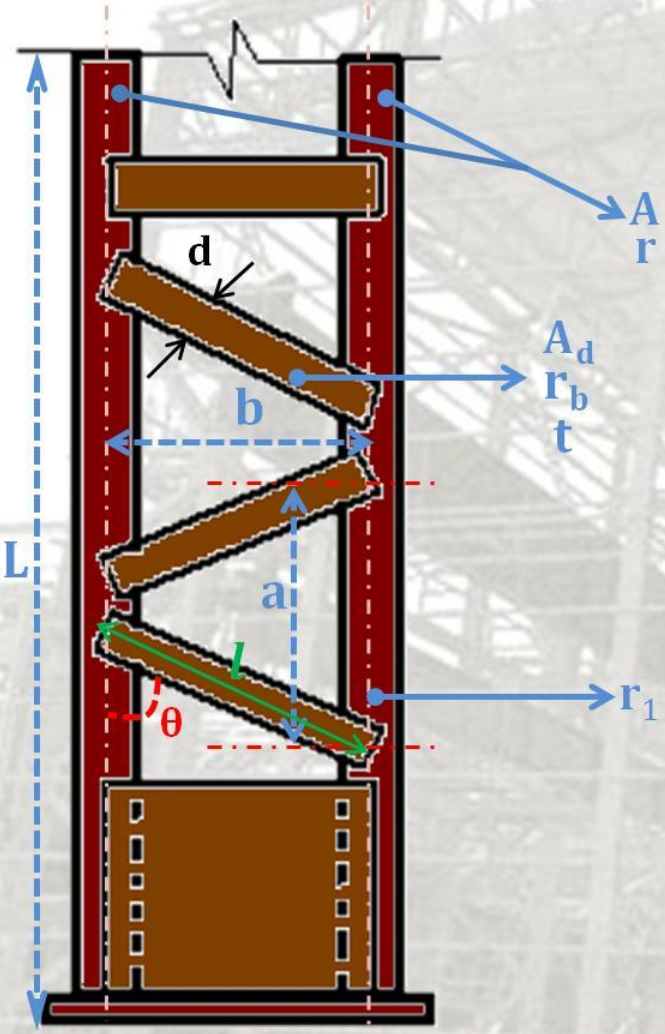
طراحی مجدد

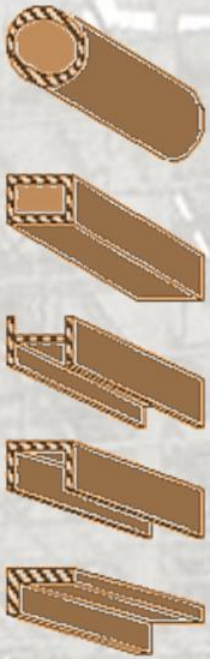
شکست پروژه!!!

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی ستون با بستهای چپ -راست

$$\alpha=\sqrt{1+\frac{\pi^2}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}+\frac{A}{A_d}\times\frac{1}{\cos\theta\sin^2\theta}}$$





محاسبه سطح مقطع براساس تنش مجاز فرضی F_a

انتخاب نیمرخ مورد نظر و تعیین فاصله b

محاسبه مشخصات هندسی A , r_x , r_y

محاسبه : $\lambda_x=\frac{K_x l}{r_x}$ ، $\lambda_y=\frac{K_y l}{r_y}$ ، $\alpha\lambda=\lambda_{ye}$

ارجح است : $\lambda_{ye}\le\lambda_x$

محاسبه مقدار تنش مجاز F_a یا استخراج از جدول

آیا: $f_a=\frac{P}{A}\le F_a$

بله

طراحی قیدها

نه

مقطع جوابگو نیست

MEYSAM4366@YAHOO.COM

طراحی پیوندها(بست های) چپ وراست

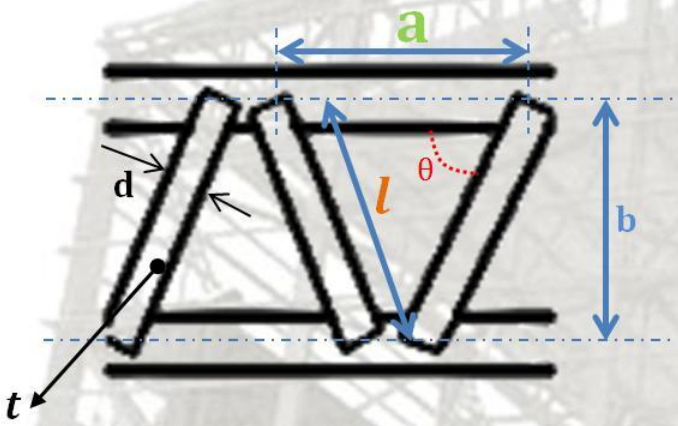
پیوند چپ - راست ساده است؟؟

بله

$\theta \geq 60^o$

نه

$\theta \geq 45^o$



$$a = \frac{2b}{\tan\theta}$$

$$l = \frac{b}{\sin\theta}$$

کنترل لاغری تک ستون در فاصله a

$$\frac{l}{140} \geq \frac{t}{\sqrt{12}} = r_b$$

$$\Rightarrow t = l\,\frac{\sqrt{12}}{140}$$

انتخاب t

محاسبه F_a در پیوند

محاسبه نیرو در پیوند

$$V = 0.02\,P$$

$$F = \frac{V}{mn\sin\theta}$$

$$d = \frac{F}{F_a \times t}$$

انتخاب d

کنترل عرض به ضخامت

not

طراحی مجدد

درست

پایان o.K

MEYSAM4366@YAHOO.COM

مثال: مطلوبست طراحی ستونی مرکب از دو نیمرخ UNP (ناودانی) تحت بارمحوری معادل 100_{kN} ،این ستون از بستهای افقی ساخته خواهدشد وارتفاع آن 5_m است.ضریبK در جهت محور Xها برابر 1 ودرجهت Yها برابر1.2است.

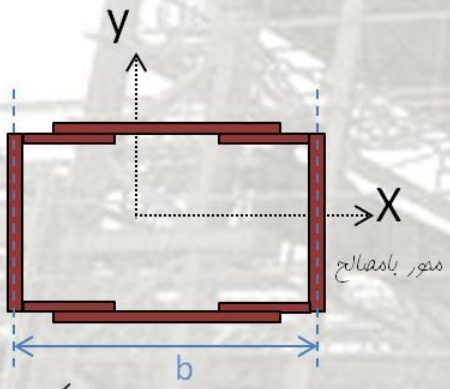
حل: اگر تنش مجاز فرضی را برای شروع $F_a=1100_{bar}$ در نظر بگیریم:

$$A \geq \frac{P}{F_a} = \frac{100\times10^3}{1100} = 91_{cm}$$

$91 \div 2 = 45.5$ با توجه به جدول اشتال ناودانی UNP_{24} راانتخاب می کنیم با مشخصات:

$F_y=2333_{bar}$ $A=42.3_{cm^2}$ $r_x=9.22$ $r_y=2.42$

توجه دارید که محور بدون مصالح محور yها و محوری که مصالح در آن قرار میگیرد xها خواهد بود.



$$\lambda_x = \frac{K_x l}{r_x} = \frac{1\times500}{9.22} = 54.2 \xrightarrow{\text{جدول}} F_a=1182_{bar}$$

$$f_a = \frac{100\times10^3}{2\times42.3} = 1182 \rightarrow F_a = f_a$$

موجود= مجاز

$2\ UNP_{24}$

اختلاف بین تنش مجاز و موجود درحالت "موجود بیشتر از مجاز "تا ۲ درصد قابل چشم پوشی است درغیراینصورت بایدمقطع راتعویض کنیم.

طرح قطعه: اگربیرون به بیرون دو عضورا 30_{cm} بگیریم:

فواصل جان $\leq r_1 \times 20 = 2.42 \times 20 = 48.4_{cm}$

$$I_y = 2[I_y + A_{UNP}\times(\frac{b}{2} - e)^2] = 2[248 + 42.3\times(12.77)^2] = 14292_{cm^4}$$

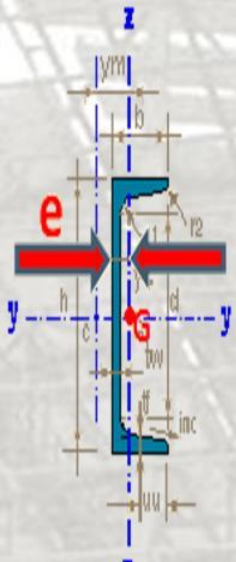
I_y کل ستون — I_y تک ستون

$$\frac{b}{2} - e = \frac{30}{2} - 2.23 = 12.77$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{14292}{2\times42.3}} = 13_{cm}$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

Perfil UPN



	h ≤ 300 mm	h > 300 mm
uu	b / 2	(b - tw) / 2
inc	8%	5%

t_w A e

	M kg/m	P kN/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r1 mm	r2 mm	d mm	A cm2	Iy cm4	Wy cm3	iy cm	Wply cm3	Iz cm4	Wz cm3	iz cm	Wplz cm3	ym cm	ys cm	It cm4	Iw cm6	AL m2/m	AG m2/t	Avz cm2	Sy cm3	sy cm
UPN 80	8.6	0.086	80	45	6.0	8.0	8.0	4.0	46.0	11.0	106.0	26.5	3.10	31.8	19.4	6.4	1.33	12.1	2.67	1.45	2.16	170	0.312	36.13	5.10	15.9	6.7
UPN 100	10.6	0.106	100	50	6.0	8.5	8.5	4.5	64.0	13.5	206.0	41.2	3.91	49.0	29.3	8.5	1.47	16.2	2.93	1.55	2.81	410	0.372	35.10	6.46	24.5	8.4
UPN 120	13.3	0.133	120	55	7.0	9.0	9.0	4.5	82.0	17.0	364.0	60.7	4.63	72.6	43.2	11.1	1.59	21.2	3.03	1.60	4.15	900	0.434	32.52	8.80	36.3	10.0
UPN 140	16.0	0.160	140	60	7.0	10.0	10.0	5.0	98.0	20.4	605.0	86.4	5.45	103.0	62.7	14.8	1.75	28.3	3.37	1.75	5.68	1800	0.489	30.54	10.41	51.5	11.7
UPN 160	18.8	0.188	160	65	7.5	10.5	10.5	5.5	115.0	24.0	925.0	115.6	6.21	138.0	85.3	18.3	1.89	35.2	3.56	1.84	7.39	3260	0.546	28.98	12.60	69.0	13.4
UPN 180	22.0	0.220	180	70	8.0	11.0	11.0	5.5	133.0	28.0	1350.0	150.0	6.94	179.0	114.0	22.4	2.02	42.9	3.75	1.92	9.55	5570	0.611	27.80	15.09	89.5	15.1
UPN 200	25.3	0.253	200	75	8.5	11.5	11.5	6.0	151.0	32.2	1910.0	191.0	7.70	228.0	148.0	27.0	2.14	51.8	3.94	2.01	11.90	9070	0.661	26.15	17.71	114.0	16.8
UPN 220	29.4	0.294	220	80	9.0	12.5	12.5	6.5	167.0	37.4	2690.0	244.5	8.48	292.0	197.0	33.6	2.30	64.1	4.20	2.14	16.00	14600	0.718	24.46	20.62	146.0	18.4
UPN 240	33.2	0.332	240	85	9.5	13.0	13.0	6.5	184.0	42.3	3600.0	300.0	9.23	358.0	248.0	39.6	2.42	75.7	4.39	2.23	19.70	22100	0.775	23.34	23.71	179.0	20.1
UPN 260	37.9	0.379	260	90	10.0	14.0	14.0	7.0	200.0	48.3	4820.0	370.8	9.99	442.0	317.0	47.7	2.56	91.6	4.66	2.36	25.50	33300	0.834	22.00	27.12	221.0	21.8
UPN 280	41.8	0.418	280	95	10.0	15.0	15.0	7.5	216.0	53.3	6280.0	448.6	10.85	532.0	399.0	57.2	2.74	109.0	5.02	2.53	31.00	48500	0.890	21.27	29.28	266.0	23.6
UPN 300	46.2	0.462	300	100	10.0	16.0	16.0	8.0	232.0	58.8	8030.0	535.3	11.69	632.0	495.0	67.8	2.90	130.0	5.41	2.70	37.40	69100	0.950	20.58	31.77	316.0	25.4
UPN 320	59.5	0.595	320	100	14.0	17.5	17.5	8.8	246.0	75.8	10870.0	679.4	11.98	826.0	597.0	80.7	2.81	152.0	4.82	2.60	66.70	96100	0.982	16.50	47.11	413.0	26.3
UPN 350	60.7	0.607	350	100	14.0	16.0	16.0	8.0	282.0	77.3	12840.0	733.7	12.89	918.0	570.0	75.0	2.72	143.0	4.45	2.40	61.20	114000	1.047	17.25	50.84	459.0	28.0

MEYSAM4366@YAHOO.COM

$$\lambda_y = \frac{K_y l}{r_y} = \frac{1.2 \times 500}{13} = 46.2$$

d عرض پیوند $= \frac{1}{2} b = 0.5 \times (30 - 2 \times 0.95) = 14$ cm (t_w)

t ضخامت پیوند $= \frac{1}{40} b = 0.8$ cm

a مرکز به مرکز پیوندها $\geq 2.5\ d = 35$ cm

PL 140 × 10

$$I = \frac{1 \times 14^3}{12} = 228 \qquad A = 14 \qquad r_b = 4.04$$

$$a \geq 2.5\ d = 35$$

$$\frac{L}{2r_x} \ \& \ 50 \geq \frac{a}{r_1}$$

$$\frac{500}{2 \times 9.22} = 27.11 \geq \frac{a}{2.42}$$

$27.11 \times 2.42 = 65.6$

$$65.6 \geq a \geq 35$$

$$a = 50$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

$V = 0.02\,P \longrightarrow 0.02 \times 100000 = 2000_N$

$V_1 = \frac{V \times a}{2b} \longrightarrow \frac{2000 \times 50}{2 \times 25.54} = 1958_N$

$V > V_1 \longrightarrow 2000 > 1958$ OK

$M_1 = \frac{V \times a}{4} \longrightarrow \frac{2000 \times 50}{4} = 25000_{N.m}$

$d \geq 1.5 \times \frac{V_1}{0.4\,F_y\,t} \longrightarrow 14 \geq 1.5 \times \frac{1958}{0.4 \times 2333 \times 1}$ OK

12.8

$d \geq \sqrt{\frac{6M_1}{0.6\,F_y\,t}} \longrightarrow 14 \geq \sqrt{\frac{6 \times 25000}{0.6 \times 2333 \times 1}}$

10.35

OK

MEYSAM4366@YAHOO.COM

باید: $\lambda_{ye} \le \lambda_x$

$$\alpha = \sqrt{1 + \frac{0.822}{\left(\frac{kL}{r}\right)^2} \times \left[\frac{a^2}{r_1^{\,2}} + \left(\frac{A}{A_d} \times \frac{ab}{r_b^{\,2}}\right)\right]}$$

$$\alpha = \sqrt{1 + \frac{0.822}{\left(\frac{1.2\times500}{13}\right)^2} \times \left[\frac{50^2}{2.422} + \left(\frac{84.6}{2\times14\times1} \times \frac{50\times25.54}{4.042}\right)\right]} = 1.12$$

$$\alpha\lambda = \lambda_{ye}$$

$$1.12 \times \left(\frac{1.2\times500}{13}\right) = 51.7 \le 54.2$$

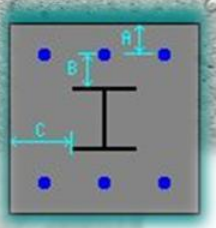
OK

بعد جوش (t_e) را میتوان طبق دستورالعمل آئین نامه یا محاسبات بدست آورد:

$$t_e = 0.7\,t = 0.7 \times 0.8 = 0.56 \approx 0.6$$

باتوجه به مقادیر تنشها جهت صرفه اقتصادی طرح ، بهتر است ابعاد بست ها را تا حد مجاز تقلیل دهیم.

MEYSAM4366@YAHOO.COM



Base Plate

صفحه (کف) ستون

MEYSAM4366@YAHOO.COM

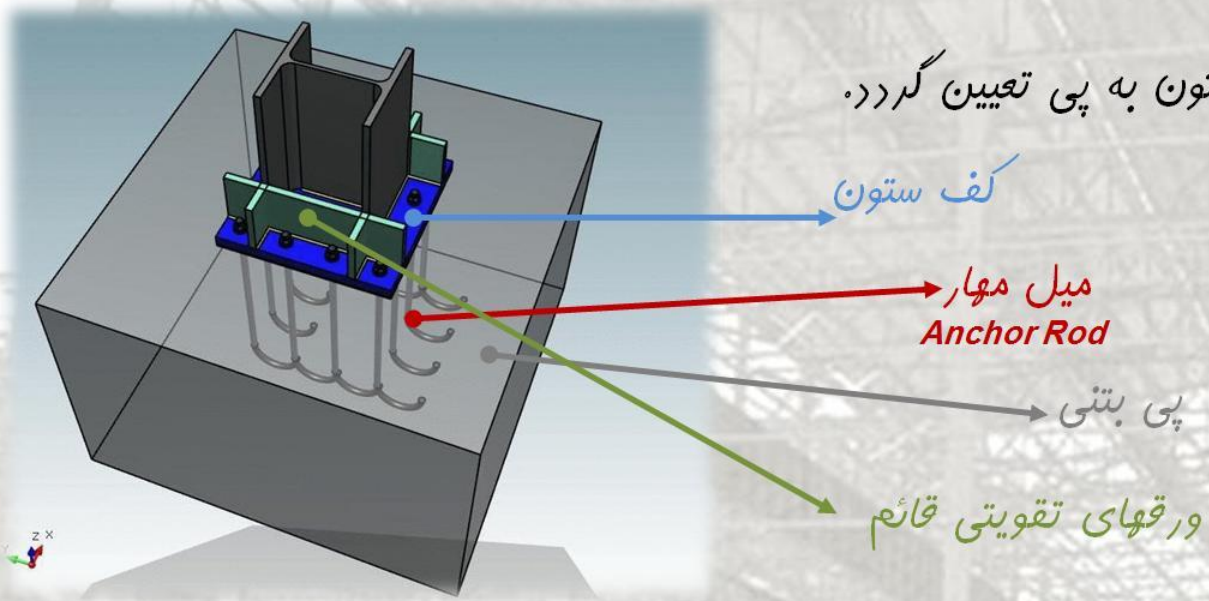
پس از آنکه ستون سازه طراحی شد،عرف معمول براین است که کف ستون رامتناسب با ظرفیت باربری طراحی کنند "به یادداریم که ظرفیت باربری ستون بستگی به طول کمانشی آن داشت".

بررسی کف ستون، میل مهارهاوپی بتنی درجه گیرداری انتهای ستون را تعیین میکند.

درطراحی کف ستون باید:

۱- کف ستون باید نیروی منتقل شده از بالهای فشاری ستون ا چنان توزیع کند که زیر ستون میزان تنش از تنش مجاز صالح تجاوز نکند.

۲- نوع ، طرز وچگونگی اتصال کف ستون به پی تعیین گردد.

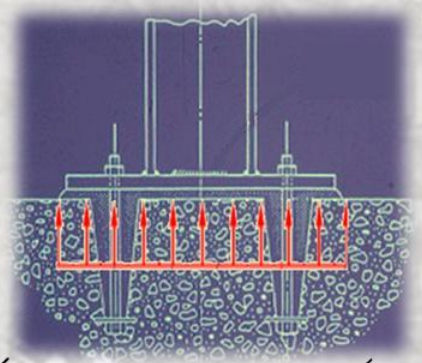


وقتی ستون تحت لنگر(خروج ازمرکزیت بار محوری) نیز باشد میل مهارهای کف ستون باتحمل کشش پایداری راتامین می کنند.با محکم کردن پیچ و مهره ها وایجاد پیش تنیدگی در میل مهارها تغییرشکلهای دورانی کف ستون کنترل می گردد.

MEYSAM4366@YAHOO.COM

وقتی ستون فقط تحت اثربار محوری است ابتدا سطح کف ستون راتعیین میکنیم وسپس ضخامت ورق مورد نیاز را.
در استفاده از ورقها باید دقت گردد تماس بین ورق و ستون ۱۰۰٪ باشدتا انتقال نیرو کاملا ممکن گردد.

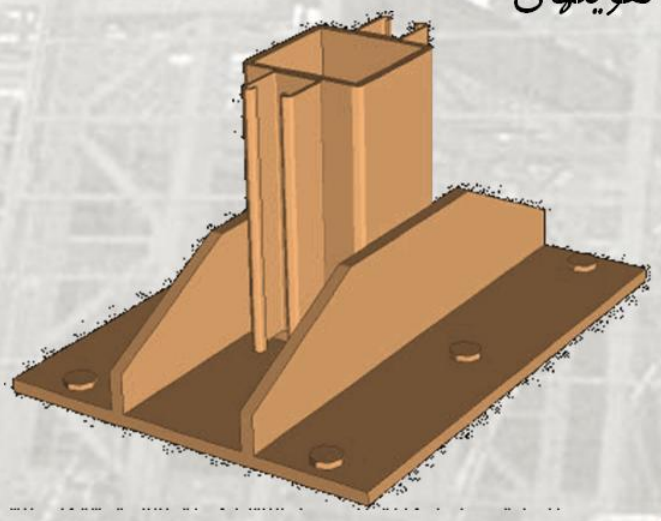
دراین حالت فرض می شود توزیع تنش زیرکف ستون بصورت یکنواخت وامتداد
کف ستونهادر خارج از مقاطع بحرانی، بصورت تیرهای طره است.

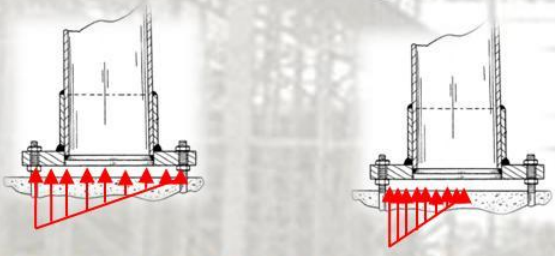


توزیع تنش یکنواخت

وقتی ستون تحت خروج ازمرکزیت باراباشد ابتدا ابعاد کف ستون را تعیین میکنیم
سپس ضخامت آن درگام بعد انتخاب میل مهارهای کف ستون وبعد تعیین تقویتهای
قائم پای ستون واتصال آن به بال ستون.
ورقهای تقویتی قائم معمولا مثلثی یا ذوزنقه ای شکل اند.

تقویت کننده ها می توانند از نبشی، ناودانی و یا صفحات لچکی نیز باشند.





توزیع تنش غیر یکنواخت

MEYSAM4366@YAHOO.COM

هنگامی که صحبت از انتقال بار است،درنهایت آخرین مقصد تگیه گاه (پی و شالوده) است.اما بسته به نوع این تکیه گاه و مصالح تشکیل دهنده ی آن میزان تنش مجاز اتکایی مصالح متفاوت خواهد بود.آئین نامه در این باره مقرر میدارد که اگر مشخصات ویژه ای برای تنش مجاز اتکایی موجود نباشد ملاک محاسباتی موارد زیر خواهدبود:

*سنگ آهکی وملات ماسه سیمان

$$F_p = 22 \ kg/cm^2$$

*آجرکاری باملات ماسه سیمان

$$F_p = 14 \ kg/cm^2$$

*تکیه گاه بتنی

$$F_p = 0.3 f_c' \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 0.6 f'_c$$

A_1 سطح ورق کف ستون:

A_2 سطح شالوده متناسب با کف ستون:

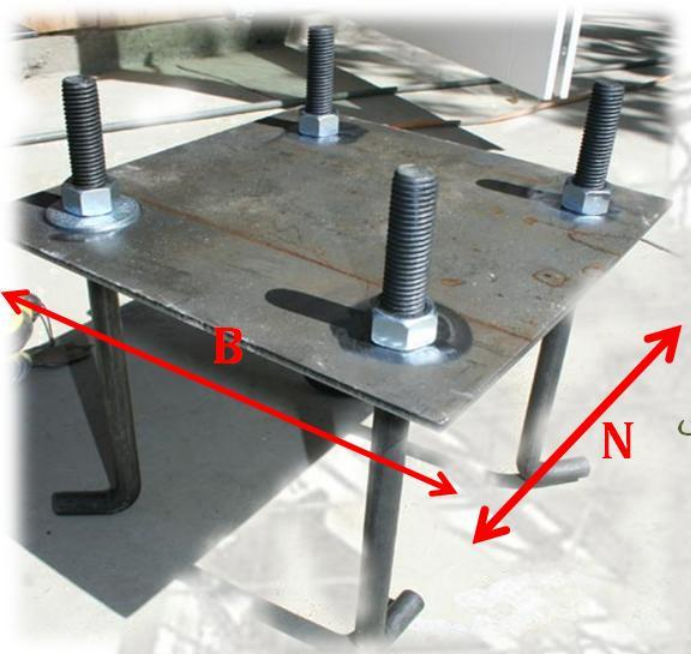
f'_c مقاومت فشاری بتن:

MEYSAM4366@YAHOO.COM

برای سهولت در اجرای کف ستون باید از حداقل ۴ میل مهار باقطر ۲۰ میلیمتربرای اتصال صفحه کف ستون به پی استفاده کرد . 4ϕ20

طول میل مهار ها باید اندازه ای باشد که مقاومت، پیوستگی و مهار لازم را در بتن داشته باشد و برای اتصال صفحات زیر ستون به پی لازم است میل مهار ها درانتها قلاب شوند تا طول مهاری لازم تأمین شود.

معمولاً مساحت میل مهارهایی که از روش تقریبی به دست می آیند بیش از مقدار مورد نیاز است و باید مقادیری کمتر از آن انتخاب شود.



$$A_1 = B \times N$$

$$A_s = 13.8\ cm^2 \xrightarrow{\text{انتخاب شود}} A_s = 10\ cm^2$$

کنترل میل مهار:

معمولا میلگرد حریره شده استفاده می شود که در آن سطح برش در قسمت دندانه شده قرار دارد طبق آئین نامه:

$$F_t = 0.43F_u - 1.8 f_v \le 0.33 F_u$$

$$f_t < F_t$$

$$\frac{T}{A_s} = f_t \qquad \frac{V}{2A_s} = f_v$$

$$\frac{T}{0.33F_u} = A_s$$ کل سطح مقطع میل مهار لازم

$$0.33 F_u = F_t$$

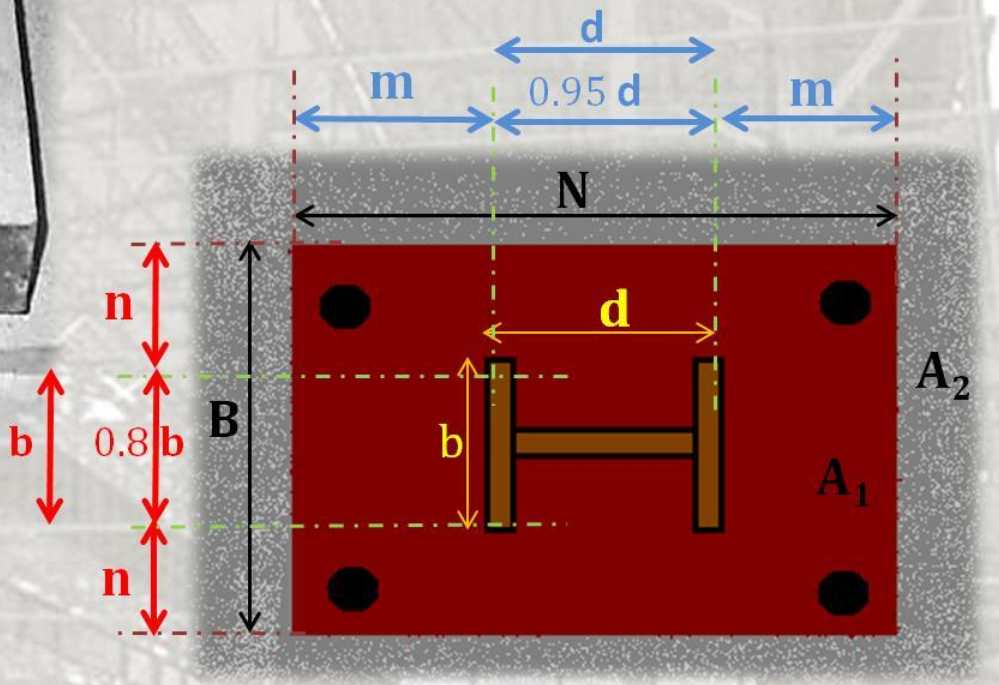
Fu : تنش نهایی در میلگرد

T : کل نیروی کششی موجود

MEYSAM4366@YAHOO.COM

هرگاه مقدار A_1 از حد مجاز کمتر شود بتن پی شکافته و خراب می شود.

هرگاه **t** از حد مجاز کمتر شود کف ستون تحت اثر لنگرو برش خراب می شود.



مقطع قوطی $N = 2m + d$ $B = 2n + b$

مقطع H $N = 2m + 0.95d$ $B = 2n + 0.8b$

$$A_2 = (B + 4d) \times (N + 4d)$$

بعد **N** مقابل جان ستون خواهد بود. درجهت لنگر وارده

MEYSAM4366@YAHOO.COM

درحالت بارمحوری ابتدا سطح موردنیاز کف ستون را ازتقسیم نیروی محوری بر تنش مجاز مصالح(F_p) بدست می آوریم: وقتی بارگذاری فوق العاده است ضریب ۱.۳۳ درمخرج قرارخواهدگرفت:

$$\frac{P}{F_p} = A \qquad \frac{P}{1.33F_p} = A$$

برای آنکه مقادیر m و n درحدودهم باشندشکل کف ستون را مستطیل نزدیک به مربع اختیارمی کنیم. $\sqrt{A_1}$

$$\sqrt{2750} = 52.45 \approx 50 \times 55 \qquad A_1 = B \times N$$

$$t = 2m\sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \quad \text{یا} \quad t = 2n\sqrt{\frac{f_p}{F_y}}$$

m و n هرکدام بزرگتر بود ملاک محاسبه قرار می گیرد.

وقتی بارگذاری فوق العاده است ضریب ۱.۳۳ در مخرج قرار خواهد گرفت:

$$t = 2(n \text{ یا } m)\sqrt{\frac{f_p}{1.33\,F_y}}$$

f_p در اینجا تنش مجازی است که از تقسیم نیروی محوری بر سطح کف ستون انتخابی (A_1) بدست آمده است.

$$\frac{P}{A_1} = f_p$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

درحالت وجود لنگر ابتدا خروج از مرکزیت بار (e) را بدست می آوریم:

$$\frac{M}{P} = e$$

وقتی e کوچکترمساوی $\frac{1}{6}N$ باشد

$$\frac{N}{6} \geq e \longrightarrow f = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{S} \longrightarrow f = \frac{P}{A}\left[1 \pm \frac{6e}{N}\right]$$

$$A = B \times N$$

وقتی e از $\frac{1}{6}N$ تجاوز کندقسمتی از کف ستون در کشش قرار گرفته ومعادله فوق دیگر اعتبار نخواهد داشت.

$$\frac{N}{6} < e$$

در این حالت: ۱-حداکثر تنش تماسی فشاری ۲-طولی ازصفحه کف ستون(x) که تنش های تماسی فشاری رابه پی منتقل می کند و ۳-نیروی کششی درمیل مهار ها، مجهولات طراحی هستند که برای تعیین این مجهولات راه دقیق استفاده از معادلات تعادل استاتیکی و همسازی بین تغییرشکل ها است که در این صورت نیاز به حل معادله درجه سوم نیزاست.

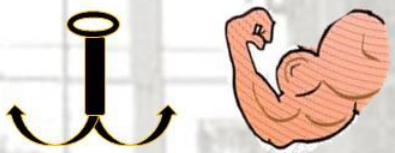
$$x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = 0$$

$$a_1 = 3\left(e - \frac{N}{2}\right) \qquad a_2 = 6\frac{nA_s}{B}(e+f) \qquad \frac{E_s}{E_c} = n \approx 10 \qquad a_3 = -a_2\left(f + \frac{N}{2}\right)$$

درروش تقریبی فرض می شود که نقطه اثر برآیند تنش های فشاری تماسی ناشی از توزیع مثلثی دقیقا دروسط بال فشاری ستون $(t_f/2)$ قرارگیرد که در این صورت مقدار تقریبی نیروی کششی میل مهار (T)را با لنگرگیری حول مرکز بال فشاری ستون می توان تعیین کرد.

$$T = \frac{P.l}{\text{بازوی لنگر}}$$

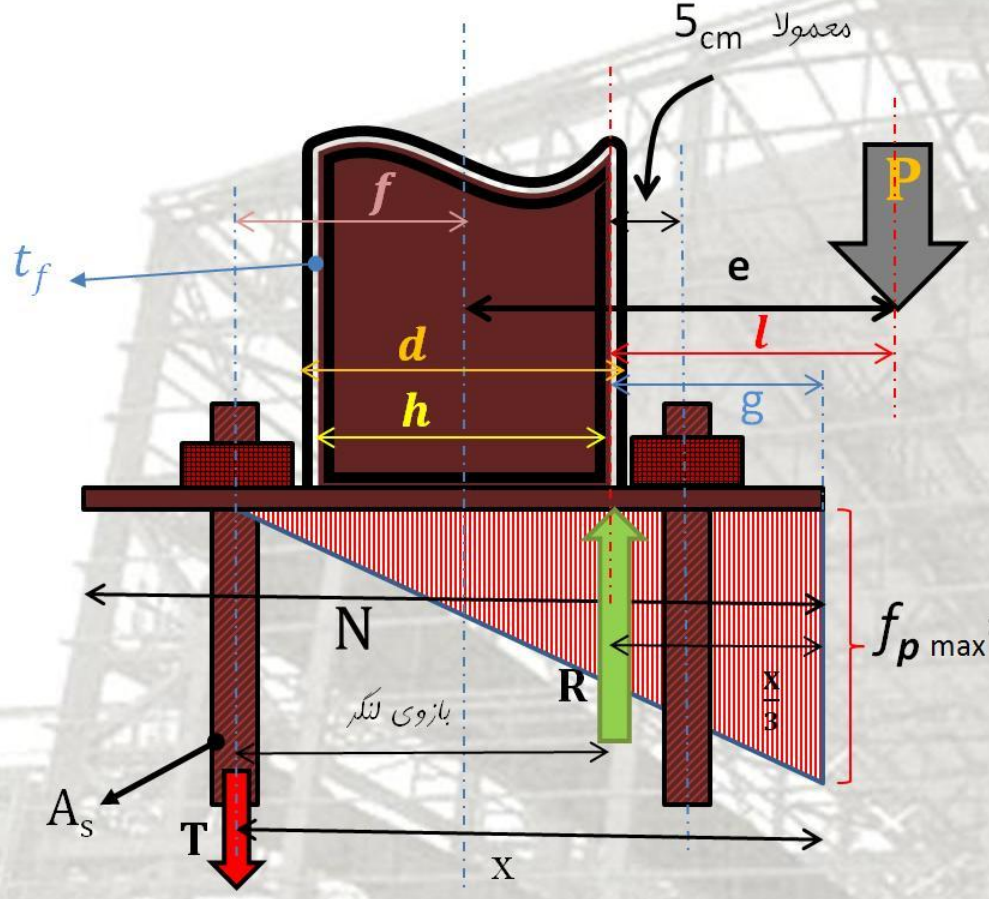
l فاصله بار از وسط بال فشاری است



رابطه دیگر

$$M = T\left(f + \frac{h}{2}\right) + P\left(\frac{h}{2}\right)$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM



A_s : سطح مقطع میل مهارهای کششی

f تنش موجود از رابطه: $f = \frac{P}{A}[1 \pm \frac{6e}{N}]$

R برآیند نیروها زیر کف ستون است ودر فاصله $\frac{X}{3}$ از قاعده مثلث تنش قرار دارد $R = T + P$

T نیروی کشش در میل مهار

$f_{p\,max} = \frac{2R}{X.B}$

$g = \frac{N-d}{2} + \frac{t_f}{2}$

پس از تعیین e برای تعیین ابعاد ابتدا فاصله محور میل مهارها را تا لبه نیمرخ ستون راتعیین می کنیم.که معمولا 5_{cm} در نظر گرفته می شود

سپس بازوی لنگر را از رابطه زیر بدست می آوریم:

$$\text{بازوی لنگر} = d - \frac{t_f}{2} + 5_{cm}$$

باتوجه به روش تقریبی مقدار Xخواهد شد:

$$X = \frac{3}{2}\,(\text{بازوی لنگر})$$

سپس با محاسبه مقدار $\frac{X}{3}$ وتعیین فاصله بین لبه فشاری کف ستون ومحور میل مهار بعد Nرا تعیین میکنیم.

$$\frac{X}{3} - \frac{t_f}{2} - 5_{cm} = \text{فاصله لبه} \quad \Rightarrow \quad N = X + \text{فاصله لبه}$$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

بعد دیگر یعنی B را باید ازطریق تنش مجاز مصالح بدست آوریم،بدین منظور ابتدا کشش میل مهارهارا بدست می آوریم:

$$T = \frac{P.l}{\text{بازوی لنگر}}$$

پس از آن میزان R را از تعادل نیروها کسب می کنیم:

$$R = T + P$$

چون R برابر است با حجم منشور مثلثی تنش زیر ورق کف ستون،لذا B بدست می آید:

$$R = \frac{3}{2} \cdot g \cdot B \cdot F_p$$

$F_p = 0.7 \times f'_c$ تنش مجاز فشاری بتن

برای تعیین ضخامت از رابطه مقابل خواهیم داشت:

$$t_{\text{لازم}} = \sqrt{\frac{6M}{0.75\, F_y \times B}}$$

M لنگربحرانی در مقطع است

اما برای تعیین لنگر نیاز به تنش ماکزیمم و فشار درمقطع بحرانی (P_p)داریم که برای این منظر باید مقدار m را بدست آوریم

تنش ماکزیمم زیر کف ستون :

$$f_{p\,max} = \frac{2R}{3g.B}$$

$$m = \frac{N - (0.95d)}{2}$$

$$M = \left[P_p \frac{(m)^2}{2} + (f_{p\,max} - P_p) \frac{(m)^2}{3} \right] \times B$$

$$P_p = f_{p\,max} - \frac{f_{p\,max}(m)}{3g}$$

((معمولا ضخامت بدست آمده در روش ASD بیش از روش LRFD است))

MEYSAM4366@YAHOO.COM

Stiffener at the support

استفاده از سخت کننده در پای ستون

با توجه به ضخامت های بدست آمده برای کف ستون و ورقهای عرضه شده به بازار ،گاها پیش می آید که مصالح طراحی شده در بازار موجود نیستند.

لذا مجبور به کاهش ضخامت کف ستون خواهیم بود.از روشهای کاهش ضخامت استفاده از ورقهای قائم و نیمرخهای تقویتی پای ستون است.

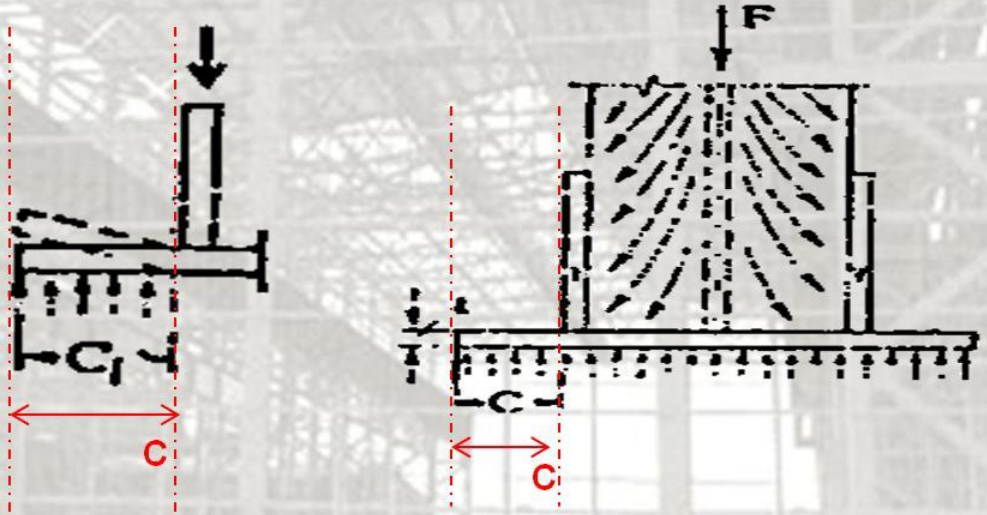
اتصال با نبشی بهترین اتصال است.نبشی مناسب نیز نبشی $L\ 100*100*10\ _{mm}$ است.

اصول طراحی کف ستون با سخت کننده ها باطراحی کف ستون درحالت عادی تفاوتی ندارد،این مطلب رادرنظر داشته باشید که استفاده از سخت کننده ها تغییری در میزان تنش زیر کف ستون ایجاد نمیکند وموجب گیرداری اتصال نمی گردد.

اگر سطح یک ورق کف ستون را بصورت زیر تقسیم بندی ونامگذاری کنیم، آنگاه با محاسبه لنگرهای پای ستون و گزینش ماکزیمم آنها ضخامت را تعیین می کنیم.

$$t = \sqrt{\frac{6M}{0.75\,F_y}}$$

B ازمقرج حذف شده

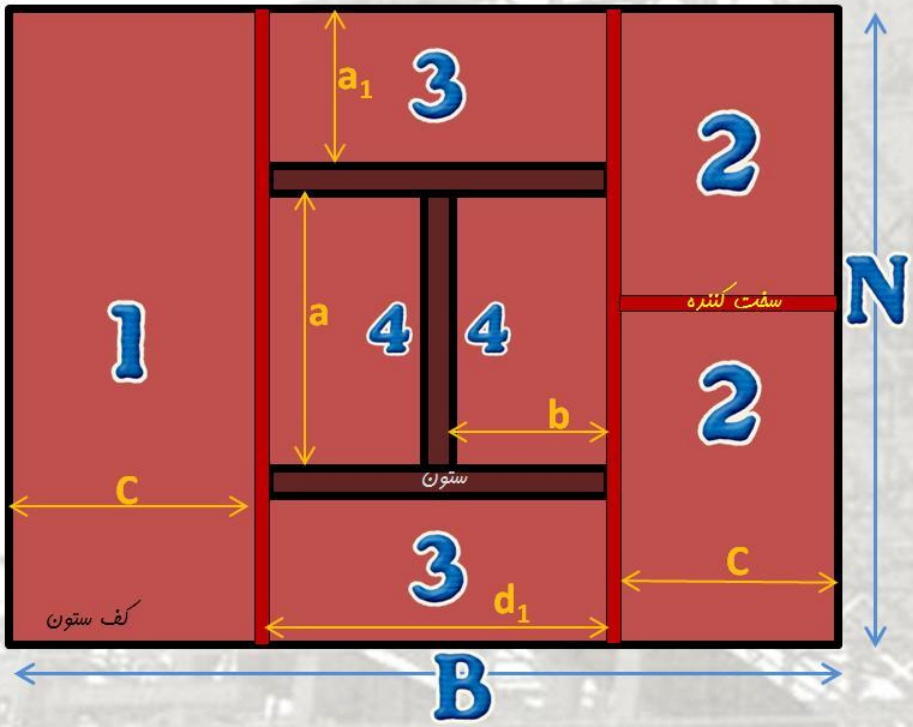


مقطع بحرانی برای خمش

MEYSAM4366@YAHOO.COM

قاعده نامگذاری نواحی یک کف ستون با سخت کننده:

ناحیه **1** از یک طرف بسته است ، ناحیه **2** از دوطرف بسته است ، ناحیه **3** از سه طرف بسته است ، ناحیه **4** از چهارطرف بسته است



گفتیم که: طراحی کف ستون با سخت کننده ها باطراحی کف ستون درحالت عادی تفاوتی ندارد

پس: تنش f_p برابر تقسیم نیروی محوری بر سطح کف ستون است.

اما در هر کدام از نواحی لنگر بطور جداگانه محاسبه می شود ودر نهایت ماکزیمم این لنگر ها برای تعیین ضخامت کف ستون بکار می رود.

ضرایب آلفا (α) برابرند با : $\frac{a}{b} = \alpha_{1,2}$ $\frac{a_1}{d_1} = \alpha_3$

کنترل خمش:

Zone : 1 & 2 $\Rightarrow$ $M_1 = \frac{f_p c^2}{2}$

Zone : 3 $\Rightarrow$ $M_3 = \alpha_3 . f_p . d_1^2$

Zone : 4 $\Rightarrow$ $M_{2\,a} = \alpha_1 . f_p . b^2$

$M_{2\,b} = \alpha_2 . f_p . b^2$

Max : M

$f_b < F_b$

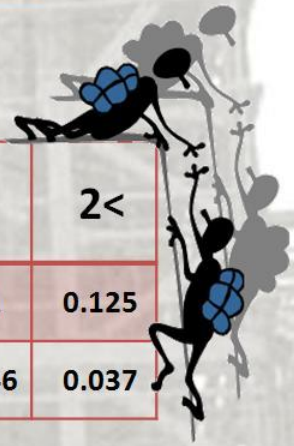
$\frac{M_{1,2,3}}{S_{1,2,3}} = f_{b1,2,3}$

MEYSAM4366@YAHOO.COM

ضرایب آلفا (α) جهت محاسبه ی لنگر در نواحی ورق کف ستون

$\frac{a_1}{d_1}$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	2	2<
α_3	0.6	0.74	0.88	0.97	0.107	0.112	0.120	0.126	0.132	0.133

$\frac{a_1}{d_1} < 0.5$ باشد ورق بصورت طره ای تحلیل و طراحی می شود



$\frac{a}{b}$	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2<
α_1	0.048	0.055	0.063	0.069	0.075	0.081	0.086	0.091	0.094	0.098	0.1	0.125
α_2	0.048	0.049	0.05	0.05	0.05	0.05	0.049	0.048	0.048	0.047	0.046	0.037

نکته:

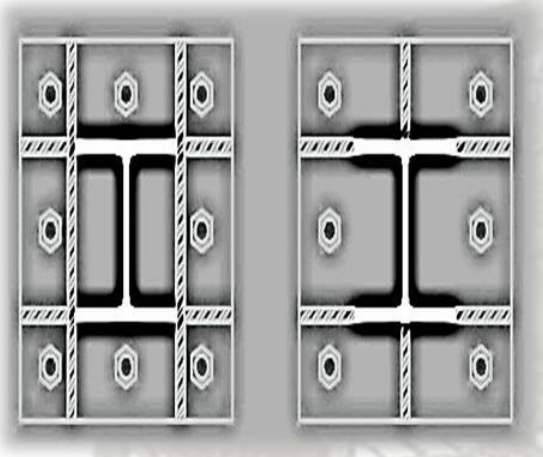
سعی شود قطر میل مهارها بین 80_{mm} الی 20_{mm} انتخاب شود با جایگذاری متقارن. اگر نیاز به میل مهار نبود از **2ϕ20** استفاده شود. طراحی میل مهار مانند طرح یک عضو کششی است.

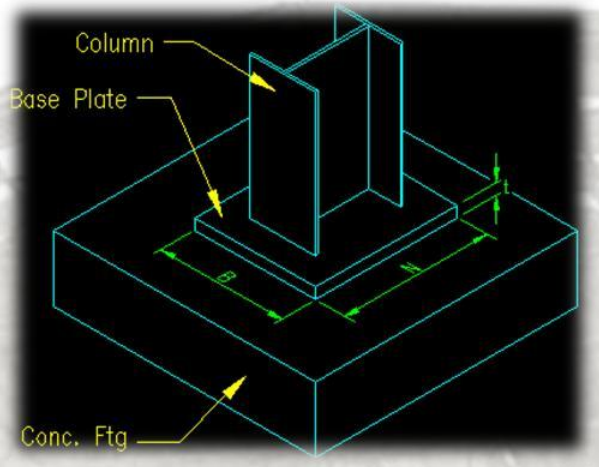
در مقاطع (ستونها) جعبه ای از نیمرخهای نبشی و ناودانی جهت سخت کننده استفاده می کنند. نیمرخها را نیز ممکن است با ورق تقویت کنند.

در اتصال پای ستون از جوش گوشه با ارزش **650a** استفاده میشود و ارجح است در دوطرف ورق جوش ریخته شود.اگر اندازه جوش ممتد برای یک طرف کافی بود،بهتر است در دو طرف ورق از جوش منقطع استفاده شود.

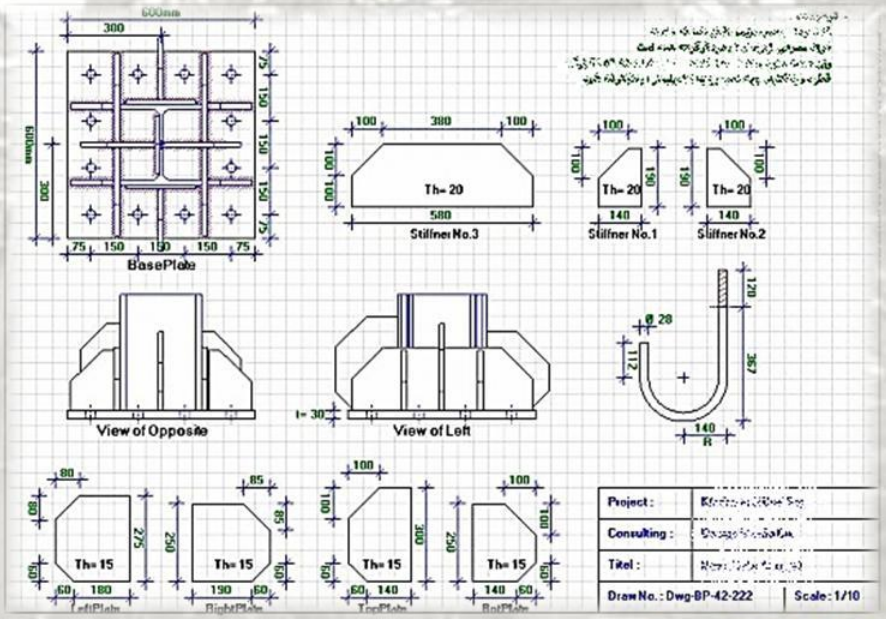
$R_w = 650\ a$

MEYSAM4366@YAHOO.COM



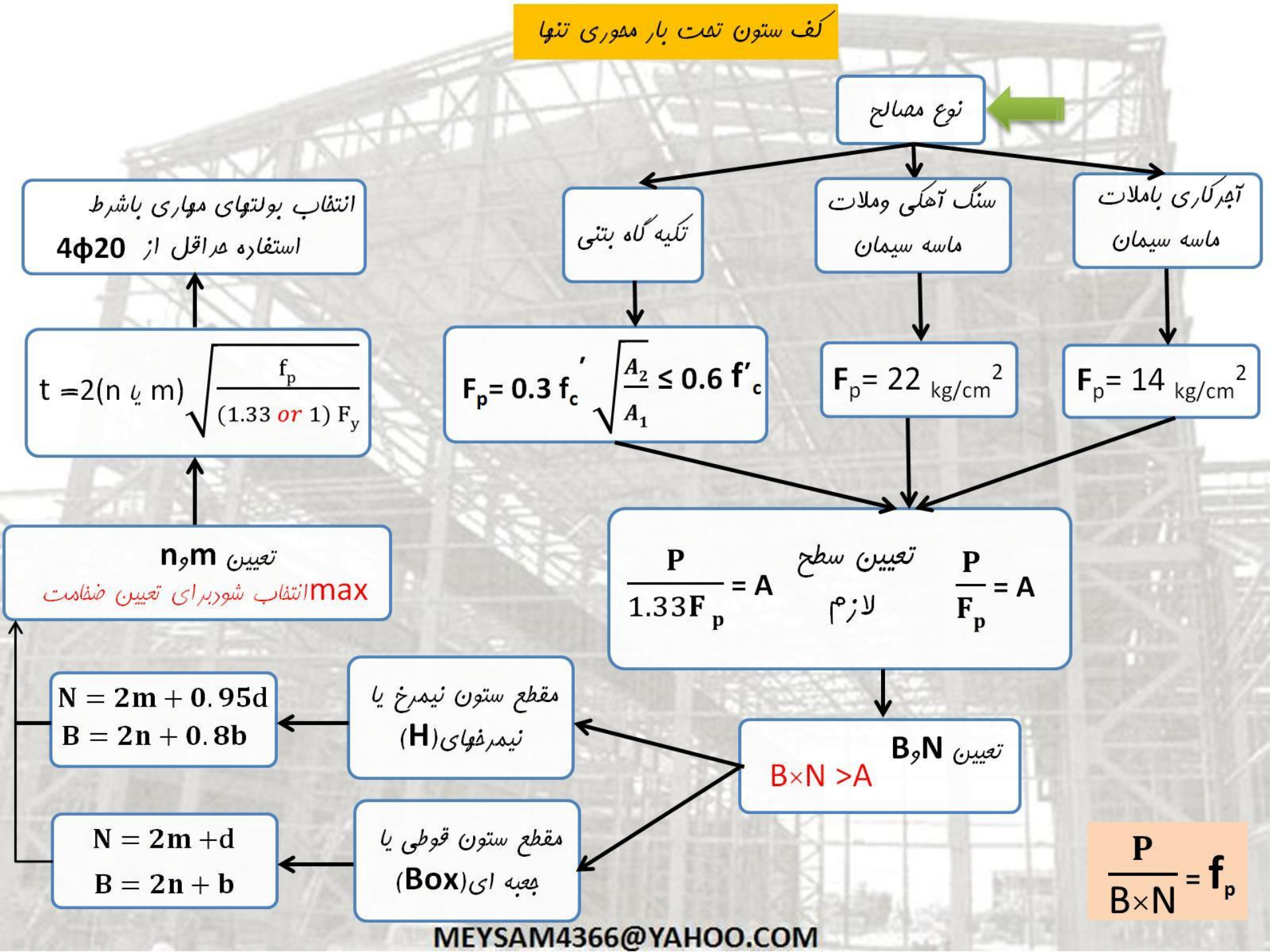


روند طراحی کف ستون



MEYSAM4366@YAHOO.COM

کف ستون تحت بار محوری تنها



MEYSAM4366@YAHOO.COM

کف ستون تحت بار محوری و لنگر

$\frac{E_s}{E_c} = n \approx 10$

$f_{p\,max} = \frac{2R}{3g.B}$

$P_p = f_{p\,max} - \frac{f_{p\,max}(m)}{3g}$

$F_p : ?$

حدس N و B

محاسبه خروج از مرکزیت

$\frac{M}{P} = e$

$\frac{N}{6} \geq e$

$\frac{N}{2} > e > \frac{N}{6}$

$\frac{N}{2} \leq e$

$t_{لازم} = \sqrt{\frac{6M}{0.75\,F_y \times B}}$

$M = [P_p \frac{(m)^2}{2} + (f_{p\,max} - P_p) \frac{(m)^2}{3}] \times B$

$f_c = \frac{P}{A}[1 \pm \frac{6e}{N}]$

$X = 3(\frac{B}{2} - e)$

$f_c = \frac{2P}{X.N}$

$x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = 0$

$a_1 = 3(e - \frac{N}{2})$

$a_2 = 6\frac{nA_s}{B}(e+f)$

$a_3 = -a_2(f + \frac{N}{2})$

بله

تعیین لنگرخمشی در مقطع بحرانی

$f_c \leq F_p$

$f_c = \frac{2(P+T)}{X.N}$

محاسبه X

نه

بله

نه

شروع مجدد

$f_t = \frac{T}{A_s} \leq 0.33\,F_u$

$M = T(f + \frac{h}{2}) + P(\frac{h}{2})$

محاسبه کشش در مهارها

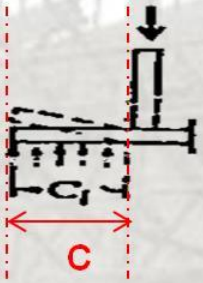
MEYSAM4366@YAHOO.COM

$$f_b = \frac{6M}{N.t^2}$$

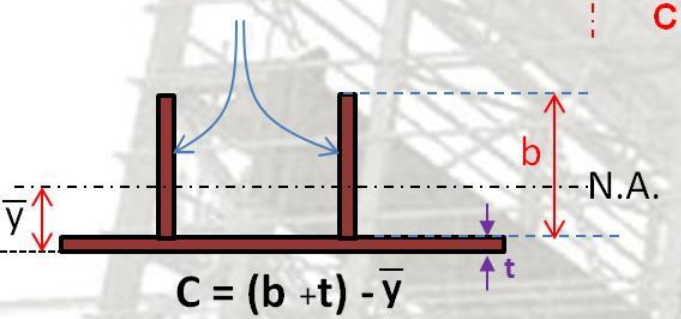
$$f_{b1,2,3} = \frac{M_{1,2,3} \times C}{I'_{N.A}}$$

ورق کف ستون با ضخامت مورد نظر موجود نیست
نتیجاً استفاده از سخت کننده پیشنهاد می شود

آرایش سخت کننده ها بعهده خود مهندسه
که بسته به تجربه و تقلید داره
یا ابتکار و خلاقیت و دانش



قسمتهای تحت فشار



$C = (b + t) - \bar{y}$

توجه شود مقادیر b و y در دو طرف ستون می تواند
متفاوت باشد و بسته به اندازه سخت کننده ها است

$\frac{P}{A_1} = f_p$ تعیین تنش فشاری موجود

ناحیه 3 | ناحیه 4 | ناحیه 1 و 2

$M_3 = \alpha_3 . f_p . d_1^2$

$M_{2a} = \alpha_1 . f_p . b^2$

$M_{2b} = \alpha_2 . f_p . b^2$

$M_1 = \frac{f_p C^2}{2}$

انتخاب M_2 از $Max : (M_{2a}, M_{2b})$

$M = max (M_1, M_2, M_3)$

راستی ممان مقطع بالا رو بلدین حساب کنید؟؟
یا خودم دست بکار شم؟؟؟

$t = \sqrt{\frac{6M}{0.75 F_y}}$

ضخامت لازم برای
کف ستون

کنترل تنش خمشی
در زیر ستون

$f_b \le 0.75 F_y$

کنترل تنش خمشی
در مقطع تقویت شده

$f_{b1,2,3} \le 0.6 F_y$

MEYSAM4366@YAHOO.COM