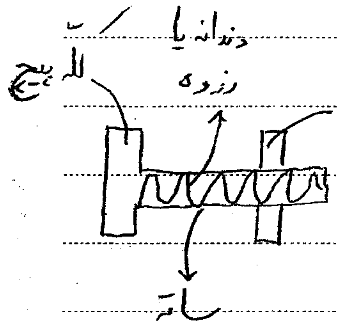
www.vepub.com
Publish Your Mind

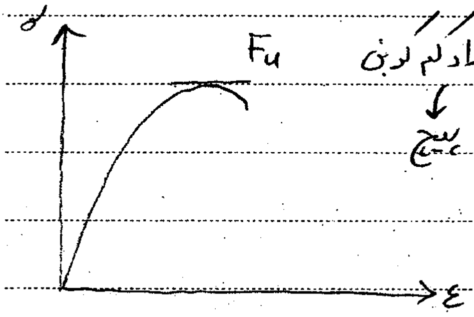
فولاد ۲ عمران - دکتر قدیری

جلسه‌ی اول: ۹۳/۱۱/۱۲

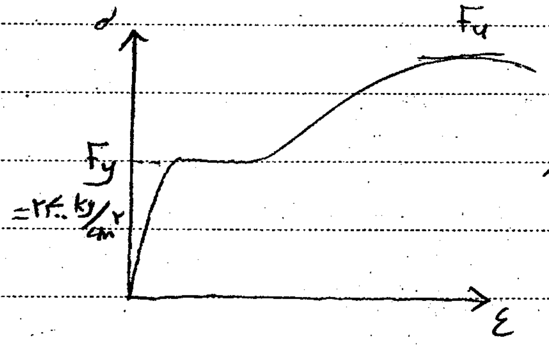
پیچ‌ها: ← معمولی

↙ پرمقاومت





فولاد کم کربن
↓
پیچ

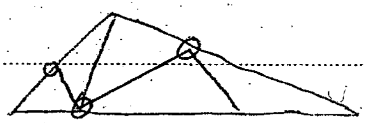


فولاد نرمه

$F_u=4000-6000\ kg/cm^2$

- اتصالات اتکایی در اعضای درجه ۲ (خرپا، لاپه‌ها، مونتاژ) برای اعضای غیرلرزه‌ای یا دینامیکی

$\underset{\downarrow}{\text{درجه ۲}}$ استاتیکی



دینامیکی ← بر جرم سازه شتاب و سرعت وارد می‌کنند

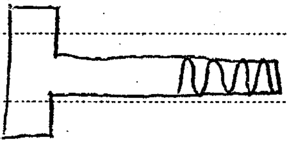
استاتیکی ← " " " " " " نمی‌کنند

پیچ پرمقاومت: ← فولاد با کربن متوسط (فولاد آلیاژدار) $F_u=8000-12000\ kg/cm^2$

(پیچ خشک)

قطر ← 12-38 mm $\xrightarrow{\text{در ساختمان}}$ 20-29 mm

- اتصالات اتکایی و اصطکاکی



- برای اعضای درجه ۱ و ۲

PAPCO

★ اگر ضریب اطمینان ۹ را استفاده کنیم می‌توانیم $T_b = 0.55 F_u$ بگیریم

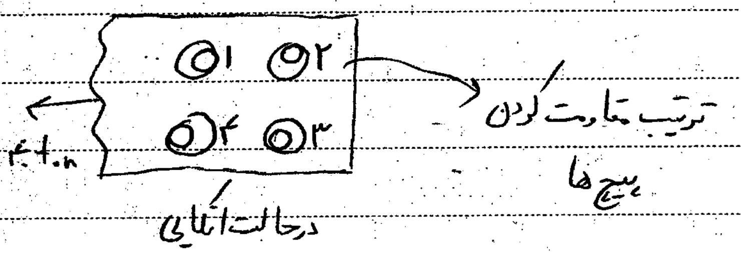
مزایای اصطکاکی نسبت به اتکایی:

۱) دو جبهه نیرو : معادل آن که اصطکاکی از بین رفت اتکایی می‌شود

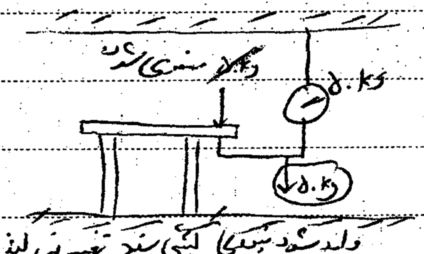
اتکایی > اصطکاکی : از نظر مقاومت

جبهه دوم قوی‌تر از جبهه اول هم هست.

۲) اثر همزمانی مقاومت پیچ ها


۱
۲
۳
۴
۴t۰n
ترتیب مقاومت کردن پیچ ها
در حالت اتکایی

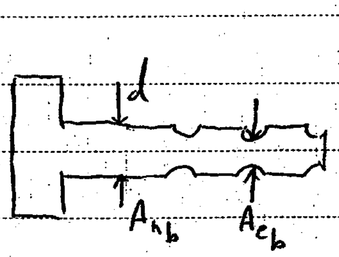
۳) عدم تغییر در نیروی داخل پیچ


~~۲kg~~ منفی شده
۵۰kg
۵۰kg

ولی دستگاه کشش سنج تغییری نمی‌کند
فقط نیروی عکس العمل را منفی می‌کند

یعنی فقط اصطکاک در حال تغییر کردن است و نیروی داخل پیچ اصلاً تغییر نمی‌کند و دچار خستگی نمی‌شود.

★ از اتکایی اصلاً در ساختمان استفاده نمی‌کنیم.



nominal

سطح اسمی $= A_{n_b} = \frac{\pi d^2}{4}$

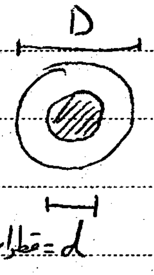
effective

$A_{e_b} = 0.79 A_{n_b}$

★ حداقل پیش تنیدگی پیچ ۱۰-۲-۹-۷ مبحث ۱۰

جلسه دوم: ۹۳/۱۱/۱۹

انواع سوراخ: جدول ۸-۹-۲-۱۰



- سوراخ استاندارد: پیچ $M16 \rightarrow D=۱۶+۲=۱۸$

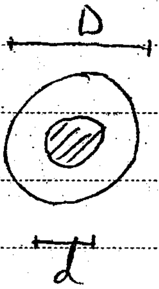
$d \leq ۲۲mm \rightarrow D=d+۲$

$d >۲۲mm \rightarrow D=d+۳$

$M24 \rightarrow D=۲۴+۳=۲۷$

d= قطر اسمی پیچ

برای اتصالات اتکایی و اصطکاکی



- سوراخ بزرگ شده:

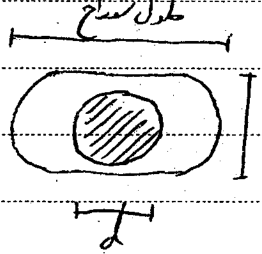
$M16 \quad D=۲۰$

$M24 \quad D=۳۰$

$M30 \quad D=۳۸$

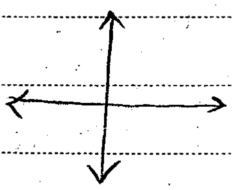
فقط برای اتصالات اصطکاکی

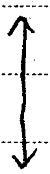
- سوراخ لوبیایی کوتاه:



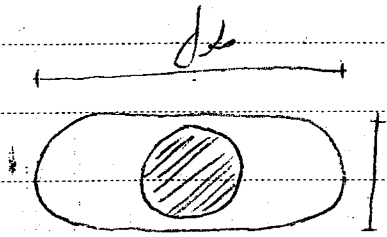
عرض سوراخ = اندازه ~~[illegible]~~ سوراخ استاندارد

$M16 \longrightarrow \underbrace{18\text{x}22}_{\text{ابعاد سوراخ}}$

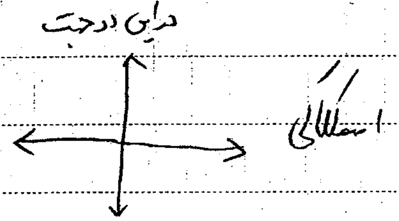


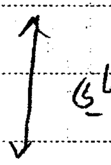


- سوراخ لوبیایی بلند:


طول
مثل سوراخ استاندارد = عرض

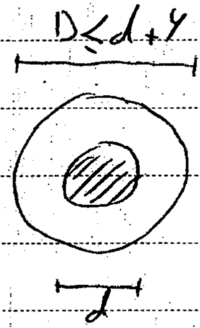
M20 → 22 x 50


در این دو جهت
اسلاتی



متعامد با ورق های اتصال را داشته باشد.

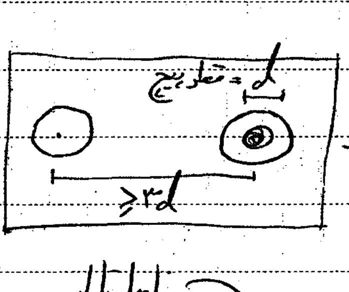
چون سوراخ خیلی بزرگ است عملاً پیچ درون متعامد با ورق ها موازی گیرد.



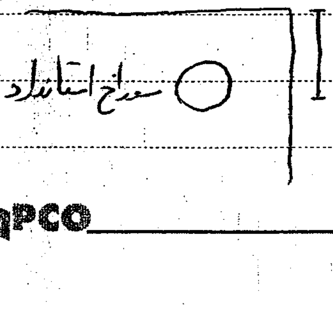
- در ورق کف ستون ها:

حداقل فواصل سوراخ ها:

مرکز تا مرکز (سوراخ استاندارد - بزرگ شده - لوبیایی) $\geq ۳d$


d = قطر پیچ
$\geq ۳d$

حداقل فاصله سوراخ تا لبه برای سوراخ های استاندارد:


فاصله تا لبه
سوراخ استاندارد

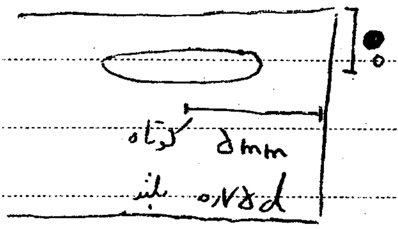
$$\geq \begin{cases} ۱٫۷۵d & \text{لبه نورد شده یا بریده شده با شعله اتوماتیک یا اره} \\ ۲d & \text{لبه بریده شده با قیچی یا گیوتین} \quad (t \leq ۱۲mm) \end{cases}$$

t: ضخامت ورق

حداقل فاصله سوراخ تا لبه برای سوراخ های غیر استاندارد:

مقدار افزایش نسبت به حالت متناظر به سوراخ استاندارد

- سوراخ بزرگ شده ۲mm
- سوراخ لوبیایی

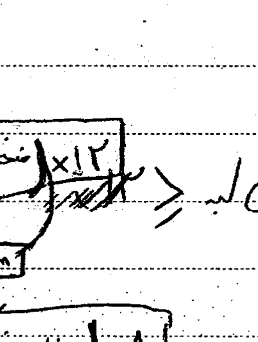


حداکثر فواصل مراکز سوراخ تا لبه:

۱) برای قطعات با خوردگی کم و متوسط ← فاصله‌ی مرکز سوراخ تا نزدیک ترین لبه ≤ (ضخامت نازکترین قطعه) ×۱۲ و ۱۵۰mm

۲) 〃 〃 〃 〃 شدید ← 〃 〃 〃 〃 〃 〃 ≤ (ضخامت نازکترین قطعه) ×۸ و ۱۲۵mm

حداکثر فواصل مرکز تا مرکز سوراخ:

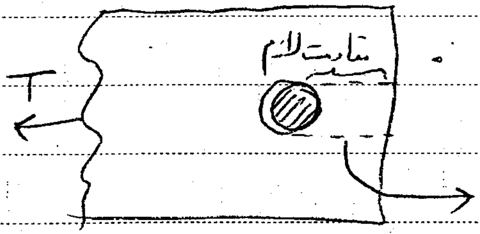


۱) خوردگی کم و متوسط

< ۲۴×(ضخامت نازکترین قطعه) و ۳۰۰mm

۲) خوردگی شدید

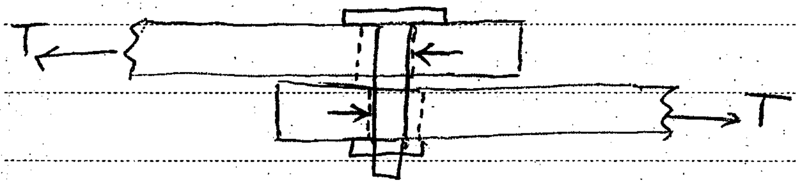
< ۱۴×(ضخامت نازکترین قطعه) و ۲۰۰mm



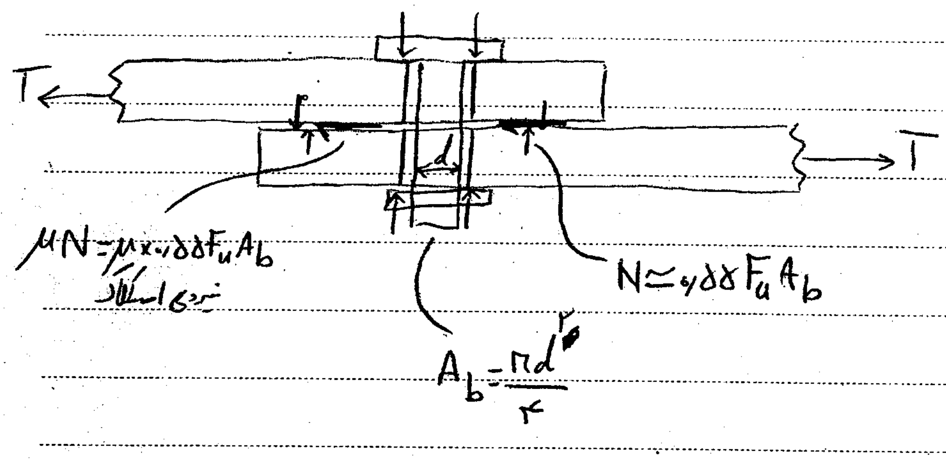
این طول براساس مقاومت لازم در برابر T تعیین می‌شود. به عبارت دیگر براساس مقاومت پیچ تعیین می‌شود. تا اگر قرار است که ورق پاره شود پیچ و ورق باهم پاره شوند ورق زودتر از پیچ پاره شود

رفتار پیچ ها:

پیچ های اتکایی : - ساده‌ترین وسیله
- فشار تماسی زیاد بین تنه پیچ و جدار سوراخ
- اصطکاک ناچیز بین قطعات



پیچ های اصطکاکی : (برای سیستم های باربر جانبی لرزه‌ای و نیز وصله‌ی ستون های غیر باربر جانبی لرزه‌ای اتصال اصطکاکی را از نوع پرمقاومت و سوراخ استاندارد و یا لوبیایی کوتاه عمود بر طول ⟂ اجباری است)



- پیچ پیش تنیده ← تقریباً به اندازه $0.55F_u$

- نیروی پیش تنیدگی هر پیچ طبق جدول ۱۰-۲-۹-۷

- در حالات بحرانی یا لغزش صفحات بین بدنه پیچ و سوراخ نیروی لهیدگی ایجاد می‌شود

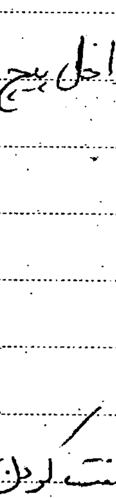
مزایا
- به طور همزمان نیروهای اصطکاک اطراف پیچ ها در یک اتصال مقاومت می‌کنند
- نیروی کششی پیش تنیدگی داخل پیچ ها در محدوده‌ی نیروهای طراحی شده به طور ناچیز تغییر می‌کند.
- دو جبهای بودن مقاومت

سه روش برای ایجاد پیش تنیدگی :

۱- سفت کردن مجدد مهره پس از سفت کردن اولیه حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{2}{3}$ دور اضافه

۲- واشرهای کشش سنج DTI (وقتی یک واشر خوابید می‌فهمیم که سفت شده است)

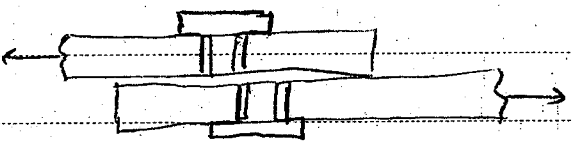
۳- پیچ‌های TC (Torque control) ← این قدر سفت می‌کنیم که کلگی آن پیچ کنده شود در این زمان پیچ پیش تنیده شده است



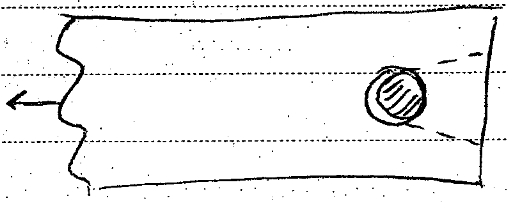
۴- آچار مدرج

★ باز کردن و استفاده مجدد از پیچ اصطکاکی که پیش تنیده شده است ممنوع می باشد همان طور که در ساختمان های میلگردی که خم کردیم را دیگر نمی توانیم صاف کنیم و استفاده کنیم

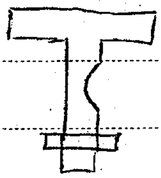
مکانیسم های خرابی پیچ : (اتصالات اتکایی و اصطکاکی)



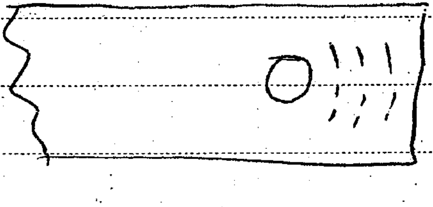
بریدن پیچ



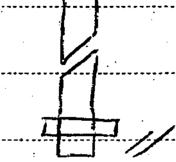
گسیختگی برشی ورق



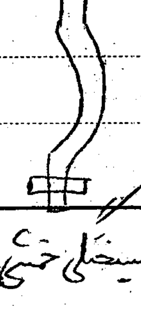
لهیدگی تنه پیچ



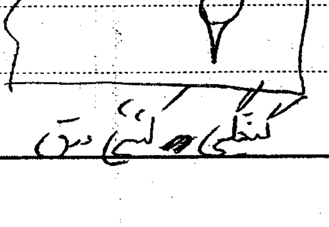
لهیدگی ورق



گسیختگی کششی



گسیختگی خمشی پیچ

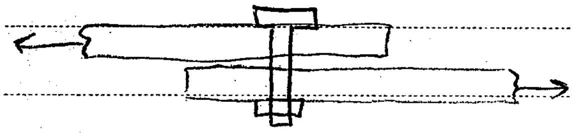


گسیختگی کششی ورق

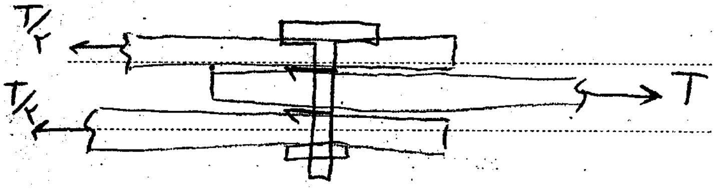
انتقال نیرو در اتصالات پیچی :

www.vepub.com
Publish Your Mind

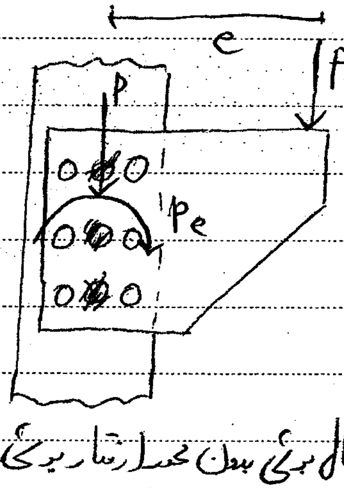
اتصالات {
- رفتار برشی
- رفتار کششی
- یا توأم



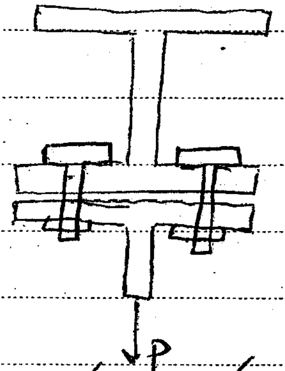
اتصال رویهم (یک برشه)



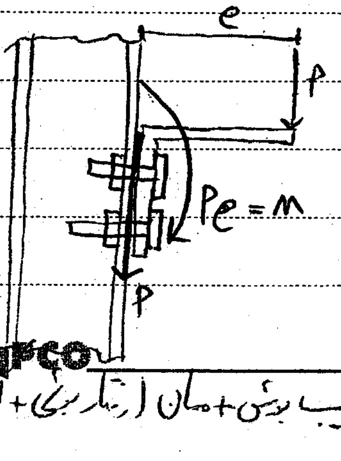
اتصال رویهم (دو برشه)



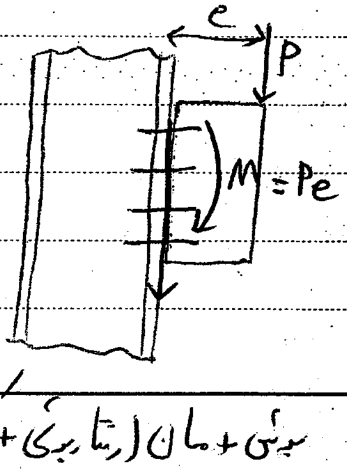
اتصال برشی برون محور (رفتار برشی)
برشی + پیچشی



اتصال کششی (رفتار کششی)

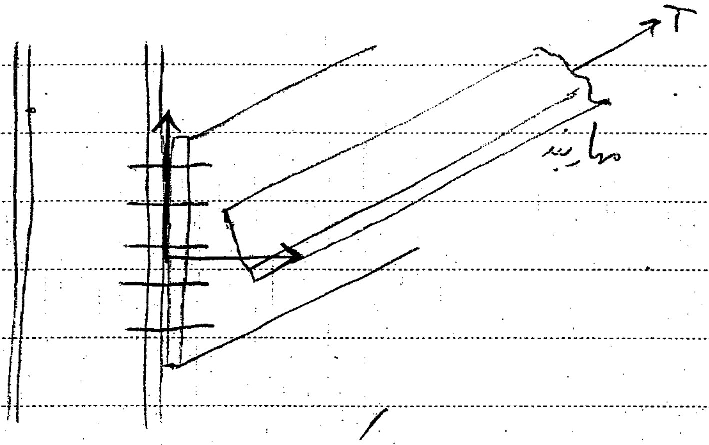


اتصال ترکیب برش + ممان (رفتار برشی + کششی)



برشی + ممان (رفتار برشی + کششی)

PAPCO



رفتار (کششی + برشی)

جلسه ششم : ۹۳/۱۱/۲۶

مقاومت کششی طراحی و مقاومت برشی طراحی در اتصالات اتکایی:

مقاومت کششی طراحی = $\phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb}$

مقاومت برشی طراحی = $\phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_{nb}$

A_{nb} = سطح مقطع اسمی پیچ / ϕ = ضریب کاهش مقاومت /

F_{nt} = تنش کششی اسمی / F_{nv} = تنش برشی اسمی /

R_{nt} = مقاومت کششی اسمی / R_{nv} = مقاومت برشی اسمی

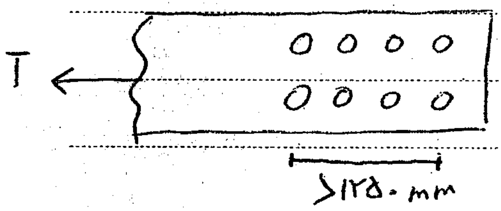
فرضیات: - صفحات اتصال صلب (بدون تغییر شکل نسبی) فرض می شوند

- یک اتصال با چند پیچ هم جنس و هم قطر نیروها به طور مساوی بین پیچ ها تقسیم می کنند

جدول ۱۰-۲-۹-۱۰ تنش اسمی:

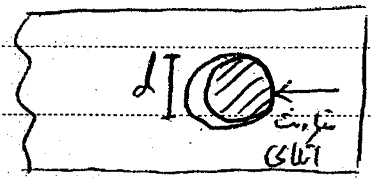
نوع وسیله اتصال	F_{nt}	F_{nv}
پیچ معمولی	۰٫۷۵F_u	۰٫۴۵F_u
پیچ پرمقاومت (سطح برش از متن دندانه شده می‌گذرد)	۰٫۷۵F_u	۰٫۴۵F_u
پیچ پرمقاومت (" " " " " نمی‌گذرد)	۰٫۵F_u	۰٫۵۵F_u
قطعات دندانه شده (سطح برش از متن دندانه شده می‌گذرد)	۰٫۷۵F_u	۰٫۴۵F_u
قطعات دندانه شده (" " " " " نمی‌گذرد)	۰٫۷۵F_u	۰٫۵۵F_u

درحقیقت مقاومت همان ۰٫۵۵F_u است اما کاهش سطح مقطع در ناحیه دندانه شده را در مقدار F_{nv} اعمال کردیم



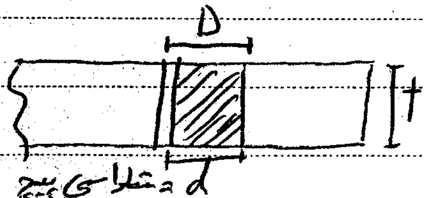
برای پیچ‌ها و قطعات دندانه شده $F_{nv} \times ۰٫۸$

مقاومت اتکایی در جدار سوراخ: (برای اتصالات اتکایی و اصطکاکی)



مقاومت اتکایی طراحی $= \phi R_n$

$\phi = ۰٫۷۵$ $R_n =$ مقاومت اتکایی اسمی



① سوراخ استاندارد، سوراخ بزرگ شده، سوراخ لوبیایی کوتاه

و سوراخ لوبیایی بلند در حالتی که نیرو در امتداد طولی

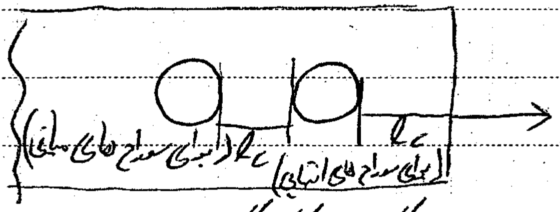
$$R_n = ۱٫۲ l_c t F_u \le ۲٫۴ d t F_u$$

$$\overset{\text{مقاومت اتکایی}}{R_{B\text{-Bearing}}} = \overset{۰٫۷۵}{\phi} R_n$$

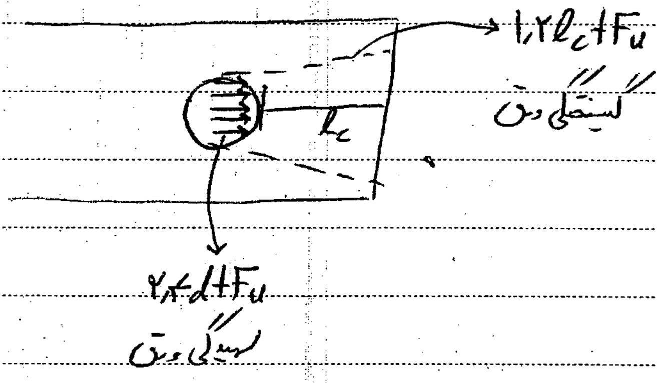
② سوراخ لوبیایی بلند در جهت عمود به امتداد طولی

$R_n = l_c t F_u \le ۲ d t F_u$ Fu = تنش کششی نهایی ورق اتصال (عضو ضعیف‌تر)

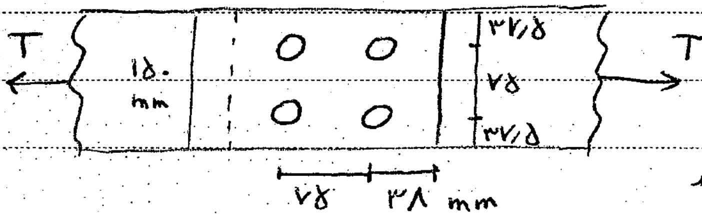
$\overset{\text{باربری}}{R_B} = \phi R_n$


(لبه‌ی سوراخ های میانی) l_c
(لبه‌ی سوراخ های انتهایی) l_c
l_c

l_c = بیانگر مقاومت گسیختگی ورق


$1.2 l_c t F_u$
گسیختگی ورق
l_c
$2.4 d t F_u$
له‌شدگی ورق

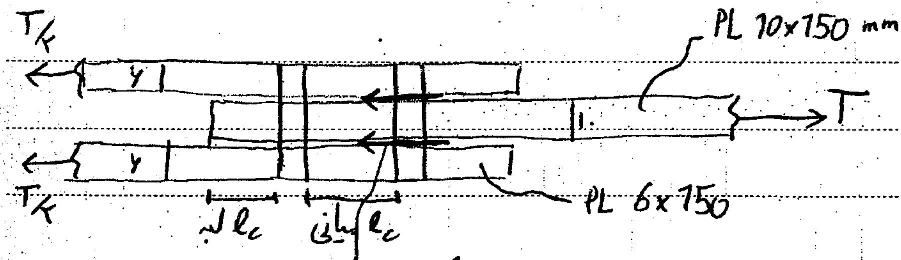
اتصال بار متقارن برشی - اتصال اتکایی :


T
T
150 mm
۳۷/۵
۷۵
۳۷/۵
۷۵
۳۸ mm

- اتصال اتکایی
- صفحه برش خارج از ناحیه دندانه شده پیچ می‌باشد
- تعداد پیچ ها؟
- سوراخ استاندارد

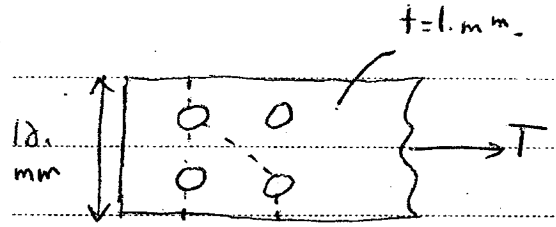
ورق St 52 $F_y = ۳۶۰۰ \, kg/cm^۲$ $F_u = ۵۲۰۰ \, kg/cm^۲$

پیچ M20 $\phi 22$ $F_u = ۸۰۰۰ \, kg/cm^۲$

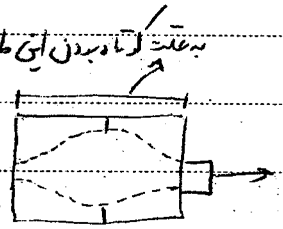

T/2
T/2
6
6
10
PL 10x150 mm
T
PL 6x150
l_c لبه
l_c میانی

اینکه در دو سطح داریم از پیچ استفاده می‌کنیم خیلی خوب است. (دو برشه)

ورق ۱۰mm بجای ترات



مسیر مستقیم دو سوراخ = مسیر بحرانی گسیختگی است



سوراخ استاندارد M20 $\xrightarrow{}$ $\overset{\text{قطر پیچ}}{d} = ۲۰\,mm$ $\xrightarrow{}$ $\overset{\text{قطر سوراخ}}{D} = ۲۲$

$A_n = [۱۵ - ۲(۲٫۲)] \times ۱ = ۱۰٫۶\ cm^۲ \leq ۰٫۸۵\,A_g = ۰٫۸۵ \times ۱۵ \times ۱ = ۱۲٫۷۵\ cm^۲$

$A_e = ۱۰٫۶\ cm^۲$

$$\min\begin{cases} T_u = ۰٫۷۵ F_u A_e = ۰٫۷۵ \times ۵۲۰۰ \times ۱۰٫۶ \times ۱۰^{-۳} = ۴۱٫۳\ ton \ \checkmark\ ① \\ T_u = ۰٫۹ F_y A_g = ۰٫۹ \times ۳۶۰۰ \times ۱۵ \times ۱ \times ۱۰^{-۳} = ۴۸٫۶\ ton\ ② \end{cases}$$

هر پیچ $F_{nv} = ۰٫۵۵ F_u = ۰٫۵۵ \times ۸۰۰۰ = ۴۴۰۰\ kg/cm^۲$

$A_{nb} = \frac{\pi ۲^۲}{۴} = ۳٫۱۴\ cm^۲$

مقاومت دو برشی پیچ $R_{DS} = ۲\phi A_{nb} F_{nv} = ۲ \times ۰٫۷۵ \times ۳٫۱۴ \times ۴۴۰۰ \times ۱۰^{-۳} = ۲۰٫۷\ ton$

Double ← → shearing

مقاومت اتکایی (لهیدگی) $\overset{\text{جدار}}{۲}$ سوراخ: $R_n = ۱٫۲ l_c t F_u \leq ۲٫۴ d t F_u \quad \phi = ۰٫۷۵$

$l_c = \min(\text{لبه و میانی}) = \min\left((۳۸ - \frac{۲۲}{۲}), (۷۵ - ۲۲)\right) = ۲۷\ mm$

$R_n = ۱٫۲ \times ۲٫۷ \times ۱ \times F_u \leq ۲٫۴ \times ۲ \times ۱ \times F_u \rightarrow R_n = ۳٫۲۴ F_u$

PAPCO

لهیدگی Bearing

$R_B = \phi R_n = ۰٫۷۵ \times ۳٫۲۴ \times ۵۲۰۰ \times ۱۰^{-۳} = ۱۲٫۶۴$ ton ③

$\min\{①, ②, ③\} = ۱۲٫۶۴$ ton

مقاومت طراحی پیچ $= \mathrm{Min}(R_{DS}, R_B) = \mathrm{Min}(۲۰٫۷, ۱۲٫۶۴) = ۱۲٫۶۴$ ton

تعداد پیچ‌ها $= \dfrac{۴۱٫۳}{۱۲٫۶۴} = ۳٫۲۷ \longrightarrow$ ۴ M20

★ برای ما حالت بهینه آن است که بین لهیدگی (R_B) و گسیختگی (R_S) اختلاف زیادی نباشد)

در این جا اختلاف زیاد است. اصلاً دوبرشه لازم نبود چون ورق داده شده و دوبرشه کردن که

برای استفاده بیشتر از مقاومت پیچ است فایده‌ای ندارد. چون لهیدگی ورق ما را محدود کرده است.

کنترل فواصل پیچ‌ها:

فاصله مرکز تا مرکز $= ۷۵ \geq ۳d = ۶۰$ ok

$۷۵ \leq ۱۴t , ۲۰۰$ mm (بحرانی‌ترین حالت | خوردگی شدید) ok

ضخ نازکتر $t=۶$

فاصله مرکز تا لبه $= ۳۸ \geq ۱٫۷۵d = ۳۵$ mm ok

برش با شعله باید استفاده شود

(بحرانی‌ترین حالت ۲ که قیچی یا شعله جواب نمی‌دهد)

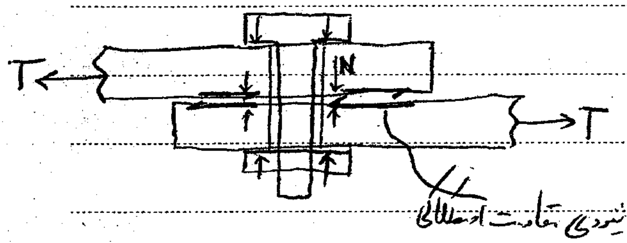
$۳۸ \leq ۸t , ۱۲۵$ ok

$t = ۶$

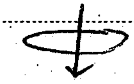
★ در عمل به طور معمول پیچ‌ها با فواصل ۵d و با حداکثر ۵ ردیف پیچ استفاده کنیم جواب می‌دهد. (امتحانی نیست)

مقاومت لغزشی طراحی و برشی طراحی در اتصال اصطکاکی:

- مقاومت لغزشی مثل حالت اتکایی است



مقاومت برشی طراحی = ϕR_{nv}

ϕ = ضریب کاهش مقاومت {
لوبیایی کوتاه ، سوراخ استاندارد  $\phi = 1$
" " ، سوراخ بزرگ شده $\phi =$ ۰٫۸۵
لوبیایی بلند $\phi =$ ۰٫۷

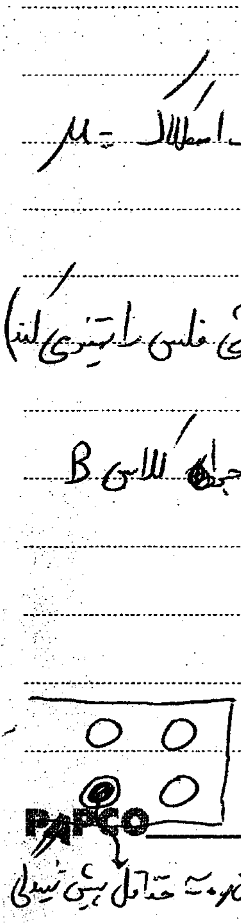
$$R_{nv} = \mu D_u \overbrace{h_f T_b h_s}^{N}$$

μ = ضریب اصطکاک = {
سطح کلاس A (سطح فلس دار تمیز و رنگ نشده) $\mu =$ ۰٫۳
سطح کلاس B (سطح تمیز شده با ماسه پاشی و رنگ نشده) $\mu =$ ۰٫۵

- فلس: لایه‌ای از اکسید که هنگام نورد گرم در روی سطوح فولاد ایجاد می‌شود. (با ماسه پاشی فلس را تمیز می‌کنند)

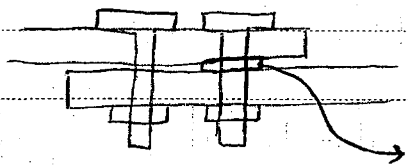
- در محاسبات به طور محافظه کارانه کلاس A فرض می‌شود ولی در نقشه‌های سازه‌ای برای اجرا کلاس B درخواست می‌کنیم (فصل ۴ مبحث ۱۰)

D_u = نسبت پیش تنیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش تنیدگی حداقل پیچ‌ها = ۱٫۱۳



حداقل پیش تنیدگی ≃ ۰٫۵۵ F_u

h_f = ضریب کاهش به خاطر ورق های پرکننده بین قطعات

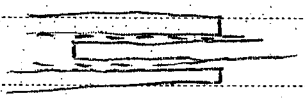


استفاده از این ورق های پرکننده بین قطعات باعث می‌شود اصطکاک ضعیف تر عمل کند

- اگر ورق پرکننده نباشد $h_f = 1$
- اگر یک ورق پرکننده باشد $h_f = 1$
- اگر دو یا بیشتر ورق پرکننده باشد $h_f = 0.85$

T_b = حداقل نیروی پیش تنیدگی یک پیچ طبق جدول ۱۰-۲-۹-۷ (ص ۱۵۸) ← $\simeq$ ۰٫۵۵ $F_u A_{nb}$

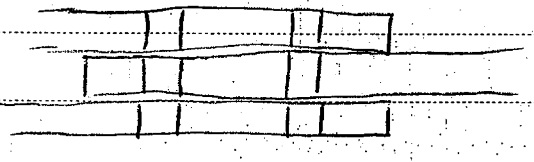
n_s = تعداد صفحات برش (لغزش)



$n_s = 2$

حل مسال قبل در حالت اصطکاکی:

اتصال اتکایی - اتصال اصطکاکی



$T_u = 41.3$ ton

سطح اتکا → $\phi = 1$

www.vepub.com
Publish Your Mind

$R_{nv}=\mu D_u h_f T_b n_s$

$n_s=۲$ $\quad$ A کلاس $\rightarrow \mu=۰٫۳$ $\quad D_u=۱٫۱۳$ $\quad h_f=۱$

$M20 \rightarrow T_b=۱۴۲\ kN$

$R_{DS}=\phi R_{nv}=۱\times۰٫۳\times۱٫۱۳\times۱\times۱۴۲\times\overset{n_s}{\boxed{۲}}\times\frac{۱}{۹٫۸۱}=۹٫۸۴\ ton$

چون در n_s ضرب می کنیم دیگر نیاز نیست مثل حالت اتکایی برای به دست آوردن R_{DS} مقاومت را ضرب در ۲ کنیم

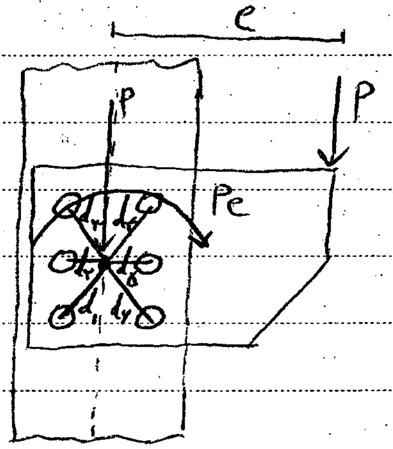
مقاومت پیچ $=Min(R_{DS}, R_B)=min(۹٫۸۴, ۱۲٫۶۴)=۹٫۸۴$

تعداد پیچ ها $=\frac{۴۱٫۳}{۹٫۸۴}=۴٫۲ \xrightarrow{\text{تقریباً}} ۴\ M20$

حتما باید ۴ پیچ باشد تا اتصال برقرار باشد

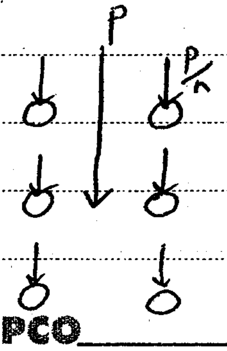
چون ضریب محافظه کارانه برای کلاس A در نظر گرفتیم اشکالی ندارد که ۴٫۲ را ۴ در نظر بگیریم

اتصال با رفتار برشی: ترکیب برش و پیچش:



پیچش + برش مستقیم

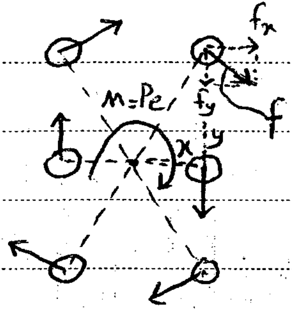
برش مستقیم:



$n=$ تعداد پیچ ها

$f_v=$ تنش برشی $=\frac{P}{nA_{nb}}$

پیچش:


f_x
f_y
f
$M=Pe$
x
y

$$\text{ممان اینرسی قطبی} = I_p = \sum A_{nb} d_i^2$$

$$f = \frac{Md}{I_p} = \frac{Pe.d}{I_p}$$

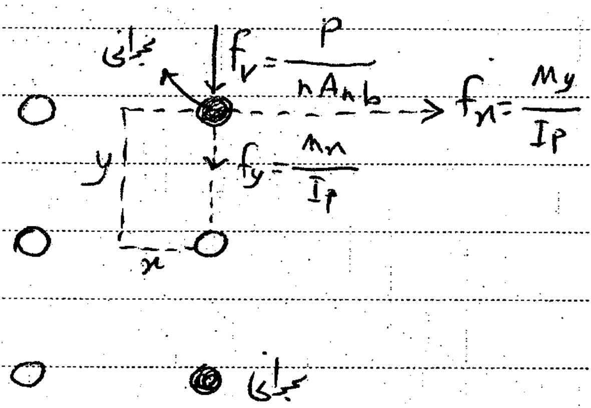
$$\left.\begin{aligned} f_x &= \frac{My}{I_p} \\ f_y &= \frac{Mx}{I_p} \end{aligned}\right\}$$

در پیچش هر پیچی که دورترین نسبت به مرکز اتصال باشد بیشترین برش ناشی از پیچش را دارد.

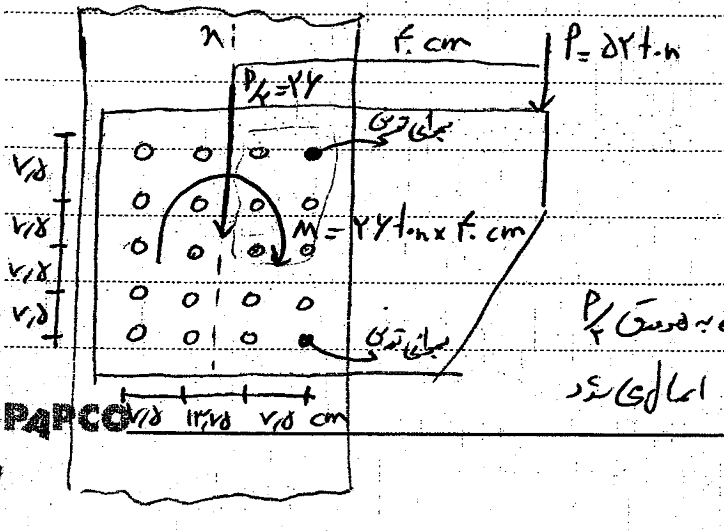
$$d^2 = x^2 + y^2$$

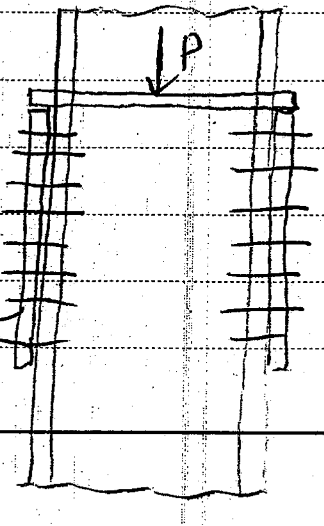
$$\text{تنش برشی نهایی در پیچ} = \sqrt{(f_v+f_y)^2 + f_x^2}$$

- تنش مقاومت برشی
- " تنش مقاومت لهیدگی


بحرانی
$f_v = \frac{P}{nA_{nb}}$
$f_x = \frac{My}{I_p}$
$f_y = \frac{Mx}{I_p}$
y
x
بحرانی

مثال: کنترل مقاومت طراحی پیچ


x_i
۴۰ cm
P = ۵۲ ton
P/۲ = ۲۶
بحرانی ترین
M = ۲۶ ton × ۴۰ cm
بحرانی ترین
۷٫۵
۷٫۵
۷٫۵
۷٫۵
۷٫۵
۱۳٫۷۵
۷٫۵ cm



P/۲ به هر ورق اعمال می‌شود

$M20$ ، $A325$ ، $F_u = ۸۰۰۰\ kg/cm^۲$

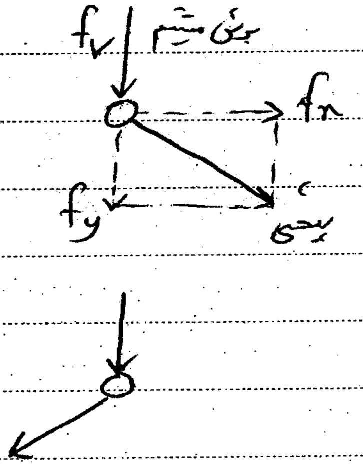
اصطکاکی ، کلاس A ، سوراخ استاندارد

جدول $\xrightarrow{M20}$ $T_b = ۱۴۲$

$$\text{تنش متناظر با مقاومت طراحی هر پیچ} = \frac{\phi R_{nv}}{A_{nb}} = \frac{\overset{۱}{\phi}\,\overset{۰٫۳۳}{\mu}\,\overset{۱٫۱۳}{D_u}\,\overset{۱}{h_f}\,\overset{\frac{۱۴۲\,kN}{۹٫۸۱}\times ۱۰۰۰}{T_b}\,\overset{۱}{h_s}}{A_{nb}} = \frac{۱\times ۰٫۳۳\times ۱٫۱۳\times ۱\times \frac{۱۴۲\times ۱۰۰۰}{۹٫۸۱}\times ۱}{۳٫۱۴} =$$

$$= ۱۵۶۳\ kg/cm^۲$$

بحرانی‌ترین پیچ : دو پیچ سمت راست گوشه



$$f_v = \frac{۲۶\times ۱۰۰۰}{۲۰\,\underset{\hookrightarrow ۳٫۱۴}{A_{nb}}} = ۴۱۴\ kg/cm^۲$$

$$f_x = \frac{M y}{I_p} \quad f_y = \frac{M x}{I_p}$$

$$I_p = \Sigma A_{nb} d_i^۲ = \Sigma A_{nb}(x_i^۲ + y_i^۲) = \overset{۲}{\cancel{۶}} A_{nb}\left(\underset{۵}{\cancel{۶}}\times\left(\frac{۱۳٫۷۵}{۲}\right)^۲ + \underset{۵}{\cancel{۶}}\left(\frac{۱۳٫۷۵}{۲}+۷٫۵\right)^۲ + \underset{۴}{\cancel{۶}}\times ۷٫۵^۲ + \underset{۴}{\cancel{۶}}\times ۱۵^۲\right)$$

$$= ۱۵۰۳۸\ cm^۴$$

$$f_x = \frac{M y}{I_p} = \frac{(۲۶۰۰۰\times ۴۰)\times ۱۵}{۱۵۰۳۸} = ۱۰۳۷\ kg/cm^۲$$

$$f_y = \frac{M x}{I_p} = \frac{(۲۶۰۰۰\times ۴۰)\times\left(\frac{۱۳٫۷۵}{۲}+۷٫۵\right)}{۱۵۰۳۸} = ۹۹۴\ kg/cm^۲$$

f نهایی یک پیچ $= \sqrt{(f_v+f_y)^۲+f_n^۲} = \sqrt{(۴۱۴+۹۹۴)^۲+۱۰۳۷^۲} = ۱۷۴۹ <$ تنش برشی مقاومت مجاز ۱۵۶۳

NG ← راه حل

M20 ← M22 احتمالاً بهتر

یا

آرایش پیچ با تعداد بیشتر

همان چیزی که قبل از وارد کردن P بود

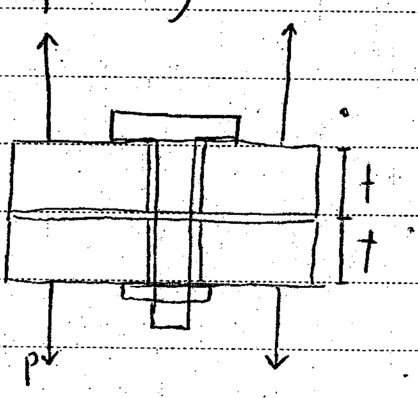
$P \leq T_i \longrightarrow T_i = ۵\ \text{ton}$

$P > T_i \longrightarrow T_i = P$

تکلیف: تمرین شماره ۱

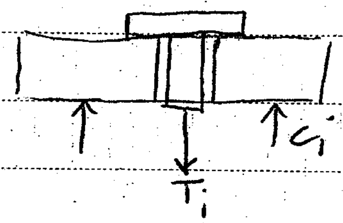
جلسه چهارم: ۹۳/۱۲/۳

پیچ های که تحت کشش محور قرار دارند:

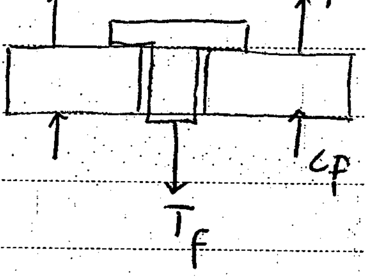


پیچ تحت نیروی پیش تنیدگی T_i

نیروی فشردگی در سطح قبل از اعمال بارگذاری c_i



$c_i = T_i$

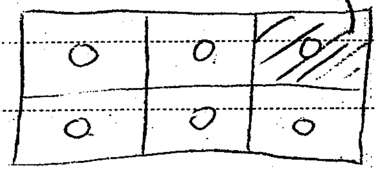


$P + c_f = T_f$

تغییر طول پیچ بین زیر کله و سطح تماس دو ورق $= \delta_b = \frac{T_f - T_i}{\underbrace{A_b E_b}_{\text{bolt}}} t \leftarrow$ در تحلیل: $\delta = \frac{PL}{AE}$

تغییر ضخامت ورق $= \underbrace{\delta_p}_{\text{Plate}} = \frac{C_i - C_f}{A_p E_p} t$

A_p: سهم سطح تماس ورق در اطراف کله پیچ



سهم سطح تماس این پیچ

فرض: سطح تماس دو ورق اتصال دارند ⟵ معادله سازگاری ⟵ $\delta_b = \delta_p$

$$\frac{T_f - T_i}{A_b E_b} = \frac{\overset{T_i}{C_i} - \overset{T_f - P}{C_f}}{A_p E_p} = \frac{T_i - T_f + P}{A_p E_p}$$

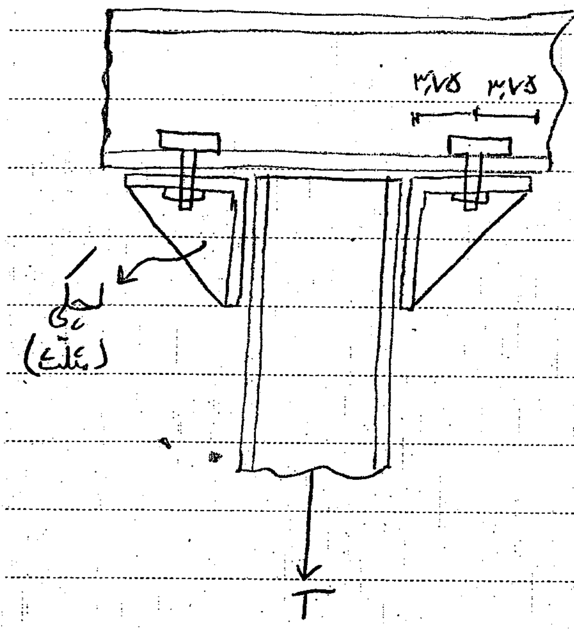
$$\boxed{T_f = T_i + \frac{P}{1 + \frac{A_p}{A_b}}}$$

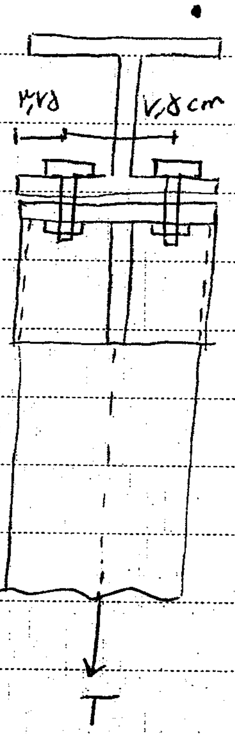
تغییر نیروی کششی داخل پیچ پیش تنیده در حضور نیروی محوری

$$C_f = C_i - P\,\frac{A_p/A_b}{1 + A_p/A_b}$$

$$\longrightarrow \text{چون } A_p \gg A_b \longrightarrow T_f \simeq T_i$$

مثال: M22 $F_u = ۸۰۰۰$





حداکثر نیروی کششی واقعی = T

کشش پیش تنیدگی پیچ چقدر تغییر می‌کند؟

$T = ۴P$ → نیروی وارد بر هر پیچ

$A_b = \frac{\pi \, ۲٫۲^۲}{۴} = ۳٫۸ \, cm^۲$

جدول مبحث ۱۰ → M22 → $T_i = ۱۷۶ \, kN = \frac{۱۷۶}{۹٫۸۱} = ۱۸ \, ton$

$P = F_{nt} A_b = ۰٫۷۵ \times ۸۰۰۰ \times ۳٫۸ \times ۱۰^{-۳} = ۲۲٫۸ \, ton$

نیروی طراحی اسمی

$F_{nt} \to ۰٫۷۵ F_u$

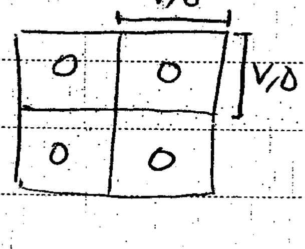
ضریب کاهش مقاومت = ۰٫۷۵

نیروی واقعی (بدون ضریب بار و مقاومت) = $\overset{۲۲٫۸}{P} \times \frac{\phi}{\text{ضریب بار متوسط}} = ۱۱٫۴ \, ton$
$= ۰٫۳۸ F_u A_b$

ضریب بار متوسط → ۱٫۵

$۲ = \frac{\text{ضریب بار}}{\text{ضریب کاهش مقاومت}} \simeq$ ضریب اطمینان

$\boxed{\text{اسمی} \times \phi \quad \text{نیروی طراحی} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۱٫۵}} \text{واقعی}}$



$A_p = ۷٫۵ \times ۷٫۵ - A_b = ۵۶٫۲۵ - ۳٫۸$

$\frac{A_p}{A_b} \simeq ۱۴$

$T_f = T_i + \frac{P}{۱+۱۴} = ۱۸ + \frac{۱۱٫۴}{۱+۱۴} \simeq ۱۸٫۷۲$ ⟶ تقریباً ۴٪ افزایش دارد

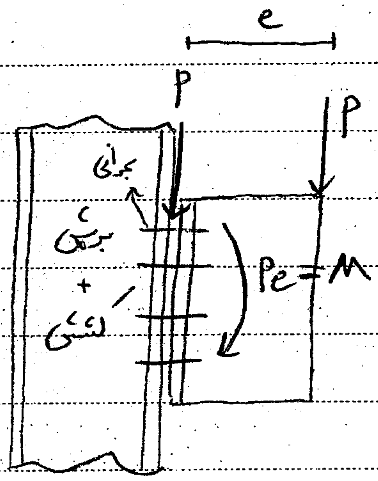
www.vepub.com
Publish Your Mind

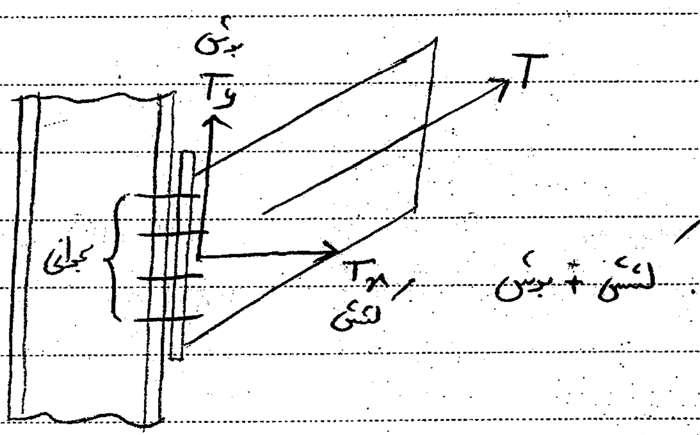
P = نیروی خارجی وارد بر اتصال اطراف یک پیچ :

$$P \leq T_1 \longrightarrow T_f \simeq T_1$$

$$P > T_1 \longrightarrow T_f = P$$

ترکیب برش و کشش : (برش و ممان کشش مورب)


e
P
P
بحرانی
برش
+
کشش
Pe = M


برش
T_y
T
بحرانی
T_x
کشش
کشش + برش :

★ اتصال اتکایی :

پیچ بحرانی

مقاومت کششی طراحی = $\phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb}$

مقاومت برشی طراحی = $\phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb}$

$$F'_{nt} = F_{nt}\left[1.3 - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}}\right] \leq F_{nt}$$

$$F'_{nv} = F_{nv}\left[1.3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}}\right] \leq F_{nv}$$

ϕ = ضریب کاهش مقاومت ۰/۷۵

F_{nt} = مقاومت کششی اسمی

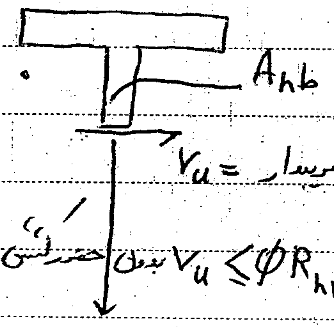
F'_{nt} = مقاومت کششی اسمی در حضور برش

F_{nv} = مقاومت برشی اسمی

F'_{nv} = مقاومت برشی اسمی در حضور کشش

f_{uv} = تنش برشی مورد نیاز (نهایی = ضریبدار)

f_{ut} = تنش کششی مورد نیاز (نهایی = ضریبدار)



V_u = ضریبدار $\rightarrow f_{uv} = \frac{V_u}{A_{nb}}$

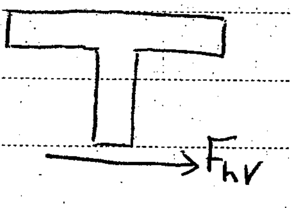
بدون حضور کشش $V_u \le \phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_{nb}$

با حضور کشش $V_u \le \phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb}$

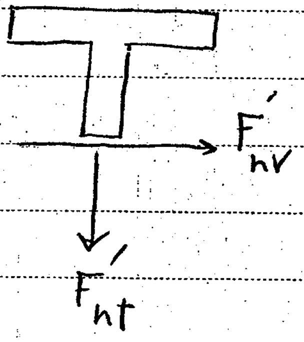
T_u = ضریبدار $\rightarrow f_{ut} = \frac{T_u}{A_{nb}}$

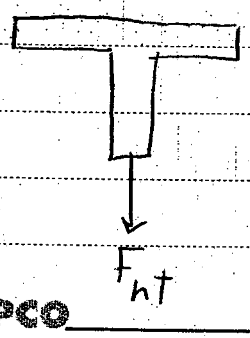
بدون حضور برش $T_u \le \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb}$

با حضور برش $T_u \le \phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb}$



رابطه اندرکنش برش و کشش

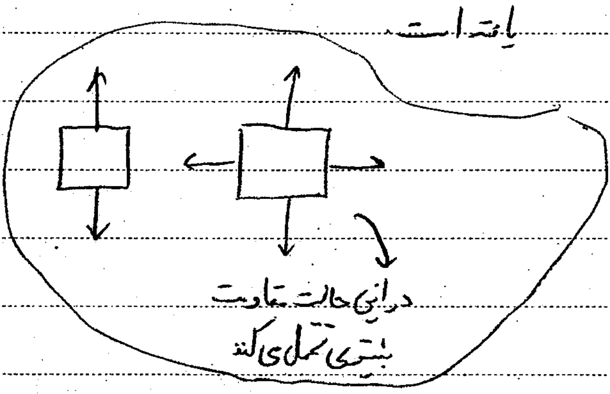




۲۹

$$F'_{nt} = F_{nt}\left[1.3 - \boxed{\frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}}}\right] \le F_{nt}$$

$$\frac{F'_{nt}}{F_{nt}} + \underbrace{\frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}}}_{\text{سهم برشی}} = 1.3 \longrightarrow$$ یعنی با حضور کشش و برشی در کنار هم مقاومت ۳۰٪ افزایش یافته است.



$$\frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \le 0.3$$

$$f_u \le 0.3\phi F_n \begin{cases} f_{ut} \le 0.3\phi F_{nt} \\ \text{یا} \\ f_{uv} \le 0.3\phi F_{nv} \end{cases} \longrightarrow$$ لزومی به در نظر گرفتن رابطه اندرکنش نیست

$$\begin{cases} f_{ut} \le \phi F_{nt} \\ f_{uv} \le \phi F_{nv} \end{cases}$$

در غیر این صورت

$$\begin{cases} f_{ut} \le \phi F'_{nt} \\ f_{uv} \le \phi F'_{nv} \end{cases}$$

$$\frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} \le 0.3$$

★ اثر مشترک برش و کشش (اتصالات اصطکاکی)

K_{sc} ضریب کاهش ← مقاومت برشی اسمی

$$K_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b h_b}$$

$$\begin{cases} f_{ut} \le \phi F_{nt} \\ f_{uv} \le K_{sc}\phi F_{nv} \end{cases}$$

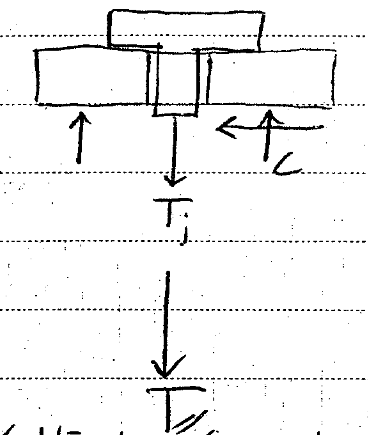
$T_u =$ نیروی کششی موردنیاز یا ضریب دار

$h_b =$ تعداد پیچ های کششی تحمل می کنند

$D_u = 1.13 =$ نسبت پیش تنیدگی متوسط به حداقل پیش تنیدگی

$T_b =$ حداقل نیروی پیش تنیدگی پیچ

Subject:
Year. Month. Date. ( )



$\longrightarrow V$

با اصطکاک مقابله می‌شود

با نیروی کششی سطوح مقابله می‌شود

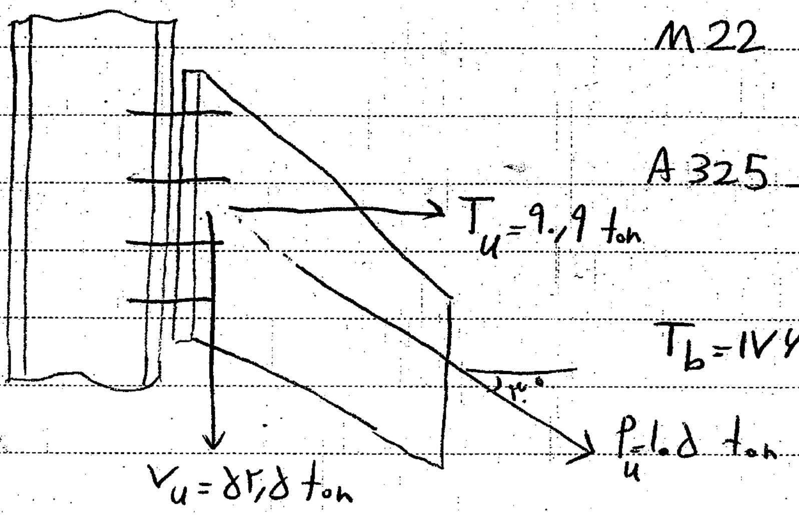
تنها اتفاقی که می‌افتد این است که چون نیروی کششی بین سطوح کم می‌شود اصطکاک کاهش می‌یابد و به همین دلیل ضریب کاهش K_{sc} برای برشی داریم.

مثال: $A_{nb} = ۳٫۸ \ cm^۲$ ← M22

$F_u = ۸۰۰۰ \ kg/cm^۲$ ← A325

سوراخ استاندارد

$T_b = ۱۷۶ \ KN$

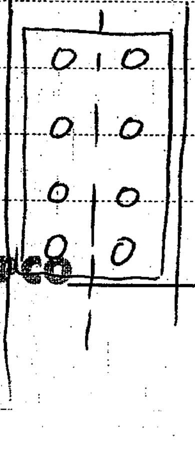


الف) اصطکاکی ← کلاس A

ب) اتکایی ← سطح برش خارج از ناحیه دنده باشد

الف) اصطکاکی

$$f_{ut} = \frac{۹۰٫۹ \times ۱۰^۳}{۸(۳٫۸)} = ۲۹۹۰ \ kg/cm^۲$$



$$f_{uv} = \frac{۵۲٫۵ \times ۱۰^۳}{۸ \times ۳٫۸} = ۱۷۲۷$$

$F_{nt} = ۰٫۷۵ F_u = ۶۰۰۰$

$F_{nv} = \frac{R_{nv}}{A_{nv}} = \frac{\mu D_u h_f T_b n_s}{۳٫۸} = \frac{۰٫۳ \times ۱٫۱۳ \times ۱ \times \frac{۱۷۶}{۹٫۸۱} \times ۲}{۳٫۸} = ۱۶۰۰ \ kg/cm^۲$

$= ۰٫۲ F_u$

$K_{sc} = ۱ - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} = ۱ - \frac{۹۰٫۹}{۱٫۱۳ \times \frac{۱۷۶}{۹٫۸۱} \times ۸} = ۰٫۴۴$

$f_{ut} \leq \phi F_{nt}$

$۲۹۹۰ \leq ۰٫۷۵ \times ۶۰۰۰ = ۴۵۰۰$ ok

$f_{uv} \leq \phi K_{sc} F_{nv}$

$۱۷۲۷ \leq ۱ \times ۰٫۴۴ \times ۱۶۰۰ = ۷۰۹$ N.G

ب) اتکائی

$F_{nt} = ۰٫۷۵ F_u = ۶۰۰۰$

$F_{nv} = ۰٫۵۵ F_u = ۴۴۰۰$

$$\left.\begin{aligned} \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} &= \frac{۱۷۲۷}{۰٫۷۵ \times ۴۴۰۰} = ۰٫۵۲ > ۰٫۳ \\ \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} &= \frac{۲۹۹۰}{۰٫۷۵ \times ۶۰۰۰} = ۰٫۶۶ > ۰٫۳ \end{aligned}\right\}$$

اندرکنش صورت می‌پذیرد

PAPCO

$$F'_{nt} = F_{nt}\left[۱٫۳ - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}}\right] \leq F_{nt}$$

$$= F_{nt}\left[۱٫۳ - ۰٫۵۲\right] = ۰٫۷۸\, F_{nt} \leq F_{nt}$$

$$F'_{nv} = F_{nv}\left[۱٫۳ - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}}\right] \leq F_{nv}$$

$$= F_{nv}\left[۱٫۳ - ۰٫۶۶\right] = ۰٫۶\, F_{nv} \leq F_{nv}$$

$$f_{ut} \leq \phi F'_{nt}$$

$$۲۹۹۰ \leq ۰٫۷۵ \times ۰٫۷۸ \times ۶۰۰۰ = ۳۵۱۰ \quad ok$$

$$f_{uv} \leq \phi F'_{nv}$$

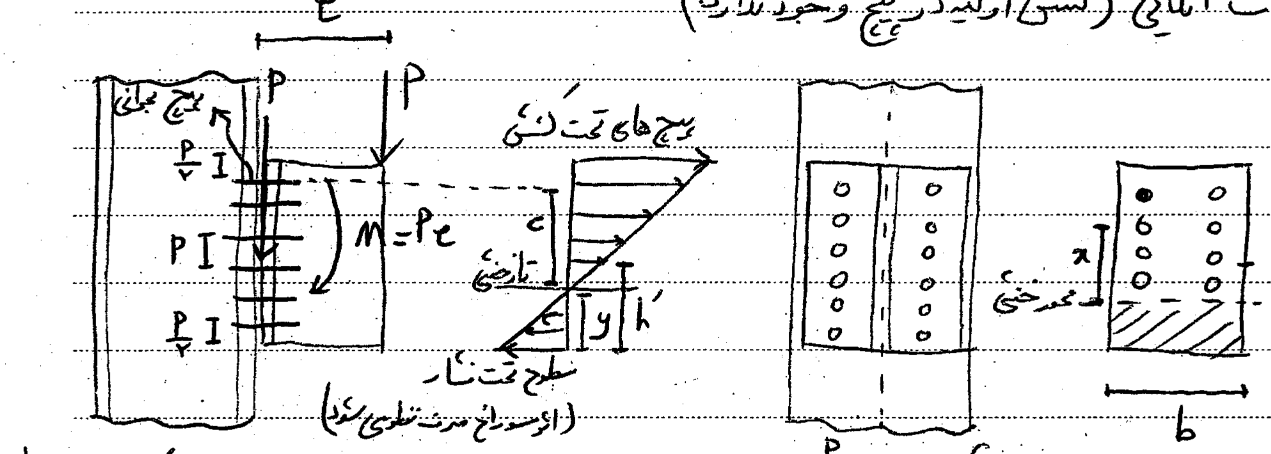
$$۱۷۲۷ \leq ۰٫۷۵ \times ۰٫۶۴ \times ۴۴۰۰ = ۲۱۱۲ \quad ok$$

جلسه پنجم: ۱۰/۱۲/۹۳

برش + پیچش: برشی + برشی
برشی + تنشی: برشی + کششی
برشی + ممان: برشی + کششی

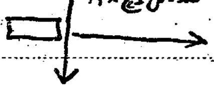
برش + ممان: (درداخل پیچ: برشی + کششی)

۱) اتصالات اتکایی (کشش اولیه در پیچ وجود ندارد)


e
P
P
پیچ بحرانی
P/2 I
P I
P/2 I
M = Pe
پیچ های تحت کشش
c
تار خنثی
y
h'
سطح تحت فشار
(از سوراخ صرف نظر می شود)
x
محور خنثی
d/2
d/2
b

d = ارتفاع کل سطح اتصال

پیچ بحرانی:



$$f_v = \frac{P}{A \times \text{تعداد کل پیچ}}$$

$$f_t = \frac{Mc}{I}$$

$$I = \int x^2 dA$$

اندرکنش برشی و کششی → $f_v \le \phi F'_{nv}$ ، $f_t \le \phi F'_{nt}$

P = فاصله ی پیچ ها

b = پهنای ناحیه ی تحت فشار

m = تعداد پیچ های یک ردیف (یا تعداد ستون پیچ)

n = تعداد " " در یک ستون واقع در بالای محور خنثی (در ناحیه ی کششی)

A = سطح یک پیچ

h' = فاصله ی اولین پیچ های موجود در بالای محور خنثی تا تار فشاری انتهایی

y = ارتفاع محور خنثی از تار فشاری

الف) ابتدا محل تار خنثی را پیدا می کنیم (ناحیه ی کشش توسط پیچ و ناحیه ی فشار توسط سطوح تماس و از سوراخ پیچ صرف نظر می شود)

براساس معادله تعادل ← مجموع نیروها برابر صفر است ← معادله لنگر سطح

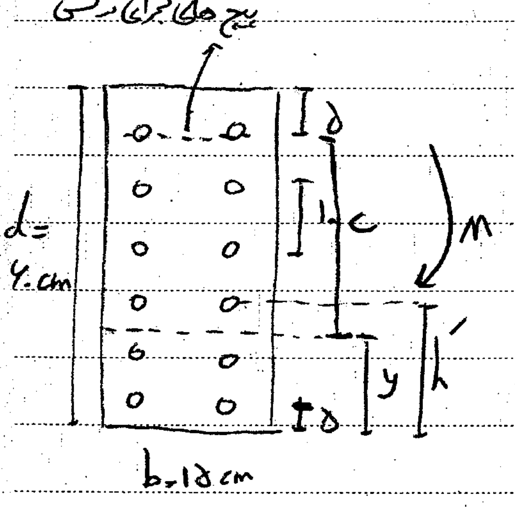
$$\frac{by^2}{2}=mnA\left(h'-y+P\frac{n-1}{2}\right)$$

به طور تجربی: $y\simeq\left(\frac{1}{6} \text{ تا } \frac{1}{7}\right)d$

ب) محاسبه ی ممان اینرسی اتصال

$$I=\frac{mnAP^2(n^2-1)}{12}+mnA\left(\frac{n-1}{2}P+h'-y\right)^2+\frac{by^3}{3}$$

براساس اتصال دوم سطح در فشار و سطوح پیچ در کشش نسبت به محور خنثی



مثال: - اتصال اتکایی

M22 -

A325 $F_u=8000\ \frac{kg}{cm^2}$ -

مطلوبست ظرفیت طراحی ممان خمشی اتصال

$F_{nt}=0.75F_u$ $\phi=0.75$

$\phi F_{nt}=0.75(0.75\times 8000)=4500\ \frac{kg}{cm^2}$

$b=15$ ، $m=2$ ، $A=3.8\ cm^2$

فرض (تجربی): $y = \frac{1}{6} \times d = \frac{60}{60} = 10$ cm یعنی محور خنثی بین ردیف یک و دو از پایین

(دیوونه شدیم !!!)

ولی ما فرض می‌کنیم محور خنثی بین ردیف ~~...~~ ۲ و ۳ باشد یعنی $15 < y < 25$ cm

$\rightarrow h' = 25$ cm , $n = 4$

طبق فرمول: $\frac{by^2}{2} = mnA\left(h' - y + P\frac{n-1}{2}\right)$ $\quad 7.5y^2 = 2\times4\times3.8\left(25 - y + 10\times\frac{3}{2}\right)$

$7.5y^2 + 30.4y - 1216 = 0 \rightarrow y = 10.9 \rightarrow 15 < y < 25$ N.G

یعنی محور خنثی بین ردیف ۲ و ۳ نیست. بلکه بین ردیف ۱ و ۲ است

اصلاح فرض: $5 < y < 15$ محور خنثی بین ردیف ۱ و ۲ $\rightarrow h' = 15$, $n = 5$

معادله: $7.5y^2 = 2\times5\times3.8(15 - y + 10\times2) \rightarrow 7.5y^2 + 38y - 1330 = 0 \rightarrow y = 11$ cm

فرمول $I = 36143$ cm^4 $\rightarrow \sigma = \frac{Mc}{I} \rightarrow \phi F_{nt} = \frac{Mc}{I}$ $\quad 5 < y < 15$ ok

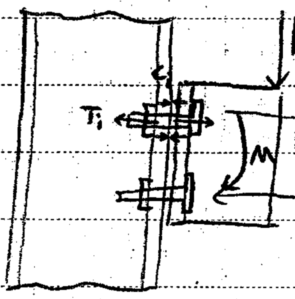
دورترین پیچ کششی $c = d - y - \frac{P}{2} = 60 - 11 - 5 = 44$ cm $\rightarrow 4500 = \frac{M\times44}{36143} \rightarrow$

$M = 37\times10^5$ kg.cm $= 37$ ton.m

۲) برش + ممان : (در پیچ : برش + کشش)

اتصال اصطکاکی : کشش اولیه در پیچ وجود دارد.

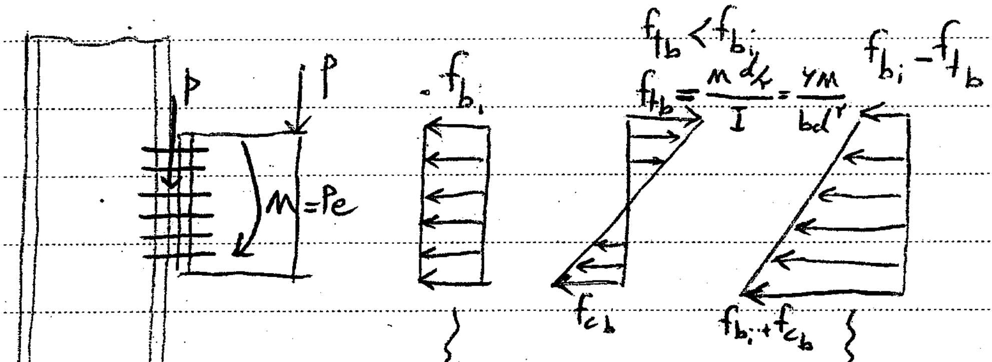
ثابت شده است که نیروهای کششی که به اتصال وارد می‌شود موجب کاهش فشردگی سطوح تماس (که از قبل توسط نیروی پیش تنیدگی اولیه به هم فشرده شده‌اند) می‌شوند و همیشه این نیروها در سطح طراحی کمتر از نیروی فشردگی سطوح تماس هستند. لذا هیچ وقت سطوح تماس از هم فاصله یا باز نمی‌شوند و مقداری فشردگی در سطوح تماس اتصال اصطکاکی باقی می‌ماند.



این نیروی کششی وارد شده به اتصال ابتدا باید C_i را کم کند و روی T_i (نیروی موجود در پیچ) تأثیری ندارد و باید C_i را مستهلک کند تا از این پس بتواند در T_i تأثیر بگذارد. البته این نیروی کششی همواره کمتر از C_i است

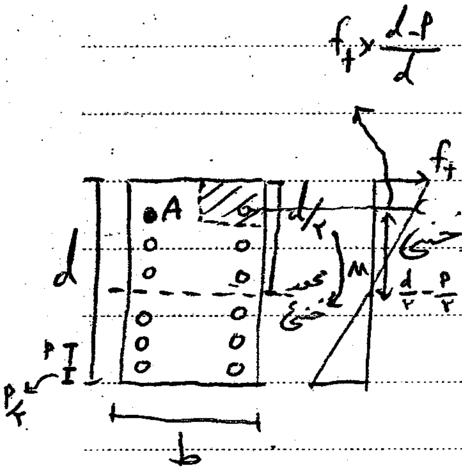
⟸ در اتصالات اصطکاکی در مقادیر نیروهای سطح طراحی ← سطوح اتصال همیشه با هم تماس دارند و از هم فاصله نمی‌گیرند.

www.vepub.com
Publish Your Mind


P
P
M = Pe
f_{b_i}
$f_{tb} < f_{b_i}$
$f_{tb} = \frac{M\,d/2}{I} = \frac{6M}{bd^2}$
f_{cb}
$f_{b_i} - f_{tb}$
$f_{b_i} + f_{cb}$

تنش فشردگی سطوح ناشی از پیش تنیدگی اولیه پیچ ها

سطوح همیشه به هم فشرده باقی می ماند
(نیروی داخلی پیچ عوض نمی شود)


$f_t \times \frac{d-P}{d}$
f_t
A
d/2
محور خنثی
M
$\frac{d}{2} - \frac{P}{2}$
d
P
P/2
b

ببین فرمول ها براساس فلسفی سطوح پر نوشته می شود

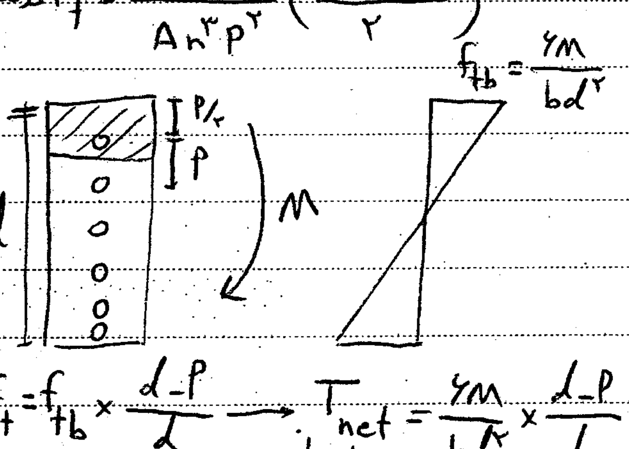
مرکز هندسی = ممان اول سطح = محور خنثی

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

$d = nP$ (تعداد پیچ های یک لنگه = n) m = تعداد ستون پیچ = 1

ممان وارد بر یک ستون پیچ

f_t در دورترین پیچ بحرانی $= \frac{12M}{An^3P^2}\left(\frac{P(n-1)}{2}\right)$


$f_{tb} = \frac{6M}{bd^2}$
P/2
P
d
M

پیچ بحرانی $f_t = f_{tb} \times \frac{d-P}{d} \longrightarrow \underset{\text{مقطع بحرانی}}{T_{net}} = \frac{6M}{bd^2} \times \frac{d-P}{d} \times bP$

پیچ بحرانی $f_t = \frac{T_{net}}{A} = \frac{6M}{bd^2} \times \frac{d-P}{d} \times bP \times \frac{1}{A}$

Subject

Date

برای یک ستون پیچ

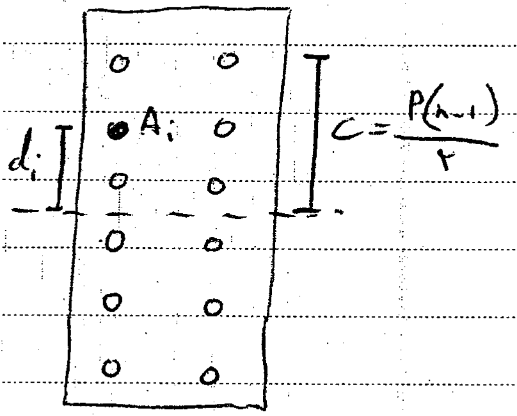
$$f_t = \frac{۱۲M}{A n^۳ p^۲}\left(\frac{P(n-1)}{۲}\right)$$

$$n = \sqrt{\frac{۶M}{\underbrace{(Af_t)}_{R}P}\left(\frac{n-1}{n}\right)}$$

$R = Af_t$ مقاومت کششی پیچ

پیچ بحرانی $f_t = \frac{Mc}{I} = \frac{Mc}{\Sigma A_i^۲ d_i^۲}$

براساس سطوح پیچ



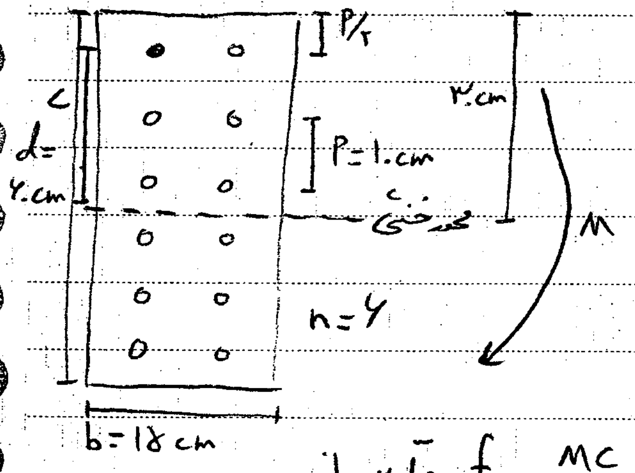
یعنی با سطح پیچ می‌شود فقط محل محور خنثی در وسط و I فقط با سطح پیچ حساب شود.

مثال قبل: اتصال اصطکاکی

M22

A325 $F_u = ۸۰۰۰ \ kg/cm^۲$

ظرفیت خمشی طراحی اتصال



$$c = \frac{P(n-1)}{۲} = \frac{۱۰(۶-1)}{۲} = ۲۵$$

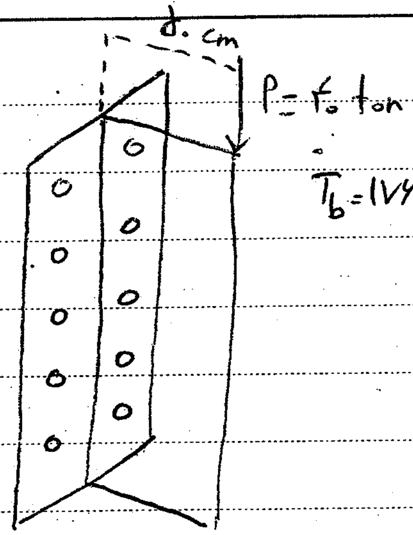
در محل پیچ بحرانی $f_t = \frac{Mc}{I} = \frac{Mc}{\Sigma A_i d_i^۲}$

$$I = \Sigma A_i d_i^۲ = ۳٫۸ \times ۴\left[۵^۲ + ۱۵^۲ + ۲۵^۲\right] = ۱۳۳۰۰ \ cm^۴$$

$$\phi F_{nt} = ۰٫۷۵(۰٫۷۵ \times F_u)_b = ۴۵۰۰ \ kg/cm^۲$$

$$۴۵۰۰ = \frac{M \times ۲۵}{۱۳۳۰۰} \longrightarrow M = ۲۳٫۹۴ \times ۱۰^۵ \ kg.cm = ۲۳٫۹۴ \ t.m$$

کمتر از مثال قبلی که در حالت اتکایی (۳۷ t.m)



مثال: $F_u = ۸۰۰۰ \; kg/cm^{۲}$ A325 M22

$T_b = ۱۷۶ \; kN$ طبق جدول

سوراخ استاندارد – سوراخ کلاس A

دندانه‌ها خارج از سطح برش پیچ

مطلوبست طراحی اتصال: الف) اصطکاکی ب) اتکائی
(تعداد پیچ‌ها)

$V = P = ۴۰۰۰۰ \; kg$

$M = Pe = \overset{ton}{۴۰} \times \overset{m}{۰/۵} = ۲۰ \; t.m = ۲ \times ۱۰^{۶} \; kg.cm$

الف) اصطکاکی ← اندرکنش برش و کشش فقط در تحمل برشی اثرگذار است.

$\phi F_{nt} = ۰/۷۵ (۰/۷۵ F_u) = ۴۵۰۰ \; kg/cm^{۲}$

$$n = \sqrt{\frac{۶M}{A f_t P} \underbrace{\left(\frac{n-1}{n}\right)}_{\simeq ۱}} \simeq \sqrt{\frac{۶M}{A f_t P}} = \sqrt{\frac{۶ \times \frac{۲۰ \times ۱۰^{۶}}{۲}}{۳/۸ \times ۴۵۰۰ \times \underset{\text{فرض}}{۱۰}}} = ۵/۹$$

یک ستون پیچ

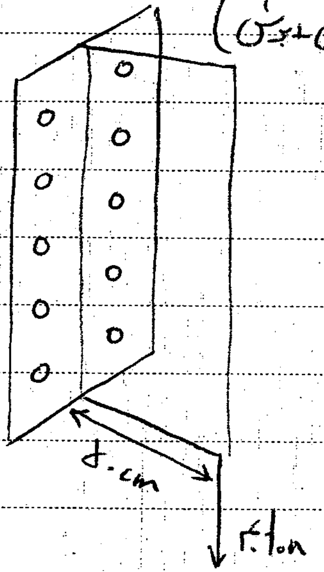
تعداد پیچ‌ها در یک ستون

$$\text{مقاومت برشی} = \phi R_{nv} = \phi \mu D_u h_f T_b n_s = ۱ \times ۰/۳ \times ۱/۱۳ \times ۱ \times \frac{۱۷۶}{۹/۸۱} \times ۱۰۰۰ = ۶۰۸۲ \; kg$$

$$\text{برش موجود} = \frac{P}{۲ \times ۶}$$

جلسه ششم: ۹۳/۱۲/۱۷

مثال: مطلوبست طراحی اتصال نشان داده شده (ممان + برش ← کشش در پیچ + برش)



الف) اتصال اصطکاکی

M22 A325 $F_u=۸۰۰۰\ kg/cm^۲$ A کلاس

$\downarrow$

$T_b=۱۷۴kN$

ب) اتصال اتکایی (دندانه ها خارج از صفحه برش) و سوراخ استاندارد

الف) اتصال اصطکاکی

$V=۴۰۰۰۰\ kg$

$M=۴۰\times۰/۵=۲۰\ ton.m=۲۰\times۱۰^۵\ kg.cm$

رابطه تقریبی تعداد پیچ های یک ردیف زمانی که فقط ممان وجود داشته باشد

$$n=\sqrt{\frac{۶M}{R_t P}}$$

یک ستون پیچ (۱۰×۱۰^۵)

عرض $P=۱۰cm$

حداکثر ظرفیت کششی پیچ $=\phi F_{nt}A=۰/۷۵\times۰/۷۵F_u\times۳/۸=۱۷۱۰۰\ kg$

$$n=\sqrt{\frac{۶\times\frac{۲۰\times۱۰^۵}{۲}}{۱۷۱۰۰\times۱۰}}=۵/۹۲$$

تعداد پیچ لازم برای کشش در یک ستون پیچ

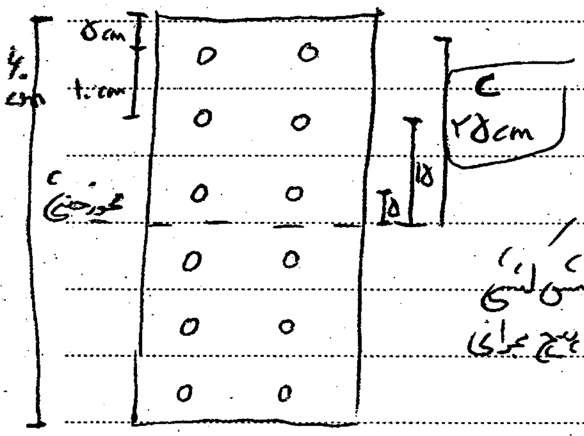
$$\phi R_{nv}=\phi\mu D_u h_f T_b n_s=۱\times۰/۳\times۱/۱۳\times۱\times\frac{۱۷۴\times۱۰۰۰}{۹/۸۱}\times۱=۶۰۱۲\ kg$$

PAPCO

تعداد پیچ لازم برای برش در یک ستون پیچ $= \dfrac{۴۰۰۰۰/۲}{۶۰۸۲} = ۳٫۲۹$

تعداد تقریبی پیچ در یک ستون $n = \sqrt{(۵٫۹۲)^۲ + (۳٫۲۹)^۲} = ۶٫۸ \longrightarrow$ use 2x6 M22

کنترل دقیق تنش:



$I = \Sigma A d_i^۲ = ۴\overset{۳٫۸}{A}(۵^۲ + ۱۵^۲ + ۲۵^۲) = ۱۳۳۰۰\ cm^۴$

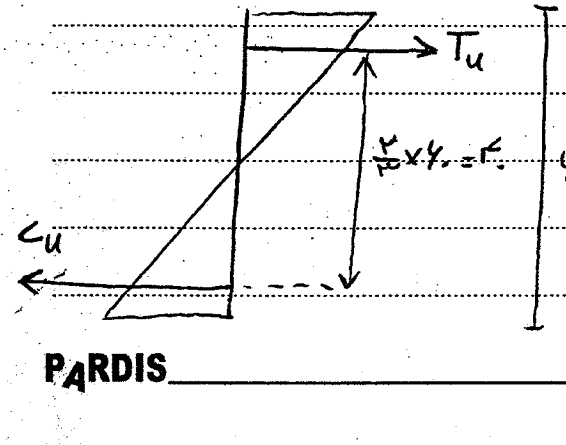
تنش کششی پیچ بحرانی $\sigma = f_{ut} = \dfrac{MC}{I} = \dfrac{۲۰ \times ۱۰^۵ \times ۲۵}{۱۳۳۰۰} = ۳۷۵۹\ kg/cm^۲$

$f_{uv} =$ تنش برشی $= \dfrac{۴۰۰۰۰}{۱۲ \times ۳٫۸} = ۸۷۷\ kg/cm^۲$

$\phi F_{nt} = ۰٫۷۵ \times ۰٫۷۵ \times \overset{۸۰۰۰}{F_u} = ۴۵۰۰\ kg/cm^۲ \geq f_{ut} = ۳۷۵۹$ ok

$\underbrace{\phi F_{nv}}_{\text{معادل سازی ظرفیت تنش طراحی برای یک پیچ برشی}} = \dfrac{\phi R_{nv}}{A} \times k_{sc} = \dfrac{۶۰۸۲}{۳٫۸} \times ۰٫۵۹ = ۹۴۴\ kg/cm^۲ \geq f_{uv} = ۸۷۷$ ok

$k_{sc} = ۱ - \dfrac{T_u}{D_u T_b \underbrace{n_b}_{\text{تعداد پیچ در منطقه کششی}}} = ۱ - \dfrac{۵۰۰۰۰}{۱٫۱۳ \times \frac{۱۷۷}{۹٫۸۱} \times ۱۰۰۰ \times ۶} = ۰٫۵۹$



$T_u = \dfrac{M_u}{۴۰} = \dfrac{۲۰ \times ۱۰^۵}{۴۰} = ۵۰۰۰۰\ kg$

ب) اتصال اتکایی

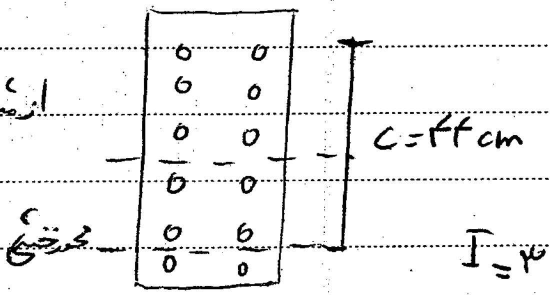
$F_{nt} = ۰٫۷۵ F_u = ۰٫۷۵ \times ۸۰۰۰ = ۶۰۰۰ \ kg/cm^۲$

$F_{nv} = ۰٫۵۵ F_u = ۰٫۵۵ \times ۸۰۰۰ = ۴۴۰۰ \ kg/cm^۲$

فرض با همان تعداد اصطکاکی کنترل کنیم: (چون آن تعداد پیچ‌های اصطکاکی جواب داد قطعاً برای اتکایی جواب می‌دهد حالا
اگر ظرفیت خیلی بیشتر از اندازه شد تعداد را کم می‌کنیم)

$f_{uv} = ۸۷۷ \ kg/cm^۲$

$f_{ut} = ? \longrightarrow$ از مثال اتکایی ص ۳۴ آن را دارم



$I = ۳۶۱۴۳ \ cm^۴$

$f_{ut} = \frac{Mc}{I} = \frac{۲۰ \times ۱۰^۵ \times ۴۴}{۳۶۱۴۳} = ۲۴۳۵ \ kg/cm^۲$

$\frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} = \frac{۸۷۷}{۰٫۷۵ \times ۴۴۰۰} = ۰٫۲۷ < ۰٫۳ \longrightarrow$ نیازی به کنترل فرمول اندرکنش نیست

$f_{uv} \leq \phi F_{nv} \quad ۸۷۷ \leq \phi F_{nv} = ۰٫۷۵ \times ۴۴۰۰$ ok

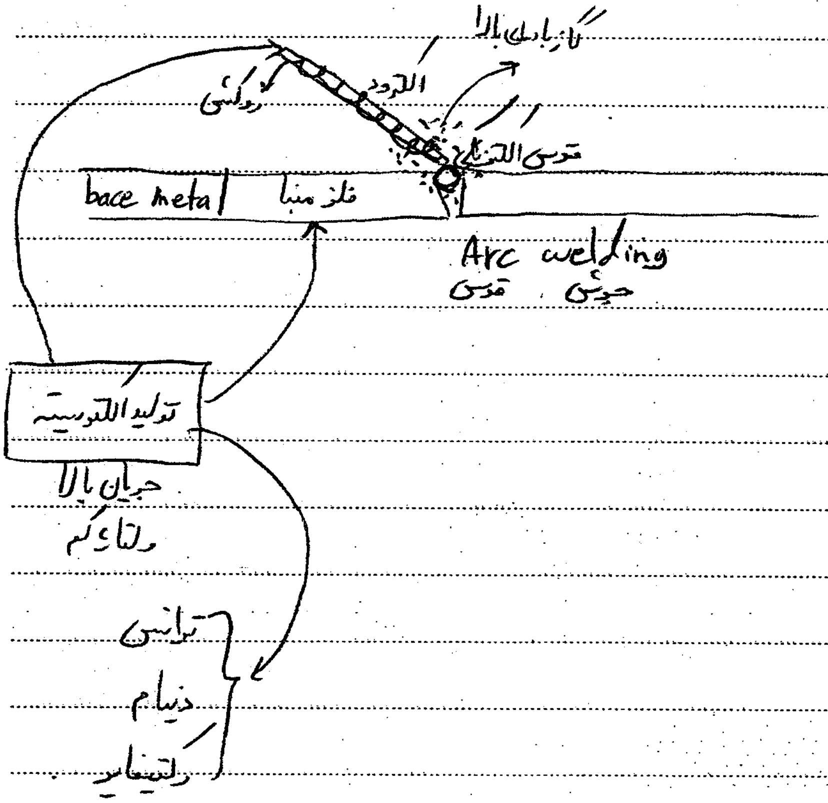
$f_{ut} \leq \phi F_{nt} \quad ۲۴۳۵ \leq ۰٫۷۵ \times ۶۰۰۰ = ۴۵۰۰$ ok

به خاطر فاصله زیاد ایمنی می‌توان تعداد پیچ ها را کم کرد

$\frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} = \frac{۲۴۳۵}{۴۵۰۰} = ۰٫۵۴$

جوش:

اتصال یکپارچه ← اگر جوش درست اجرا شود از فلز دو قطعه طرفین اتصال محکم‌تر است


گازهای بالا
روکش
الکترود
قوس الکتریکی
base metal
فلز مبنا
Arc welding
جوش قوسی
تولید الکتریسیته
جریان بالا
ولتاژ کم
ترانس
دینام
رکتیفایر

روکش
- ایجاد گاز
- امتزاج جوش
- گل جوش

جوش باید بدون ترک باشد

جوش
- سبک
- اقتصادی
- سرعت بالا
- عدم سوراخ کردن صفحات اتصال

جوشکاری با قوس الکتریکی با الکترود روکش‌دار Shielded Metal Arc Welding = SMAW

کربن فولاد ↑ → ↓ جوش‌پذیری

استاندارد فولاد ← DIN

استاندارد الکترود ← AWS (american welding society)

E 6013 → الکترود

E7013
E8013 پرکاربردترین

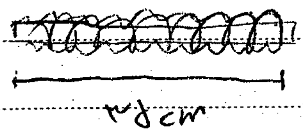
$F_u = 60\ ksi = 60 \times 70 = 4200\ kg/cm^2$

حالات جوشکاری
- ۱ همه حالات
- ۲ افقی و مسطح
- ۳ مسطح
- ۴ همه حالات به جز عمودی (سربالا)

نوع جریان + نوع روکش
- ۰ DCRP (Pole قطب، Reverse معکوس)
- ۱ AC و DC(+)
- ۲ AC و DC(-)
- ۳ و ۴ روتیلی (TiO_2)
- ۸ قلیایی

نوع روکش

Subject :
Year .   Month .   Date .   ( )



I قطر = ۲، ۲٫۵، ۳، ۴، ۴٫۵

روش های دیگر جوشکاری :

SAW = submerged Arc Welding جوش قوس الکتریکی زیر پودری

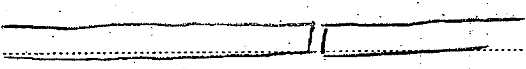
= جوش اتوماتیک

GMAW = Gas Metal Arc Welding جوش قوس الکتریکی تحت حفاظ گاز

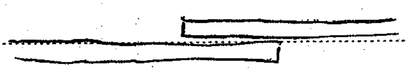
FCAW = Flax Cored - - - جوش قوس الکتریکی با الکترود توپودری

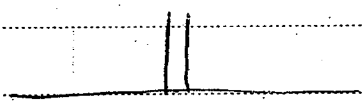
انواع اتصال :

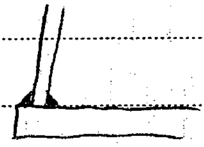
۱) لب به لب (Butt) ← ضخامت ها نسبتاً یکسان



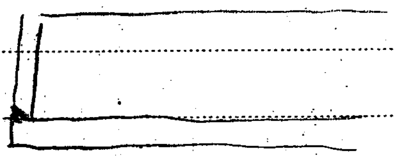
۲) پوششی یا روی هم (Lap) ← ساده و سریع





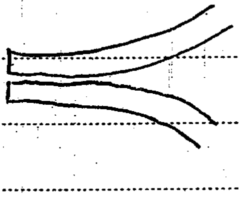


۳) سپری (Tee)



۴) گونیا (corner)

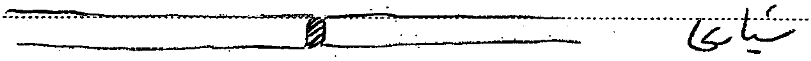
۵) پیشانی (Edge)

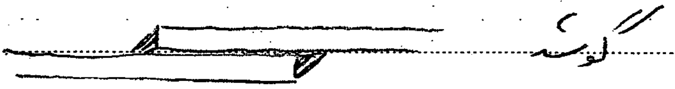


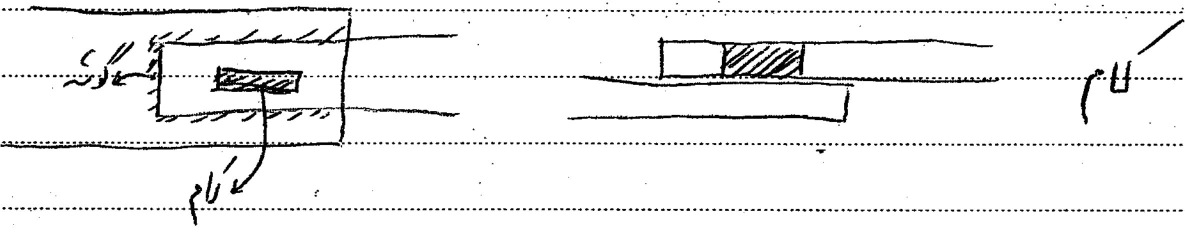
PARDIS

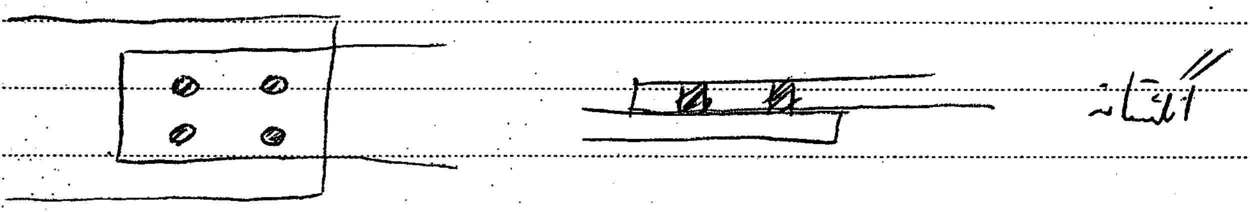
انواع جوش:

		استفاده نسبی در ساختمان
جوش شیاری	Groove	٪۱۵
جوش گوشه	Fillet	٪۸۰
جوش کام	slot	٪۵
جوش انگشتانه	plug	

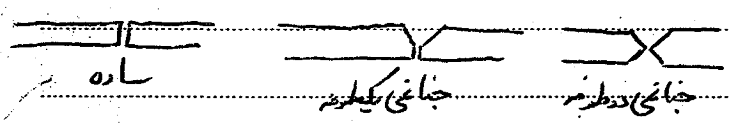


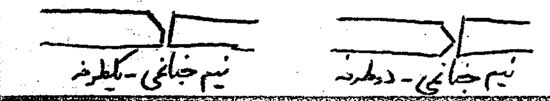


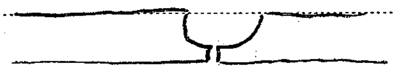

گوشه
کام
کام



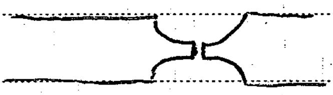
شیاری ← نیاز به پرداخت لبه دارد


ساده
جناغی یکطرفه
جناغی دوطرفه

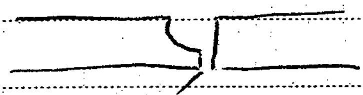

نیم جناغی - یکطرفه
نیم جناغی - دوطرفه



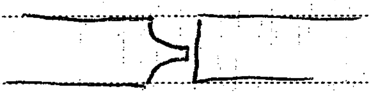
لاله‌ای یکطرفه



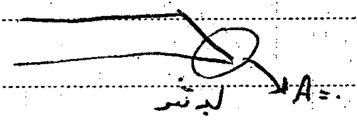
لاله‌ای دوطرفه



نیم لاله‌ای - یکطرفه



نیم لاله‌ای - دوطرفه

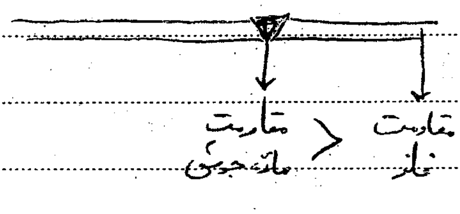


→ گرادیان حرارتی = $\frac{\text{مقدار حرارت}}{\text{سطح}} = \infty$ → ذوب می‌شود

جلسه هفتم: ۹۴/۱/۱۶

- جوش شیاری با نفوذ کامل: complete Joint penetration Groove Weld

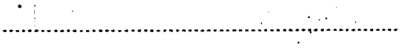
- محاسبه لازم ندارد، مقاومت سمت جوش بیشتر از قطعه می‌باشد



مقاومت مادهٔ جوش
>
مقاومت فلز

- جوش شیاری با نفوذ نسبی: Partial Joint Penetration Groove Weld

- معمولاً نباید استفاده شود

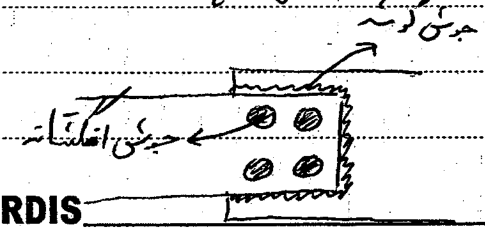


کل درز پر شود

- جوش کام و انگشتانه:

- طول جوش گوشه کافی نباشد

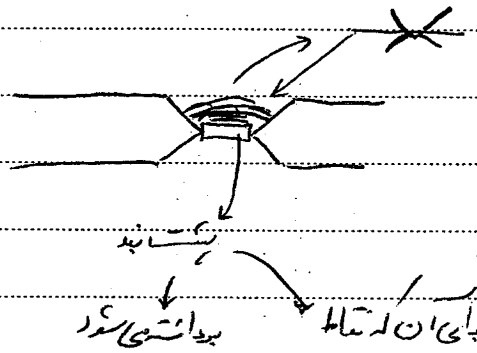
- جلوگیری از کمانش موضعی ورق

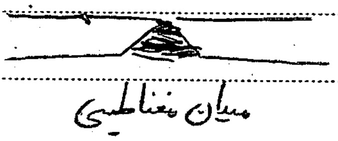


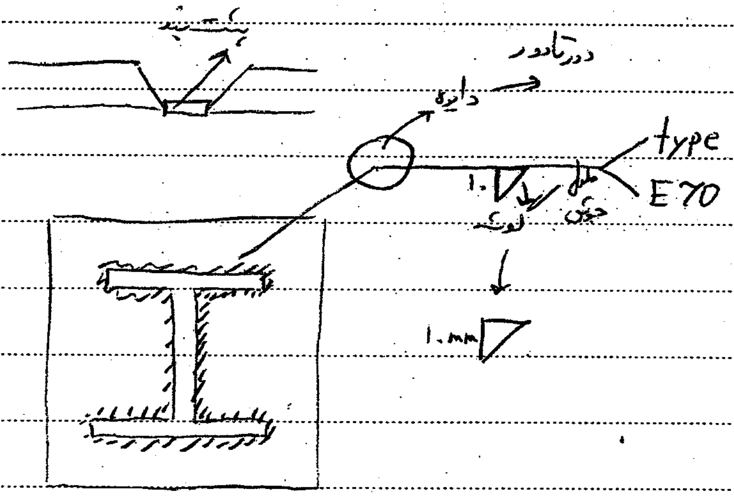
جوش گوشه
جوش انگشتانه

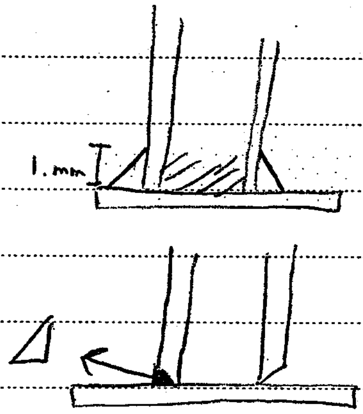
عواملی که در کیفیت جوش مؤثرند

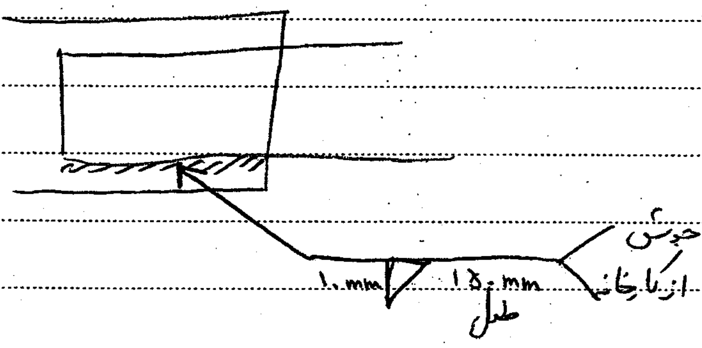
- الکترود مناسب
- وسایل جوشکاری
- روش های کار


پشت بند
برداشته می شود
برای آن که تماما تیز شوند

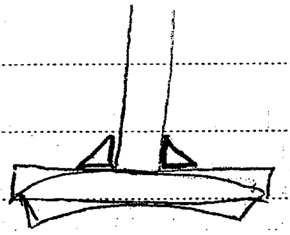

میدان مغناطیسی

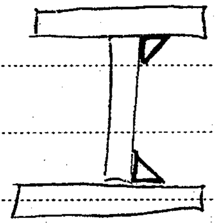

پشت بند
دور تا دور
دایره
type
E70
۱۰
طول جوش
نوع
۱۰mm

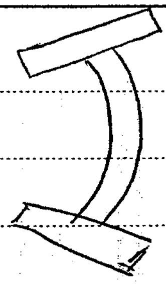



۱۰mm
۱۵۰mm
طول
جوش
از کارخانه

کنترل تغییر شکل :



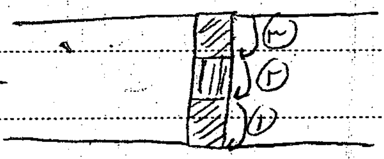




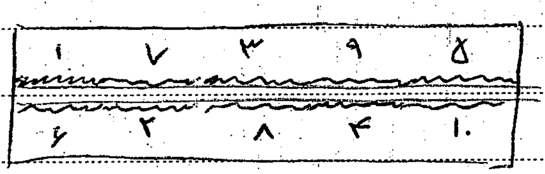
به وسیله

- ثابت کننده

- نحوه جوشکاری



که گام به گام جوش می دهیم

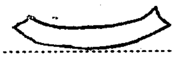


- استفاده از حداقل فلز جوش

- نوع لبه‌ها

- استفاده از خال جوش (مثل کوک در خیاطی است)

- پیش تاب



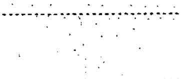
معایب احتمالی جوش :

۱) ذوب ناقص

۲) نفوذ ناکافی

۳) تخلخل

۴) گودافتادگی ←



۵) تداخل سرباره و گل جوشکاری

۶) ترک ← به خاطر سرد شدن سریع زمستان ← اگر ترک داشته باشیم باید جوش را دوباره انجام دهیم

بازرسی و کنترل : ۱) قبل از جوشکاری

۲) حین جوشکاری ← باد نباشد، سرعت دست جوشکار خوب باشد

دستورالعمل جوشکاری
WPS

۳) پس از جوشکاری ← باید اجازه دهیم آرام‌تر سرد شود و ترک نداشته باشد

عنوان آزمایش غیرمخرب جوش :

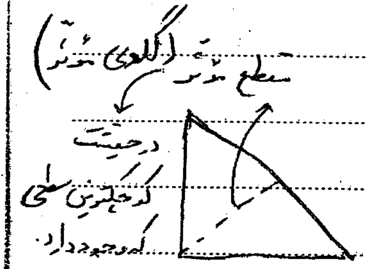
Visual test (VT) چشمی

Radiography test (RT) پرتونگاری

Ultrasonic --- (UT) فراصوت

Penetration --- (PT) رنگ نافذ

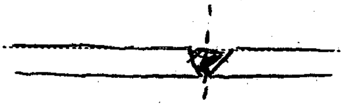
سطح مقطع مؤثر جوش :


(گلوی مؤثر)
سطح مؤثر
در حقیقت کوچکترین سطحی که وجود دارد.

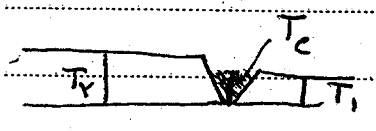
- تنش برروی سطح مقطع مؤثر عمل می‌کند

- سطح شکست مورد انتظار

① جوش شیاری



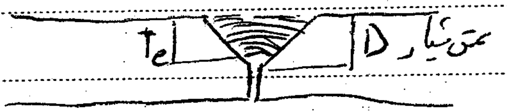
- اتصال کامل ← ضخامت گلوی مؤثر برابر ضخامت قطعه نازک‌تر است.



$T_1 < T_2 \rightarrow T_e = T_1$

Subject :
Year . Month . Date . ( )

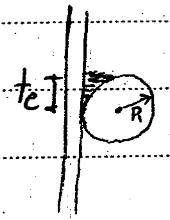
- بانفوذنبی ←



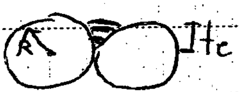
$t_e = D - ۳mm$

استفاده از جوش شیاری بانفوذنسبی برای بارگذاری متناوب (اثرخستگی) مجاز نیست

- شیاری در سطح محدب (بانفوذنبی)



$t_e = ۰٫۳R$



$t_e = ۰٫۵R$

حداکثر اندازه جوش شیاری بانفوذنسبی = ضخامت قطعه نازکتر

حداقل اندازه جوش شیاری بانفوذنبی = براساس قطعه با ضخامت نازکتر

جدول ۱۰-۲-۹-۱ مبحث ۱۰ ← برای مثال

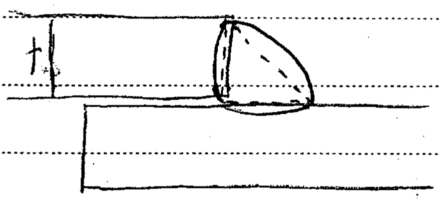
حداقل ضخامت مؤثر جوش بانفوذنبی	قطعه نازکتر (mm)
۳	≤۶
۵	۶< ≤۱۲
۶	۱۲< ≤۲۰

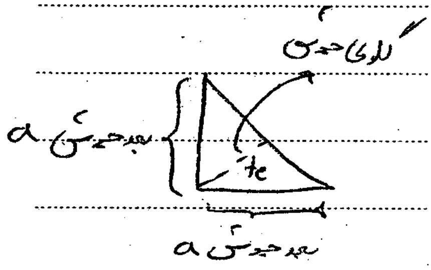
براساس یک پاس جوش

برای قطعات بزرگتر از ۴۰mm
↓
شرایط خاص

PARDIS

② جوش گوشه





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

★ حداکثر بعد جوش گوشه:

$t \leq 6mm \longrightarrow a_{max} = t$

$t > 6mm \longrightarrow a_{max} = t - 2mm \longrightarrow$ چون ورق نازک است ممکن است ذوب یا سوراخ شود.

★ حداقل بعد جوش گوشه ← جدول ۱۰-۲-۹-۲
(جهت ذوب کامل)

ضخامت قطعه نازکتر (mm)	حداقل بعد جوش گوشه با یک بار عبور (mm)
≤ 6	۳
$6 < \ \leq 12$	۵
$12 < \ \leq 20$	۶
> 20	۸

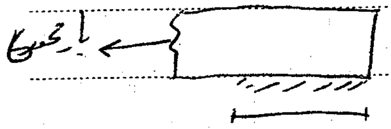
نمی‌توان به جای ۱ بار عبور 6mm
۲ بار عبور 3mm داشته باشیم.
چون ۲ بار 3mm نمی‌تواند
فلز را ممزوج کند یعنی فقط
موجب ابعاد جوش بیشتر و موجب ذوب
شدن فلز هم هست

اگر کمتر از این مقادیر بخواهیم بگیریم باید
پیش گرمایش داشته باشیم.

در سازه‌های با بار دینامیکی ← حداقل بعد جوش 5 mm

~~جوش گوشه~~ -

★ طول مؤثر جوش گوشه:



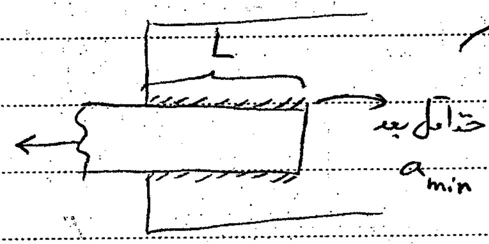
$L \le ۱۰۰a$

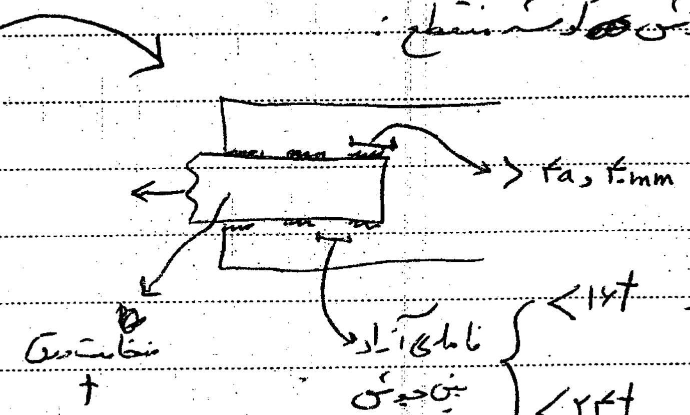
$L > ۱۰۰a \longrightarrow \underset{\text{طول مؤثر جوش}}{L_e} = \beta L$

$$\beta = ۱.۲ - ۰.۰۰۲\left(\frac{L}{a}\right) \le ۱$$

$\frac{L}{a} > ۳۰۰ \longrightarrow L_e = ۱۸۰a$

- جوش گوشه منقطع:


L
حداقل بعد
a_{min}


$> ۴a , ۴۰mm$
ضخامت ورق
t
فاصله‌ی آزاد
بین جوش

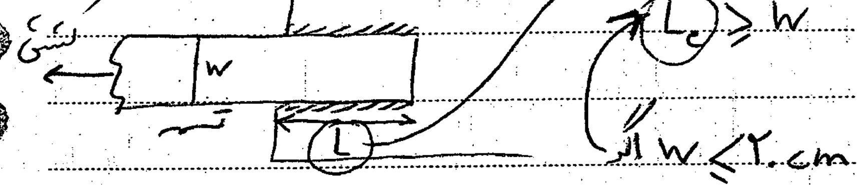
نیرو فشار $< ۱۶t$

کششی $< ۲۴t$

ساق جوش باید حداقل بیش از
نیروی وارده

★ حداقل طول جوش گوشه:

$L_e \ge ۴a$

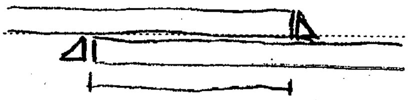

کششی
W
تسمه
L

طول جوش در هر طرف

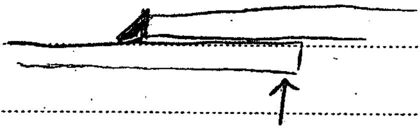
$L_e \ge W$

اگر $W \le ۲۰cm$

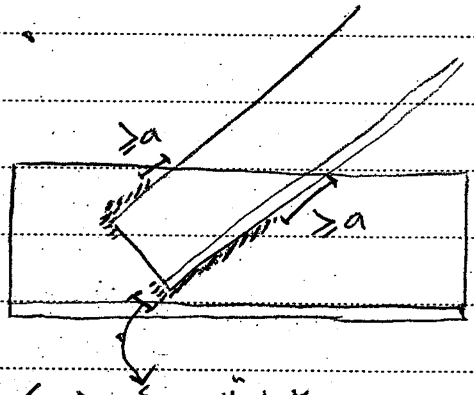
www.vepub.com
Publish Your Mind



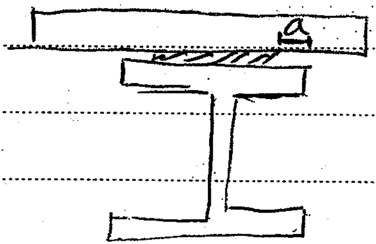
طول هم‌پوشانی $\geq 5\times$ ضخامت قطعه نازکتر ≥ 25 mm

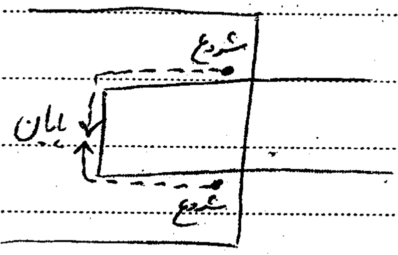


www.vepub.com
Publish Your Mind



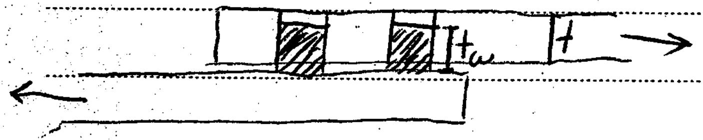
۴a ≥ طول جوش ≥ ۲a




شروع
پایان
شروع

③ جوش کام و انگشتانه

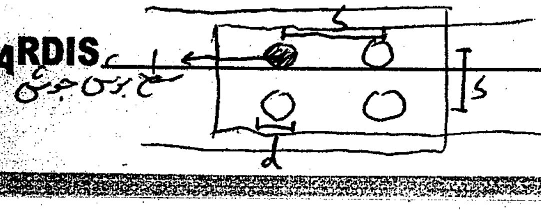
سطح اسمی جوش = مساحت مؤثر در صفحه برش



★ $t \leq 16\text{ mm} \rightarrow t_w = t$

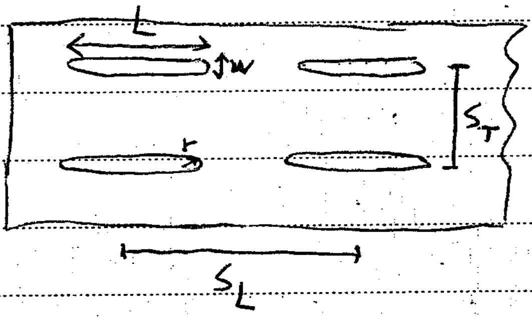
$t > 16\text{ mm} \rightarrow t_w \geq \frac{1}{2}t\ ,\ 16\text{ mm}$

PARDIS


سطح برش جوش
s
s
d

★ $s \geq 4d$

$d \geq t + 8\text{ mm}$ $d < 2.25t$ یا $t + 11\text{ mm}$



$L \leqslant ۱۰t$

$w \geqslant t+۸$

$w \leqslant ۲٫۲۵t$

$S_T \geqslant ۴w$

$S_L \geqslant ۲L$

$r \geqslant t$

جلسه هشتم: ۹۴٫۱٫۲۳

مقاومت جوش:

ϕR_n = مقاومت طراحی جوش

ϕ = ضریب کاهش مقاومت

تنش اسمی فلز پایه (کششی یا برشی)

سطح مقطع فلز پایه

R_n = مقاومت اسمی جوش = min $\begin{cases} F_{n_{BM}} A_{BM} & \text{فلز پایه} \\ \beta F_{n_W} A_{we} & \text{فلز جوش} \end{cases}$

Base metal

ضریب بازرسی جوش (کیفیت جوشکاری برحسب نوع اجرای نظارت)

تنش اسمی فلز جوش

سطح مقطع مؤثر جوش

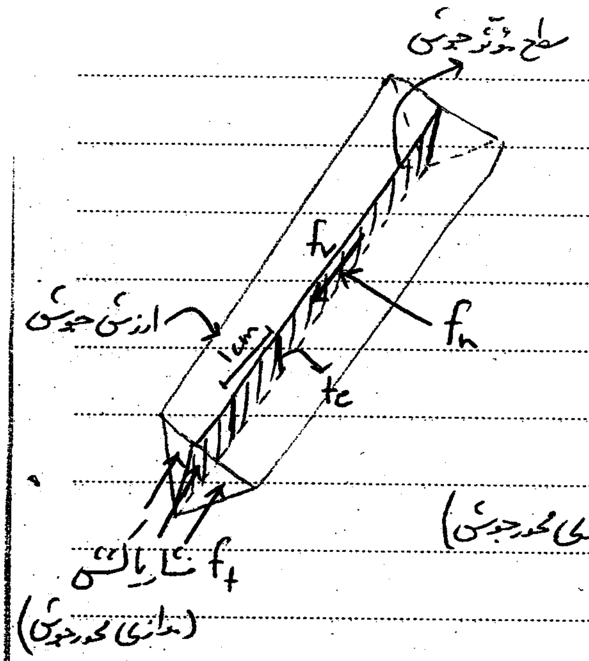
بهترین حالت

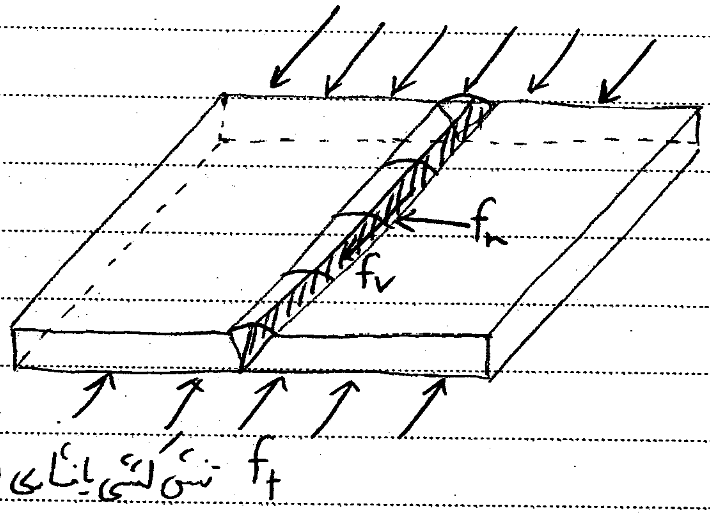
– درصورت آزمایش غیرمخرب مثل UT و RT : $\beta = 1$

– درصورت جوش در کارخانه (با شرایط مشابه) و بازرسی چشمی جوش توسط بازرس ذیصلاح $\beta = ۰٫۸۵$

– درصورت جوش در محل و بازرسی چشمی توسط بازرس ذیصلاح $\beta = ۰٫۷۵$

PARDIS


سطح مؤثر جوش
f_v
f_n
ارزش جوش
1cm
t_e
فشار یا کشش f_t
(موازی محور جوش)


f_n
f_v
f_t تنش کششی یا فشاری (موازی محور جوش)

- جوش شیاری با نفوذ کامل و لبه‌ی آماده شده ← مقاومت براساس فلز پایه

ϕ براساس نوع مقاومت فلز پایه

- جوش گوشه

- برش در سطح مؤثر ← { براساس فلز پایه ← مقاومت برشی و ϕ مربوط
براساس فلز جوش ← $\phi=0.75$ و $F_{nw}=0.6F_{uE}$ (الکترود) }

- کشش یا فشار موازی محور جوش ← براساس فلز پایه

- جوش انگشتانه و کام

- برش موازی سطح برش شونده روی سطح مؤثر ← { براساس فلز پایه ← مقاومت برشی و ϕ مربوط
براساس فلز جوش ← $\phi=0.75$ و $F_{nw}=0.6F_{uE}$ }

الکترود سازگار با فلز پایه → $F_{ue} \geq F_u$ فلز پایه

نوع الکترود	F_{ue}	F_y فلز پایه
E60	۴۲۰ MPa	$t \leq$ ۱۵mm و $\leq$ ۳۰۰ MPa
E70	۴۹۰	
E70	۴۹۰	$t >$ ۱۵ و $>$ ۳۰۰ MPa
E70	۴۹۰	۳۰۰ $<$ $<$ ۳۸۰
E80	۵۶۰	۳۸۰ $<$ $<$ ۴۶۰

$$F_{ue} = \underset{\substack{\downarrow \\ Ksi}}{۸۰} \times ۷ = ۵۶۰ \text{ MPa}$$

$$\boxed{Ksi \xrightarrow{\times ۷} MPa \xrightarrow{\times ۱۰} \frac{kg}{cm^2}}$$

پیش گرمایش ← نیمرخ های نوردشده سنگین ← ۱۰-۲-۹-۲-۸

ارزش جوش:

ارزش جوش = R_w = تنش طراحی × گلوی موثر = مقاومت طراحی جوش با ضخامت گلوی t_e و طول یک سانتی متر

$$R_w = \phi R_{nw} = \phi \beta F_{nw} \underbrace{t_e \times 1}_{\text{سطح مقطع موثر}} \quad \left(\frac{kg}{cm}\right)$$

برای جوش گوشه: $R_w = ۰٫۷۵\beta(۰٫۶F_{ue})۰٫۷۰۷a$

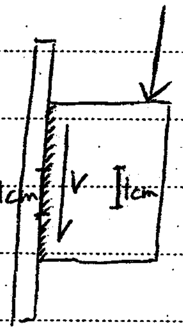
مثال: E60 ، $F_{ue} = ۴۲۰ \text{ MPa} = ۴۲۰۰ \frac{kg}{cm^2}$ ، $\boxed{\beta = ۰٫۷۵ \text{ جوش دستی}}$

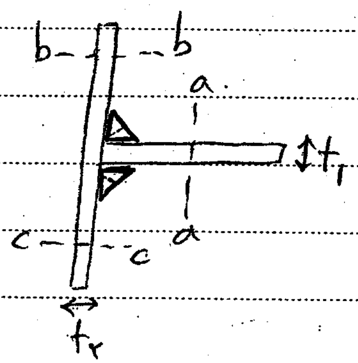
PARDIS

$R_w = ۰٫۷۵ \times ۰٫۷۵ \times (۰٫۶ \times ۴۲۰۰) \times ۰٫۷۰۷a = ۱۰۰۲a \simeq \underline{۱۰۰۰a \ \mathrm{kg/cm}}$ یادباشیم

$a = ۱۲\mathrm{mm} \longrightarrow R_w = ۱۰۰۰ \times ۱٫۲ = ۱۲۰۰ \ \mathrm{kg/cm}$

حداکثر اندازه مؤثر جوش: (محاسباتی)





الف) گسیختگی برشی در ورق ① (a-a) $\phi(۰٫۶F_y)t_1 \times ۱ = ۰٫۹ \times ۰٫۶ F_y t_1$ = مقاومت یک سانتی‌متر

ب) گسیختگی برشی در جوش $۲(۰٫۷۵\beta \ ۰٫۶F_{ue} \ ۰٫۷۰۷a)$ = مقاومت یک سانتی‌متر

ج) گسیختگی برشی ورق ② (b-b و c-c) $۲ \times ۰٫۹ \times ۰٫۶ F_y t_2$ = مقاومت یک سانتی‌متر

حداکثر اندازه مؤثر جوش $= a_{max,eff}$

① مقاومت ورق = مقاومت جوش $\longrightarrow ۰٫۹ \times ۰٫۶ F_y t_1 = ۲(۰٫۷۵\beta \ ۰٫۶F_{ue} \ ۰٫۷۰۷ a_{max,eff}) \longrightarrow$

$$\boxed{a_{max,eff} = ۰٫۸۴۹ \frac{F_y t_1}{\beta F_{ue}}}$$ جوش دو طرف یک ورق

Subject :

Year . Month . Date . ( )

④ مقاومت برشی = مقاومت جوش $\rightarrow$ $۲\times ۰/۹\times ۰/۶ F_y t_۲ = ۲(۰/۷۵\beta\ ۰/۶F_{ue}\ ۰/۷۰۷ a_{max,eff}$

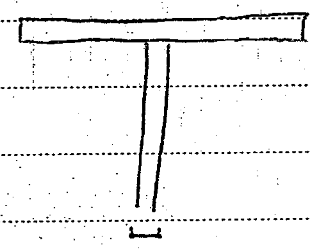
$\rightarrow \boxed{a_{max,eff} = ۱/۷۰\ \frac{F_y t_۲}{\beta F_{ue}}}$ جوش در یک طرف ورق

مثال $\rightarrow$ $E60$, $\beta = ۰/۷۵$, $F_{ue} = ۴۲۰۰$

ورق st-37 $F_y = ۲۴۰۰$

$a_{max,eff} = ۰/۴۵ t_۱$ $\quad$ $a_{max,eff} = ۱/۲۹ t_۲$

مثال: الکترود $E60 \rightarrow F_{ue} = ۴۲۰۰\ kg/cm^۲$



$I\ t_۲ = ۲۰\ mm$, $F_y = ۲۴۰۰$

جوش کارگاهی با بازرسی چشمی $\leftarrow \beta = ۰/۷۵$

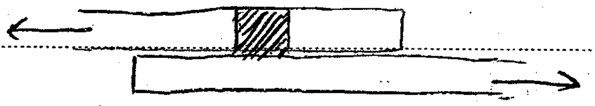
$t_۱ = ۱۰\ mm$, $F_y = ۳۷۰۰\ kg/cm^۲$ $\quad a_{min} = ۸mm \leftarrow$ کنترل بر اساس ضخامت ورق ها از جدول

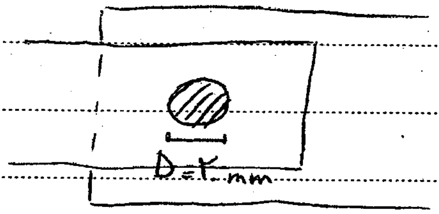
~~$a_{max,eff}$~~ $t_۱$ $\quad a_{max,eff} = ۰/۸۴۹ \frac{F_y t_۱}{\beta F_{ue}} = ۰/۸۴۹ \times \frac{۳۷۰۰\times ۱}{۰/۷۵\times ۴۲۰۰} = ۱/۰۰\ cm$

$t_۲$ $\quad a_{max,eff} = ۱/۷ \frac{F_y t_۲}{\beta F_{ue}} = ۱/۷ \times \frac{۲۴۰۰\times ۲}{۰/۷۵\times ۴۲۰۰} = ۲/۵۹\ cm$

$\Rightarrow a_{max,eff} = min(۱, ۲/۵۹) = ۱\ cm$

مثال: ظرفیت طراحی جوش انگشتانه به قطر ۲۰mm با E60 و β=۰٫۷۵



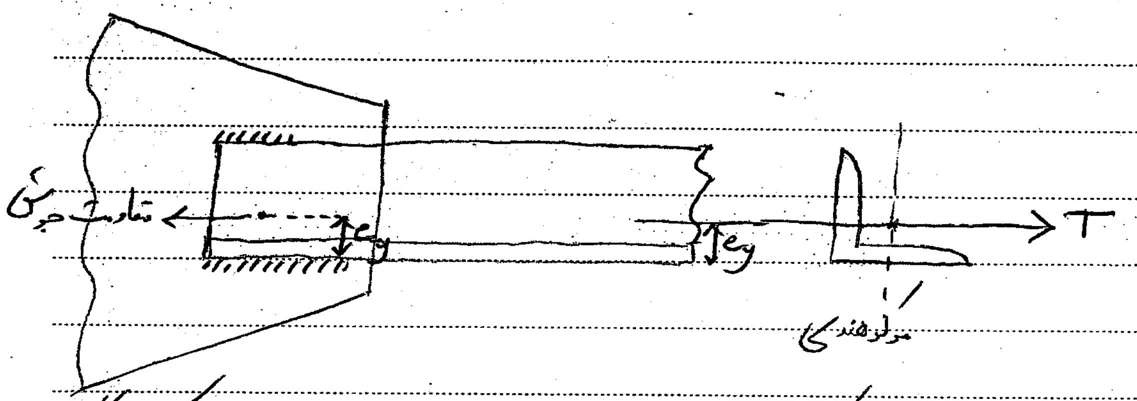


$$\text{سطح مقطع مؤثر جوش} = \frac{\pi D^۲}{۴} = ۳٫۱۴\ cm^۲$$

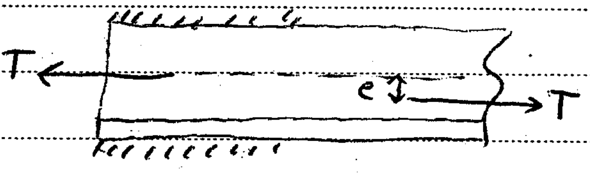
$$\text{ظرفیت طراحی جوش} = \phi R_n = \phi F_{nw} A_w = ۰٫۷۵\left(\beta\, ۰٫۶ F_{ue}\right) A_w$$

$$= ۰٫۷۵\left(۰٫۷۵ \times ۰٫۶ \times ۴۲۰۰\right) \times ۳٫۱۴ = ۴۴۵۱\ kg$$

جوش متعادل:



مرکز هندسی مقاومت جوش را منطبق با مرکز هندسی مقطع قرار دهیم (برای بارهای دینامیکی (خستگی آور) الزامی می باشد)



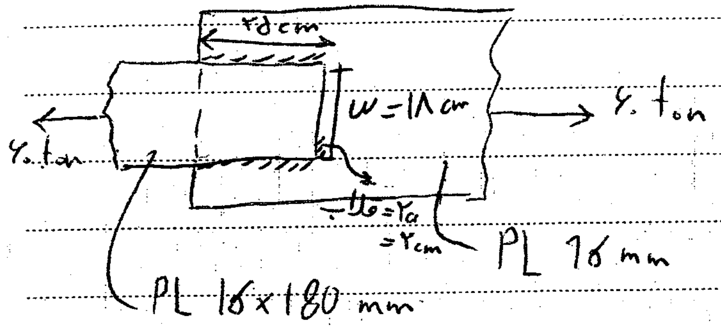
Te = پیچش مزاحم

مثال: - جوش دستی $\beta=۰٫۷۵$

- E60

- اندازه و طول جوش گوشه

- st37 و $F_y=۲۴۰۰\ kg/cm^۲$


۲۵cm
w=18cm
۶۰ ton
۶۰ ton
۲a
=۲cm
PL 16 mm
PL 16x180 mm

- جداول داده شده برای حداقل و حداکثر اندازه جوش گوشه

$\overset{۱۶}{t}$

$t > ۶mm \rightarrow a_{max} = t = ۱۶mm$

$۱۲ < t \leq ۲۰ \rightarrow a_{min} = ۶\ mm$

$\xrightarrow[\text{خودمان انتخاب می‌کنیم}]{use} a = ۱۲mm$

$R_w = 1000a = 1000 \times ۱٫۲ = ۱۲۰۰\ kg/cm \leq$ مقاومت طراحی برشی [illegible] ورق $= \overset{۰٫۹}{\phi} \times ۰٫۶ F_y \times t$ 01

$= ۰٫۹ \times ۰٫۶ \times ۲۴۰۰ \times ۱٫۶ = ۲۰۷۴\ k$

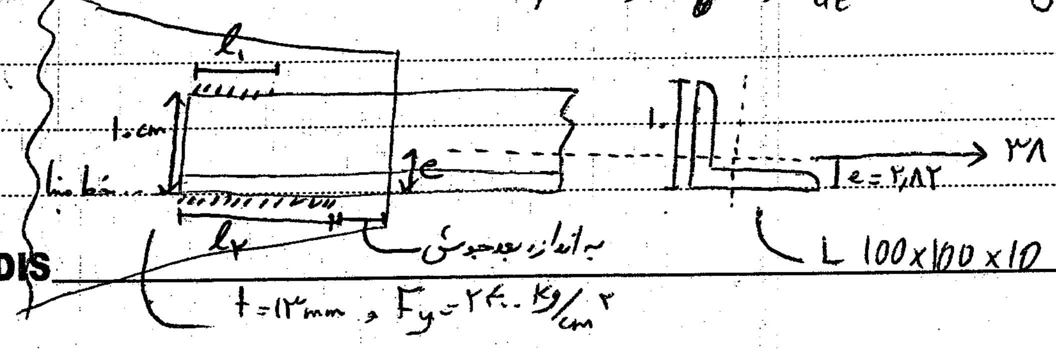
طول جوش

$L_w = \frac{۶۰ \times ۱۰۰۰}{\underset{\hookrightarrow R_w}{۱۲۰۰}} = ۵۰\ cm$

تب $\rightarrow w \leq ۲۰cm \quad \underset{\hookrightarrow ۲۵cm}{L_w} \overset{\text{در هر طرف}}{\geq} w = ۱۸cm$ ok

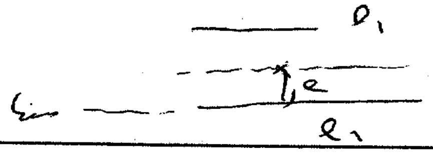
مثال: جوش متعادل و $F_{ue}=۴۲۰۰\ kg/cm^۲$ ، $E60$ ، $\beta=1$

$l_۱$ و $l_۲$؟


l_1
۱۰cm
e
$l_۲$
به اندازه بعد جوش
۱۰
۳۸ ton
e = ۲٫۸۲
L 100x100x10

$t = ۱۳mm$ و $F_y = ۲۴۰۰\ kg/cm^۲$

$F_u = ۳۷۰۰$



L100x100x10 → $e=۲٫۸۲$ cm و $A=۱۹٫۲\ cm^۲$

مرکز هندسی خط جوش ← منطبق بر مرکز هندسی نبشی $\boxed{e(l_1+l_2)=l_1\times ۱۰+l_2\times ۰}$ جاع ؟

$$\rightarrow e=\frac{۱۰ l_1}{l_1+l_2}=۲٫۸۲ \quad ①$$

از جدول $\rightarrow \begin{cases} a_{min}=۵ \\ a_{max}=۱۰\ mm \end{cases} \longrightarrow$ use $a=۸$ mm

$$R_w=\phi\beta F_{nw}t_e=۰٫۷۵\times۱\times۰٫۶\times۴۲۰۰\times۰٫۷۰۷\overset{۰٫۸}{a}=۱۰۶۹\ kg/cm$$

$$R_w=۱۰۶۹\ kg/cm < \text{مقاومت برشی ورق / ساق یا ورق ضعیفتر}=\phi(۰٫۶F_y)\overset{\text{نبشی}}{t}=۰٫۹\times۰٫۶\times۲۴۰۰\times۱=۱۲۹۶\ kg \quad ok$$

طول کل جوش لازم $=L_w$

$$R_w\times \overset{l_1+l_2}{L_w}=۳۸۰۰۰$$

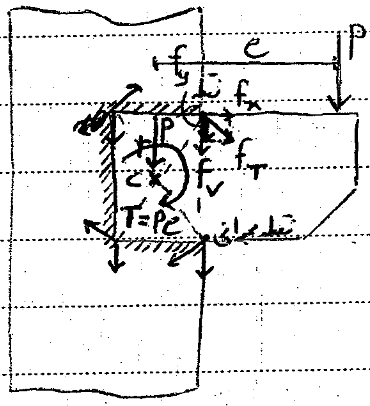
$$۱۰۶۹\times L_w=۳۸۰۰۰ \longrightarrow L_w=۳۵٫۵\ cm \quad ②$$

$$\begin{cases} ①\ ۱۰ l_1=۲٫۸۲(l_1+l_2) \\ ②\ l_1+l_2=۳۵٫۵ \end{cases} \longrightarrow l_1=\frac{۲٫۸۲\times۳۵٫۵}{۱۰}$$

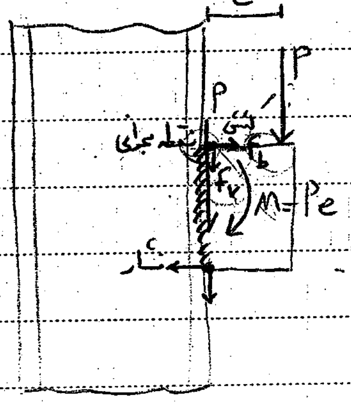
$$\begin{cases} l_1=۱۰\ cm \\ l_2=۳۵٫۵-l_1=۲۵٫۵\ cm \end{cases}$$

جلسه نهم: ۹۴/۱/۳۰

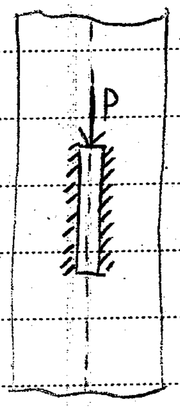
اتصالات جوشی با برون محوری:


e
P
f_y
تنش
f_x
f_T
P
f_v
c
$T=Pe$
نقطه بحرانی

برش + پیچش


e
P
P
برش
نقطه بحرانی
f_b
f_v
$M=Pe$
فشار

برش + ممان



الف) برش و پیچش

تنش ناشی از برش $= \frac{P}{A} = f_v$

سطح مقطع موثر جوشی

torsion

تنش ناشی از پیچش $= f_T = \frac{Per}{I_p}$ $\nearrow f_x = \frac{Ty}{I_p}$ $\searrow f_y = \frac{Tx}{I_p}$

ممان اینرسی قطبی سطح مقطع موثر جوشی $I_p = I_x + I_y$

برآیند تنش $= f = \sqrt{(f_y+f_v)^2 + f_x^2}$

ب) ترکیب برش و خمش

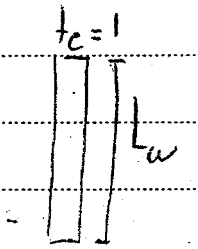
تنش ناشی از برش مستقیم = $f_v = \frac{P}{A}$ kg/cm

تنش خمشی ناشی از خمش = $\underbrace{f_b}_{\text{bending}} = \frac{MC}{I} = \underbrace{\frac{M}{\frac{I}{c}} = \frac{M}{S}}_{\text{اساس مقطع}}$ $\frac{kg.cm}{cm^2} = kg/cm$ تابل تناسب بالانس جوش کردیم

kg/cm = مقاومت در یک طول یک سانتی متر جوش = ارزش جوش = R_w

برآیند تنش $f = \sqrt{f_v^2 + f_b^2}$

سطح مقطع موثر جوش با گلوی واحد =



$A = L_w \times 1 = L_w$ cm (به جای cm^2)

$S = \frac{t_e L_w^2}{6} = \frac{1 \times L_w^2}{6} = \frac{L_w^2}{6}$ cm^2 (به جای cm^3)

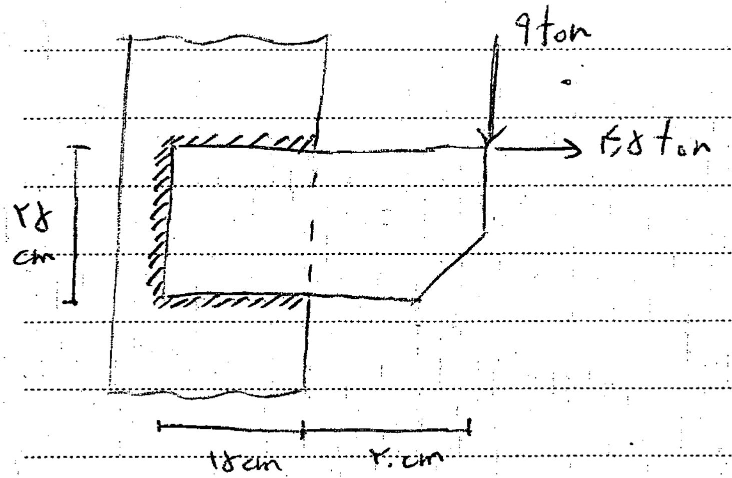
$f_b = \frac{M}{S} = \frac{6M}{L_w^2} \leq R_w$ وقتی که فقط ممان باشد

$\boxed{L_w \geq \sqrt{\frac{6M}{R_w}}}$ حدس طول جوش براساس فقط ممان داریم $\xrightarrow[\text{با فرض ۶۰٪ خمش و ۴۰٪ برش}]{\text{اگر برش به همراه خمش باشد}}$ $\boxed{L_w \geq \sqrt{\frac{6M}{0.6 R_w}}}$ M مربوط به یک خط جوش

جدول محاسبه $\underset{cm}{A}$ و $\underset{cm^3}{I}$ و $\underset{cm^3}{I_p}$ و $\underset{cm^2}{S}$ مقطع موثر جوش با $t_e = 1$ (گلوی موثر واحد)

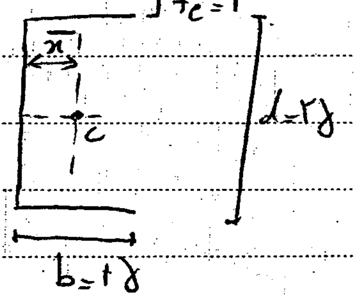
www.vepub.com
Publish Your Mind

مثال: برشی + پیچشی


۹ ton
۴,۵ ton
۲۵ cm
۱۵cm
۲۰cm

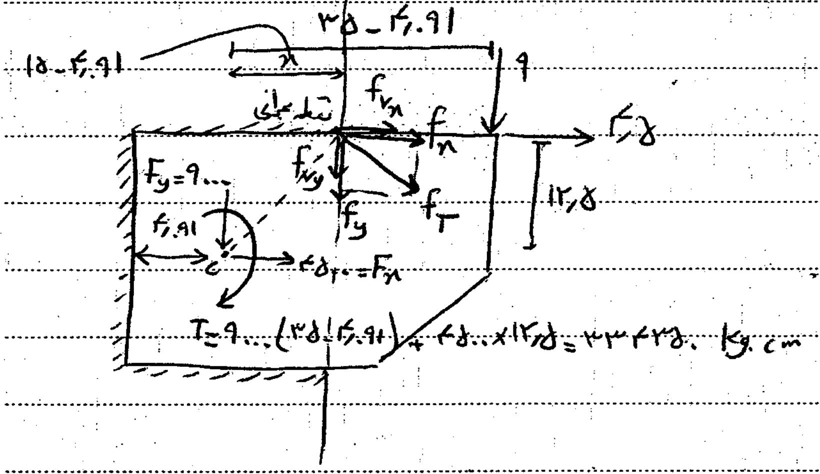
E60 $\beta = ۰,۷۵$ $R_w = ۱۰۰۰۵$

مقطع موثر جوش


$\bar{x}$
c
$t_e = 1$
$d = ۲۵$
$b = ۱۵$

با فرض $t_e = ۱$ →

$$\begin{cases} \bar{x} = \dfrac{b^۲}{۲b+d} = ۴,۰۹۱\,cm \\ I_p = \dfrac{۸b^۳ + ۶bd^۲ + d^۳}{۱۲} - \dfrac{b^۴}{۲b+d} = ۷۳۱ \end{cases}$$


۳۵ − ۴,۰۹۱
۱۵ − ۴,۰۹۱
x
۹
۴,۵
تنش بحرانی
f_{v_x}
f_x
f_{v_y}
f_y
f_T
$F_y = ۹۰۰۰$
۴,۰۹۱
c
۴۵۰۰ = F_x
۱۲,۵

$T = ۹۰۰۰(۳۵ - ۴,۰۹۱) + ۴۵۰۰ \times ۱۲,۵ = ۳۳۴۳۲۵۰$ kg.cm

$$f_{v_x} = \frac{F_x}{A} = \frac{۴۵۰۰}{۵۵} = ۸۱,۸\ \mathrm{kg/cm} \qquad f_{v_y} = \frac{F_y}{A} = \frac{۹۰۰۰}{۵۵} = ۱۶۳,۶\ \mathrm{kg/cm}$$

$$f_x = \frac{T\,y}{I_p} = \frac{۳۳۴۳۲۵۰ \times ۱۲,۵}{۷۳۱۹} = ۵۷۱,۱\ \mathrm{kg/cm}$$

$$f_y = \frac{T\,x}{I_p} = \frac{۳۳۴۳۲۵۰ \times (۱۵ - ۴,۰۹۱)}{۷۳۱۹} = ۴۹۸,۵\ \mathrm{kg/cm}$$

Subject :

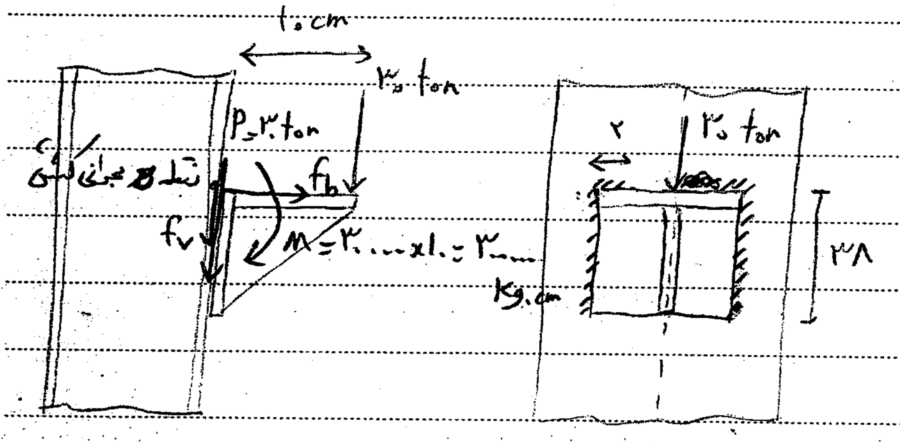
Year . Month . Date . ( )

برآیند $f_r = \sqrt{(f_{v_x}+f_x)^۲+(f_{v_y}+f_y)^۲} = \sqrt{(۸۱٫۸+۵۷۱٫۱)^۲+(۱۴۳٫۴+۴۹۸٫۵)^۲} = ۹۳۰$ kg/cm

$f_r = ۹۳۰$ kg/cm $\leq R_w = ۱۰۰۰a$ kg/cm

$a = \frac{۹۳۰}{۱۰۰۰} = ۰٫۹۳$ cm $\longrightarrow$ use $a = ۱۰$ mm $\longrightarrow$ باید a_{max} و a_{min} محاسبه کرد

$a_{min} <$. $< a_{max}$


۱۰ cm
۳۰ ton
$P=۳۰$ ton
نقطه بحرانی
f_h
f_v
$M=۳۰۰۰۰\times۱۰=۳۰۰۰۰۰$ kg.cm
۲
۳۰ ton
۳۸

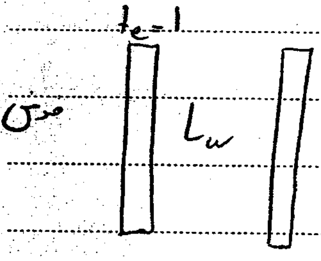
حالت: خمش + برش

$a = ?$

$E60$, $\beta = ۱$, $R_w = ۱۳۳۳a$ kg/cm

$M = ۳۰۰۰۰۰$ kg.cm $\quad P = ۳۰۰۰۰$ kg

فرض براساس جدول حداقل و حداکثر $\rightarrow \begin{cases} a_{min} \\ a_{max} \end{cases} \xrightarrow{use} a = ۸\text{mm} \rightarrow R_w = ۱۳۳۳\times۰٫۸ = ۱۰۶۷$ kg/cm



مربوط به یک خط جوش

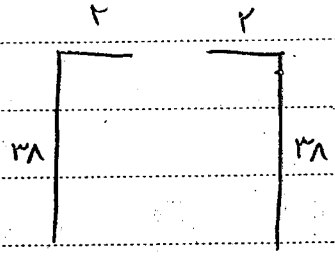
فرمول تقریبی $L_w = \sqrt{\frac{۶M}{۰٫۶R_w}} = \sqrt{\frac{۶\times\frac{۳۰۰۰۰۰}{۲}}{۰٫۶\times۱۰۶۷}} = ۳۷٫۵ \longrightarrow$ cm

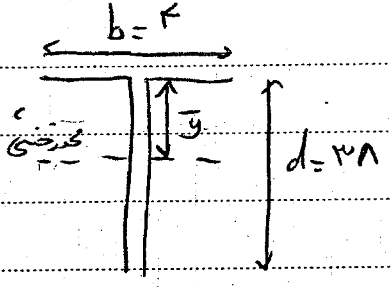
use $2\times L_w = ۳۸$

پس طول جوش ok

کنترل دقیق:

سطح مؤثر جوش با $t_e=1$





تاب

$$\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d} = ۱۸٫۰۵$$

لنگی $$S = \frac{2bd+d^2}{3} = ۴۸۳\ cm^2$$

$$A = ۲(۳۸+۲) = ۸۰$$

$$f_v = \frac{۳۰۰۰۰}{A} = \frac{۳۰۰۰۰}{۸۰} = ۳۷۵\ kg/cm$$

$$f_{bt} = \frac{M}{S} = \frac{۳۰۰۰۰۰}{۵۸۳} = ۵۱۵\ kg/cm$$

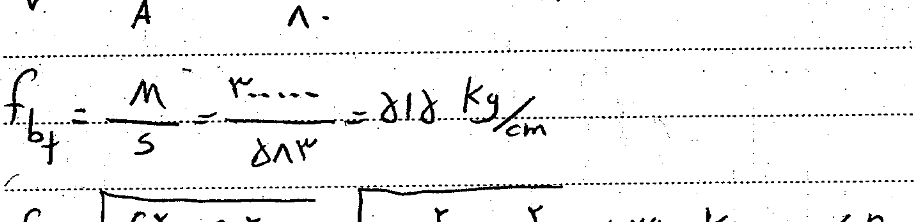
$$f_r = \sqrt{f_v^2 + f_{bt}^2} = \sqrt{۳۷۵^2 + ۵۱۵^2} = ۶۳۷\ kg/cm < R_w = ۱۰۶۷$$ خیلی زیاد

(resultant برآیند

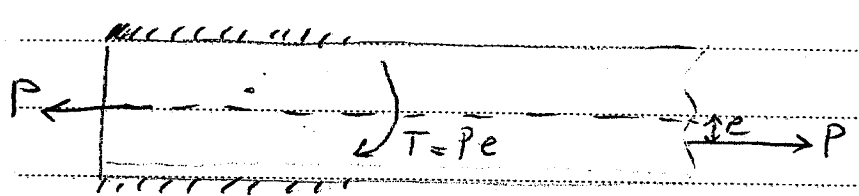
اگر a_{min} و a_{max} را لحاظ باشند.

$$f_r = ۶۳۷ \leq R_u = ۱۳۳۳a \rightarrow a \geq \frac{۶۳۷}{۱۳۳۳} = ۰٫۴۸cm \rightarrow \boxed{a \geq ۵mm}$$

آرایش پیچ ها و جوش ها در محل اتصال:



مرکز هندسی جوش و یا پیچ باید در مرکز هندسی سطح مقطع قرار بگیرد. وگرنه باید پیچش ناشی از این موضوع در محاسبات جوش یا پیچ در نظر قرار گیرد.

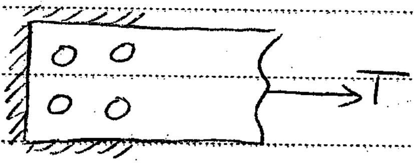


برش + پیچش

البته برای بار استاتیکی ضرورتی به در نظر گرفتن پیچش نمی باشد

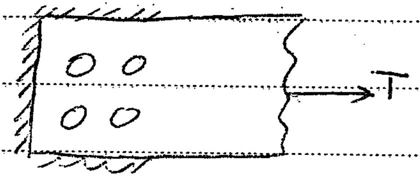
ترکیب پیچ و جوش :

جوش
پیچ اتکایی
(غیر اصطکاکی)



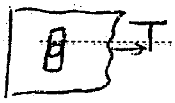
کل نیرو به جوش وارد می شود

جوش
پیچ پر مقاومت
(اصطکاکی)



پیچ و جوش هر دو در تحمل نیرو سهیم هستند.

شروط
سوراخ استاندارد
شکاف عمود بر پیچ

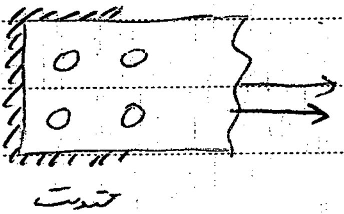


(مقاومت پیچ ها در حالت اتکایی) ۰٫۵ < مقاومت پیچ ها در حالت اصطکاکی

Subject :
Year . Month . Date . ( )

ساختمان موجود: ← تقویت اتصال با جوش

اگر اتصال قبلی با پیچ‌ها، پیچ از نوع اصطکاکی باشد می‌توان آن را با جوش تقویت کرد.



پیچ برای بار موجود، تقویت برای بار اضافی

— در اتصالات زیر باید از پیچ پرمقاومت اصطکاکی و یا جوش استفاده کرد.

— وصله ستون در سازه‌های چندطبقه با ارتفاع بیش از ۳۸m

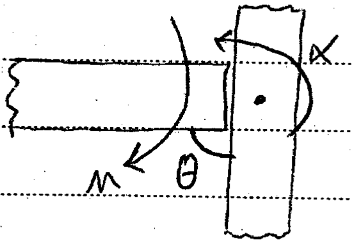
— اتصال تیر و شاهتیر به ستون که تماما آن‌ها به سازه چندطبقه با ارتفاع بیش از ۳۸m وابسته است

تکلیف: تمرین شماره ۴ (دو سؤال) حل شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

جلسه دهم: ۹۴/۲/۶

اتصالات ← سه نوع اتصال: اتصال ساده، اتصال نیمه‌صلب، اتصال صلب



α = زاویه چرخش گره اتصال

θ = زاویه چرخش نسبی تیر به ستون

$\alpha = 0$ θ = ثابت باقی بماند $\longrightarrow$ $\overset{\text{گیردار}}{\text{Fixed}}$ $\longrightarrow$ M_F

α = تغییر کند θ = ثابت $\longrightarrow$ $R = \text{Rigidity} = \frac{M}{M_F} > ۹۰٪$

اتصال صلب یا اتصال ممان‌گیر، اتصال Rigid هم برای اتصال برشی و هم برای خمشی مناسب است

α = تغییر θ = ثابت نباشد $\longrightarrow$ $R = \frac{M}{M_F} < ۲۰٪$

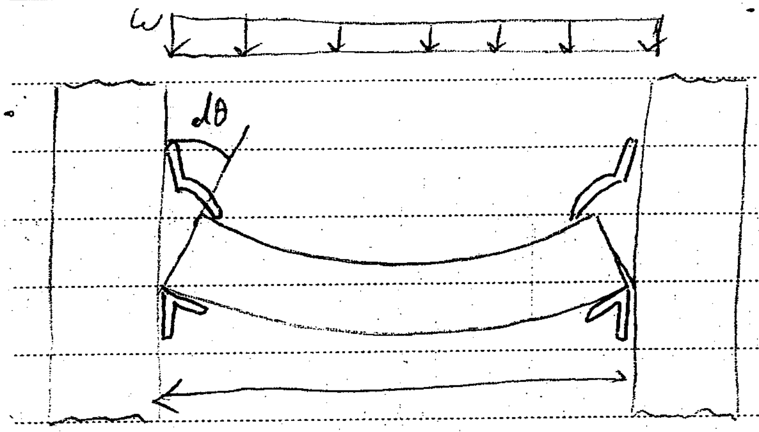
دوران نسبی وجود دارد ملاحظات

انعطاف‌پذیر

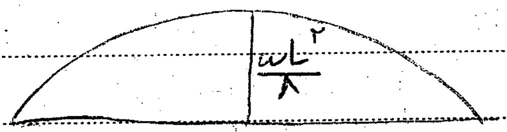
اتصال ساده یا مفصلی flexible این اتصال برای اتصال برشی مناسب است اتصال ممان نداریم

α = تغییر ، θ = ثابت نباشد $\longrightarrow$ ۲٪ $< R <$ ۹۰٪

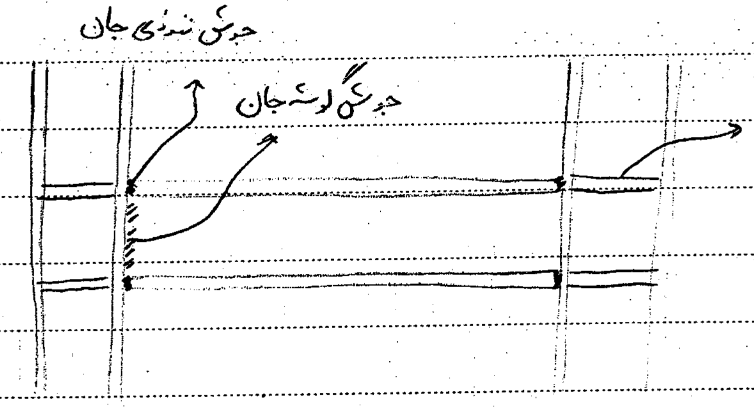
اتصال نیمه صلب (Semi-rigid) که برای اتصال برشی و خمشی می‌باشد



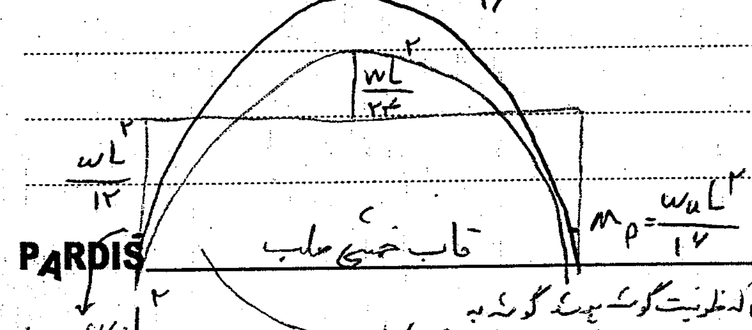
اتصال ساده یا انعطاف پذیر یا مفصل ⟵ دوران نسبی آزاد ⟵ $R=$ ۰



قاب ساده


جوش نبشی جان
جوش گوشه جان
ورق تحت کننده

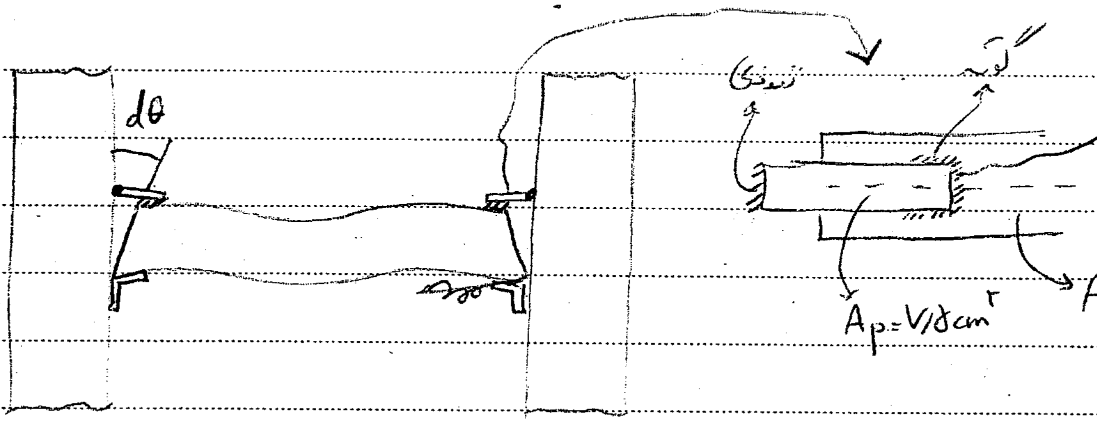
اتصال صلب بدون دوران گره و بدون دوران نسبی تیر و ستون ⟵ اتصال گیردار ⟵ $R=100\%$


$M_p=\frac{w_uL^2}{16}$
$\frac{wL^2}{24}$
$\frac{wL^2}{12}$
$M_p=\frac{w_uL^2}{16}$
$M_p=\frac{w_uL^2}{16}$

قاب خمشی صلب

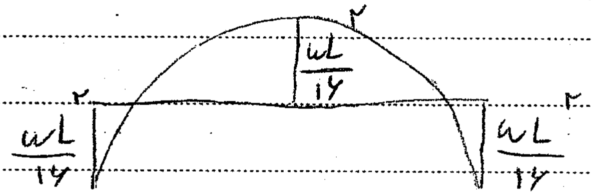
اگر w را اضافه کنیم تا جایی که محل ممان حداکثر به مفصل ممان پلاستیک (M_p) برسد و تیر به حالت مکانیزم برسد تا جایی که دیگر ظرفیت تحمل بار نداشته باشد. $w=w_u$

* مثلاً اگر $\frac{wL^2}{12}=67$ باشد گوشه را با ۵۰ طراحی می کنیم بعد از آن که ظرفیت گوشه بیشتر شد گوشه به ممان پلاستیک تبدیل می شود و با دوران گوشه، تیر به حالت مکانیزم می رسد و تحمل بار می کند. (بازپخش)


dθ
زنبوری
گوشه
$A_p=۷/۵\ cm^{۲}$
$A_f=۱۰\ cm^{۲}$

چون به طور کامل جوش ~~[illegible]~~ نشده است فقط بخشی از نیرو به ستون انتقال پیدا می‌کند.

$d\theta \neq 0$ → دوران نسبی تیر و ستون داریم → اتصال نیمه‌صلب → $۲۰\% < R < ۹۰\%$


$\frac{wL^{۲}}{۱۶}$
$\frac{wL^{۲}}{۱۶}$
$\frac{wL^{۲}}{۱۶}$

حالت بهینه
$R = ۰/۷۵$

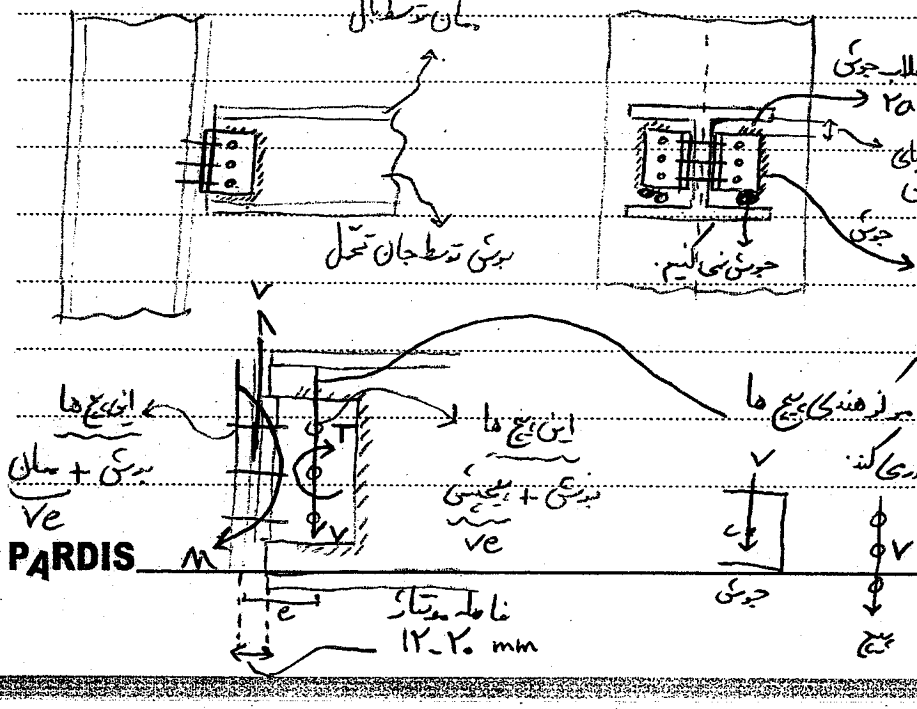
قاب خمشی با اتصال نیمه‌صلب

دارها { نامناسب؟ / I ها / سوراخ‌ها زیاد، دندانه‌ای که زیر / سوراخ‌ها ندارد

اتصال ساده تیرها به وسیله نبشی جان ① یا نبشی نشیمن ②:

② تقویت شده / تقویت نشده (انعطاف‌پذیر)

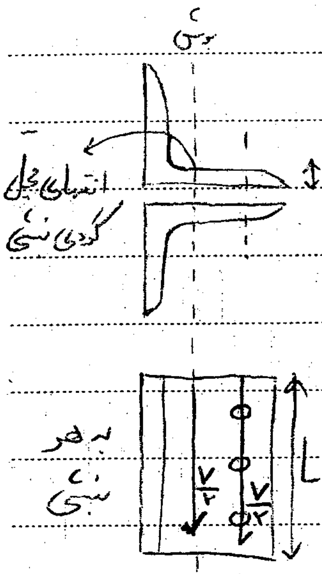
۱) اتصال ساده با نبشی جان توسط پیچ یا جوش


ممان توسط بال
برش توسط جان تحمل
تلاب جوش
۲۵
محل انحنای تیرآهن
جوش نمی‌کنیم.
جوش
برش + ممان
V
این پیچ‌ها
برش + ممان
Ve
این پیچ‌ها
برش + پیچش
Ve
T
V
M
e
فاصله مونتاژ
۱۲-۲۰ mm
V از محل مرکز هندسی پیچ‌ها
یا جوش عبور می‌کند.
V
جوش
V
پیچ

این ممان در پایین فشار و در بالای آن کشش ایجاد می‌کند. به همین دلیل بالا را جوش کردم اما پایین را جوش نکردم

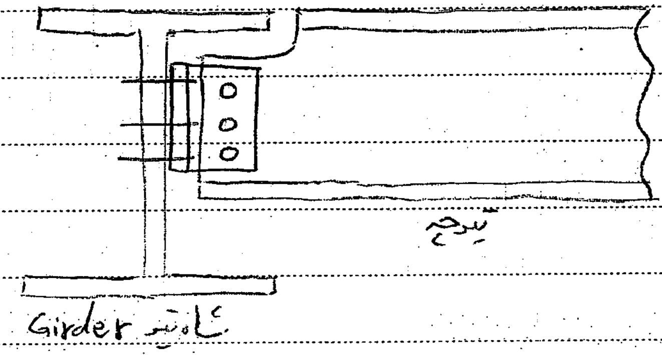
① (در مثال بالا گفته شد) طراحی پیچ و یا جوش { سمت تیر برش + پیچش / سمت ستون برش + ممان

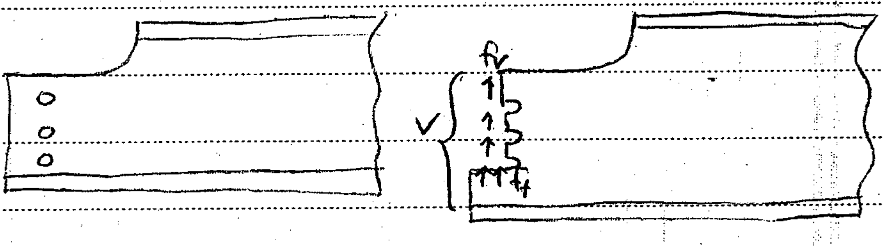
۲ طراحی نبشی :


برش
انتهای مجاز گردی نبشی
t
به هر نبشی
V/۲
L

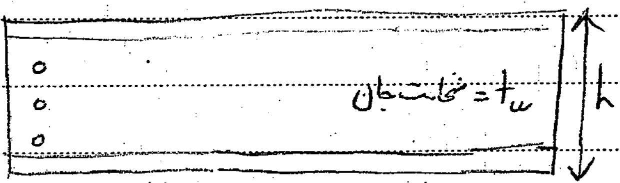
ضخامت نبشی {
- براساس برش → $\frac{V/2}{Lt} \le 0.6F_y$
- $\frac{V/2}{L_n t} \le 0.75 \times 0.6F_y$
- ظرفیت لهیدگی سوراخ پیچ (قبلاً گفته شد)

۳ کنترل برش قالبی در تیرآهن :


تیرچه
Girder شاه‌تیر



۴ مقاومت برشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال :


ضخامت جان = t_w
h

سطح مقطع کل در برش $= h \times t_w$

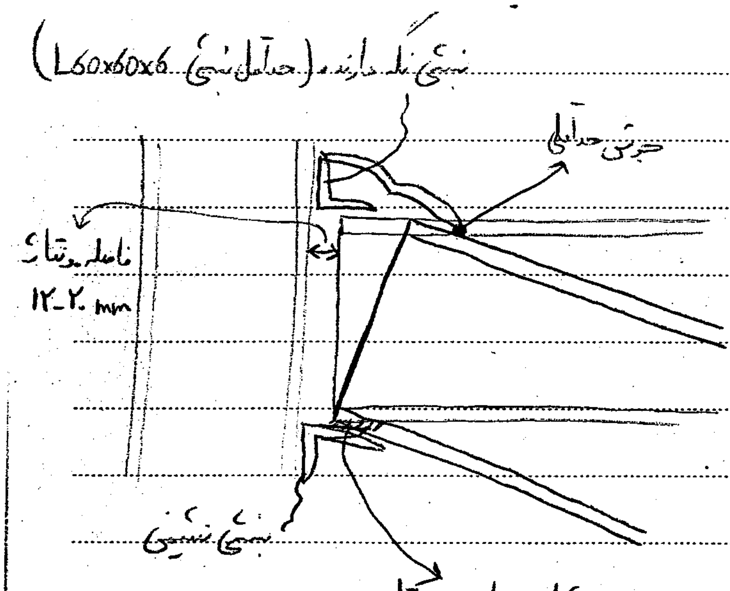
مقاومت برشی در ناحیه مجاورت اتصال

مقاومت برشی در مقطع I

ϕR_n Min {
- حالت حدی تسلیم برشی سطح مقطع کل $\phi = 1$ $R_n = 0.6F_y A_{gv}$
- حالت حدی گسیختگی برشی سطح مقطع خالص $\phi = 0.75$ $R_n = 0.6F_u A_{nv}$

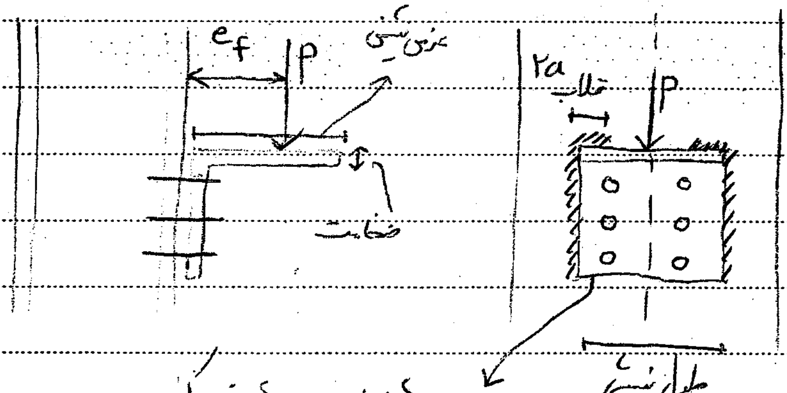
سطح مقطع خالص در برش → مبحث
۳-۲-۱
(تکمیلی)

۲) اتصال ساده با نبشی نشیمن (تقویت شده)


نبشی نگهدارنده (حداقل نبشی L60x60x6)
جوش حداقل
فاصله مونتاژ
۱۲-۲۰ mm
نبشی نشیمن

جوش اصلی با بعد حداکثر
(یا یک پیچ آکلای در طرفین)
بال نبشی ۵۴۰٪ = طول

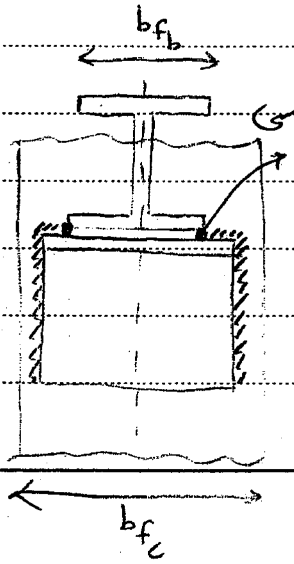
① اتصال نبشی نشیمن به بال ستون (اتصال با پیچ یا جوش)


e_f
P
عرض نبشی
ضخامت
$2a$
قلاب
P
طول نبشی

چون در راستا است جوش نمی کنیم.

ممان + برش

Pe_f P


b_{f_b}
جوش اصلی
b_{f_c}

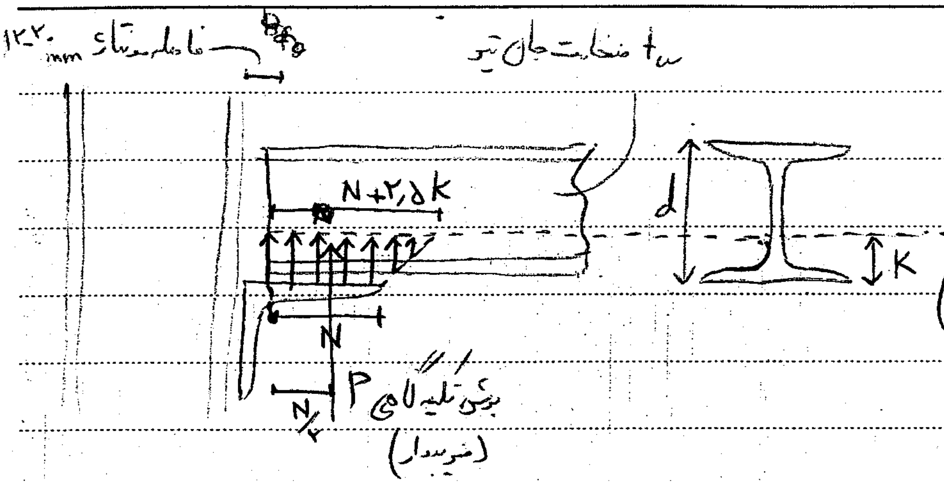
② طراحی نبشی نشیمن

- طول نبشی

بستگی به بال ستون و بال تیر دارد

بال ستون > طول نبشی > بال تیر

- عرض نشیمن



مقطع بحرانی جان تیر در
تسلیم موضعی و لهیدگی (جانی)

- تسلیم موضعی جان تیر

$$\frac{P}{t_w(N+2.5k)} = F_y \longrightarrow \boxed{N_{\text{لازم یا محاسباتی}}} = \frac{P}{F_y t_w} - 2.5k \geq K$$

$$\text{عرض نبشی نشیمن} \geq \underset{\text{محاسباتی}}{N} + \underset{12\text{-}20\ \text{mm}}{\text{فاصله مونتاژ}} \geq 7.5\ \text{cm}\ \left(10\ \text{cm توصیه می‌شود}\right) \qquad \boxed{N\ \text{انتخابی}} = \text{عرض نشیمن} - \text{فاصله مونتاژ}$$

- لهیدگی جان

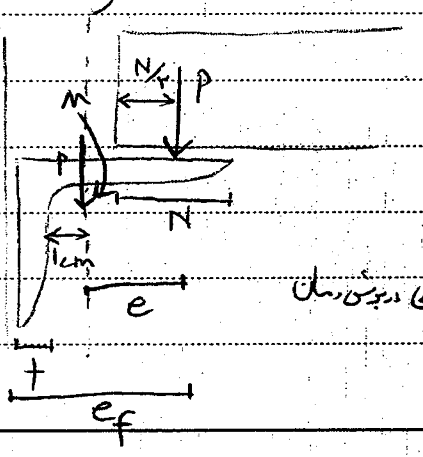
$$\overset{\text{انتخابی}}{\frac{N}{d}} \leq 0.2 \Rightarrow P \leq \overset{\phi}{0.75} \times 0.4\, t_w^2 \left[1+3\left(\overset{\text{انتخابی}}{\frac{N}{d}}\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{3/2}\right]\sqrt{F_{yw}\frac{t_f}{t_w}E}$$

برای N انتخابی نه محاسباتی

$$\overset{\text{انتخابی}}{\frac{N}{d}} > 0.2 \Rightarrow P \leq 0.75 \times 0.4\, t_w^2 \left[1+\left(\frac{4N}{d}-0.2\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{3/2}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}}$$

انتهای گردی نبشی (محل بحرانی ضخامت نبشی)

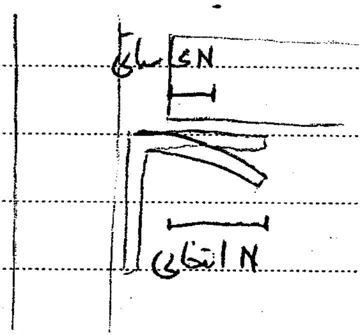
③ ضخامت بحرانی نبشی



$$e_f = \overset{\text{محاسباتی}}{N}/2 + \text{فاصله مونتاژ}$$

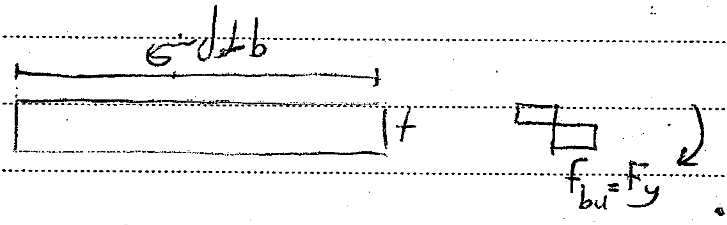
$e = e_f - t - 1$ محل مقطع بحرانی نبشی در برش و ممان

برش $= P \qquad M = Pe$


N ساطی
N اتکای

www.vepub.com
Publish Your Mind

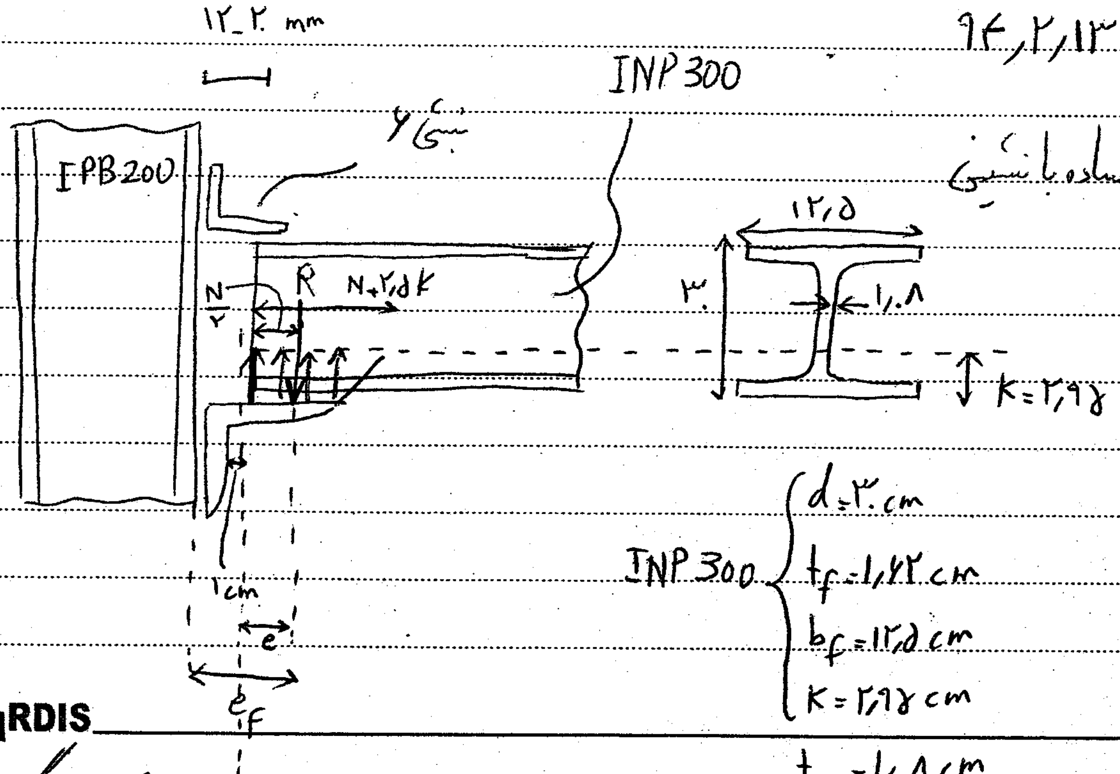
$$f_{bu} = \frac{M}{Z} = \frac{Pe}{\frac{1.5bt^2}{6}} = \frac{4Pe}{bt^2} \leq F_y$$ ممان


b طول نبشی
t
$f_{bu}=F_y$

$$\frac{P}{bt} \leq 0.4F_y$$ برش

جلسه یازدهم: ۹۴٫۲٫۱۳

مثال: اتصالات ساده با نبشی


۱۲_۲۰ mm
INP300
نبشی ۴
IPB200
R
N+۲٫۵K
N/۲
۱۲٫۵
۳۰
۱٫۰۸
K=۲٫۹۶
۱cm
e
e_F

R = ۹۰۰۰ kg

F_y = ۲۴۰۰ kg/cm²

INP 300
- d = ۳۰ cm
- t_f = ۱٫۶۲ cm
- b_f = ۱۲٫۵ cm
- K = ۲٫۹۶ cm

t_w = ۱٫۰۸ cm

مقطع بحرانی نبشی (اتصال گلوی نبشی)

الف) کنترل تسلیم موضعی جان تیر

$$\frac{R}{(N+۲٫۵k)t_w} \leq F_y$$

$$N \geq \frac{R}{F_y t_w} - ۲٫۵k \longrightarrow N \geq k$$

$N = -۳٫۹۰ \geq k \quad N = k = ۲٫۹۵$

$$\text{عرض نبشی} = N + \text{فاصله مشار} = ۲٫۹۵ + (۱٫۲۰ \text{ تا } ۲) \geq ۷٫۵\,cm \quad (۱۰\,cm \text{ توصیه}) \longrightarrow \text{عرض نبشی} = ۱۰\,cm$$

$\downarrow$

L 100x100x12

از نظر اجرایی نزدیک ضخامت بال تیر $(۱۶٫۲۰\,mm)$

ب) کنترل لهیدگی جان تیر

$$N = \overset{\text{انتخابی}}{۱۰} - \overset{\text{فاصله مشار}}{۱٫۵} = ۸٫۵$$

$$\frac{N}{d} = \frac{۸٫۵}{۳۰} = ۰٫۲۸ > ۰٫۲$$

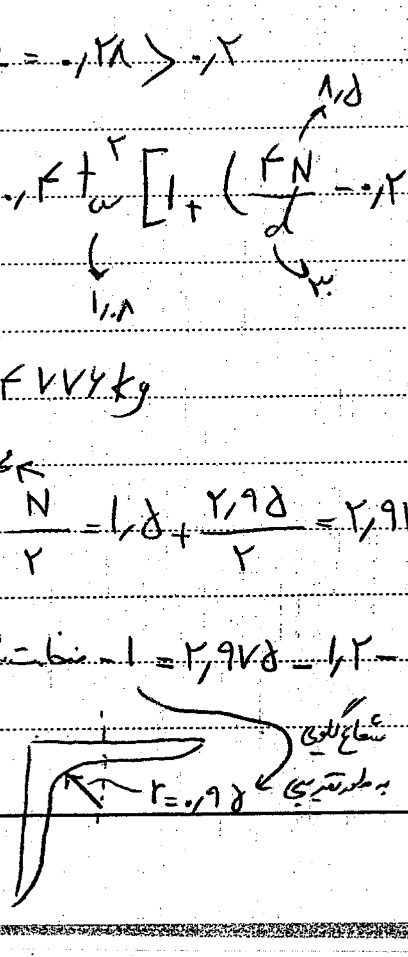
$$R \leq ۰٫۷۵ \times ۰٫۴\, \underset{۱٫۰۸}{t_w^{۲}} \left[1 + \left(\frac{۴\overset{۸٫۵}{N}}{\underset{۳۰}{d}} - ۰٫۲\right)\left(\frac{\overset{۱٫۰۸}{t_w}}{\underset{۱٫۶۲}{t_f}}\right)^{۱٫۵}\right] \sqrt{\frac{\overset{۲\times۱۰^{۶}}{E}\overset{۲۴۰۰}{F_y}\, t_f \xrightarrow{} ۱٫۶۲}{\underset{۱٫۰۸}{t_w}}}$$

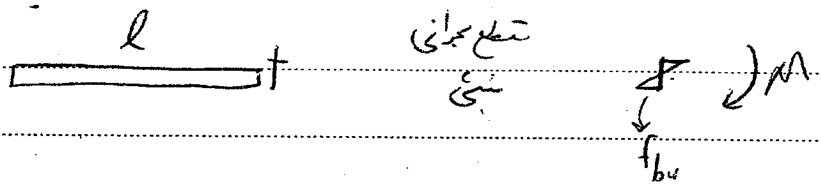
$$۹۰۰۰ \leq ۴۴۷۷۶\,kg$$

ج) کنترل ضخامت نبشی

$$e_f = ۱٫۵ + \frac{\overset{\text{محاسباتی}}{N}}{۲} = ۱٫۵ + \frac{۲٫۹۵}{۲} = ۲٫۹۷۵\,cm$$

$$e = e_f - \text{ضخامت نبشی} - ۱ = ۲٫۹۷۵ - ۱٫۲ - ۱ = ۰٫۸۲۵$$





$$\text{لنگر در مقطع بحرانی} = M = Re = ۹۰۰۰ \times ۰٫۸۲۵ = ۷۴۲۵ \ kg\,cm$$

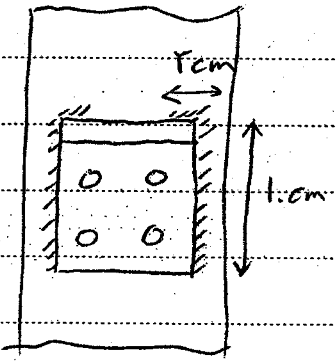
$$f_{bu} = \frac{۴M}{lt^۲} = \frac{۴ \times ۷۴۲۵}{l(۱٫۲)^۲} < F_y \longrightarrow l > ۸٫۶cm \xrightarrow[\text{و عرض بال ستون (۲۰)}]{\text{به خاطر عرض بال تیر (۱۲٫۵)}} \boxed{l = ۱۵ \ cm}$$

د) کنترل برش در نبشی

$$\frac{R}{lt} \leq ۰٫۶F_y \qquad \frac{۹۰۰۰}{۱۵ \times ۱٫۲} \leq ۰٫۶F_y \rightarrow ۵۰۰ \leq ۱۴۴۰$$

طرح جوش نبشی به بال ستون

و یا طرح پیچ



ممان + برش

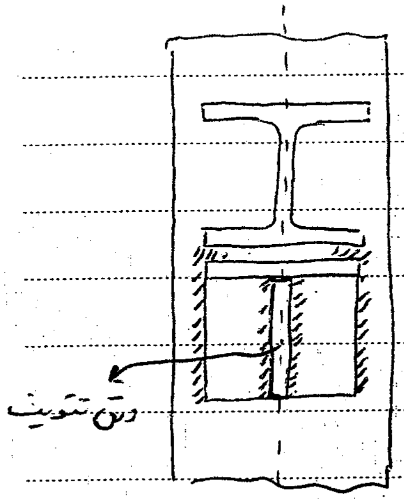
$۹۰۰۰ \ kg$

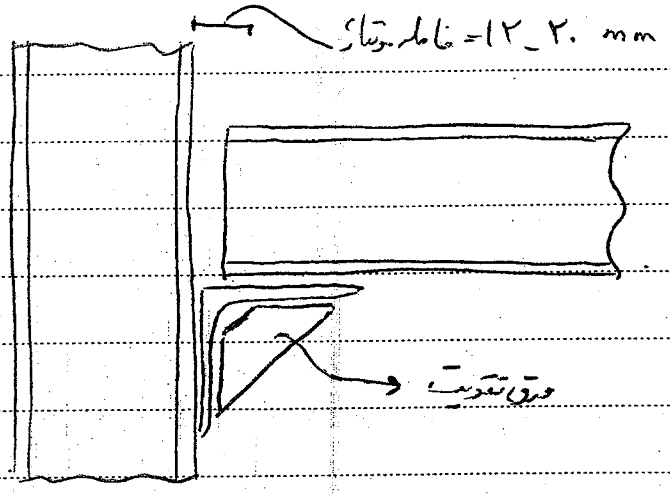
$M = Re_f = ۹۰۰۰ \times ۲٫۹۷۵$

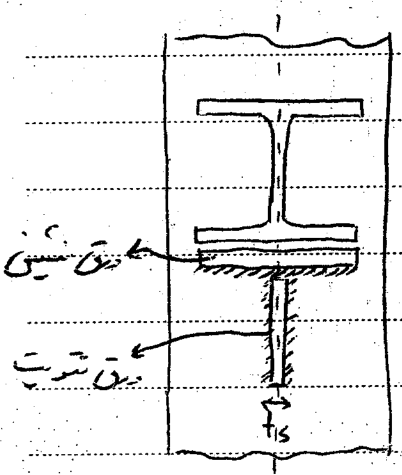
طراحی جوش و یا پیچ برای برش و ممان مثل نبشی های قبلی

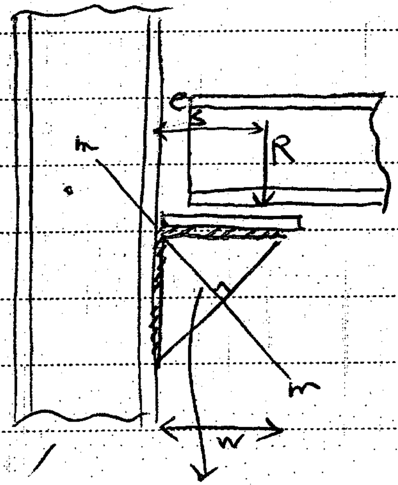
اتصال ساده با نشیمن تقویت شده:

(وقتی که نشیمن ساده (تقویت شده) از عهده بار برنیاید (مثلاً حداکثر بار ضریبدار بزرگتر از ۳۰ ton مثلاً در جرثقیل)

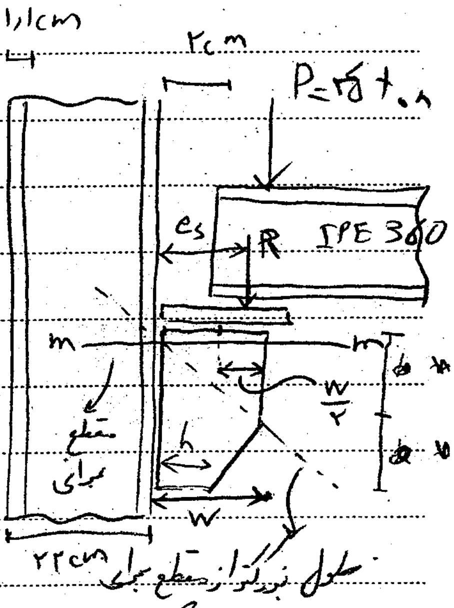



فاصله مونتاژ = ۱۲_۲۰ mm
ورق تقویت


ورق نشیمن
ورق تقویت
t_s



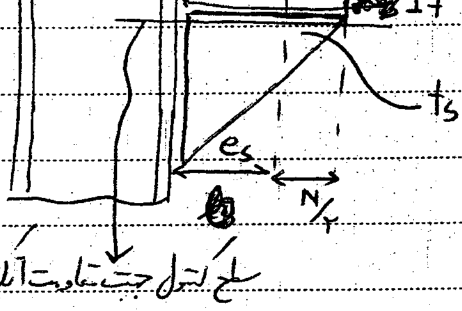
مقطع بحرانی ورق تقویت (کمترین سطح)

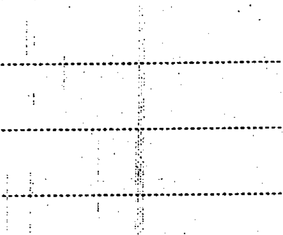

۱٫۱cm
۲cm
P=۲۵ t.۸
e_s
R
IPE 360
m
m
$\frac{W}{۲}$
h
W
مقطع بحرانی
۲۲cm
۸
۵

سطح نزدیکتر از مقطع بحرانی

آیا دو ضخامت یکی کنند؟

طرح جزئی اتصال نشیمن به بال ستون؟


فاصله مونتاژ = ۱۲_۲۰ mm
N/۲
R
N+۲٫۵K
It
t_s
e_s
N/۲



ابعاد، ضخامت ورق نشیمن

طرح جزئی ورق نشیمن اولین کنترلی که

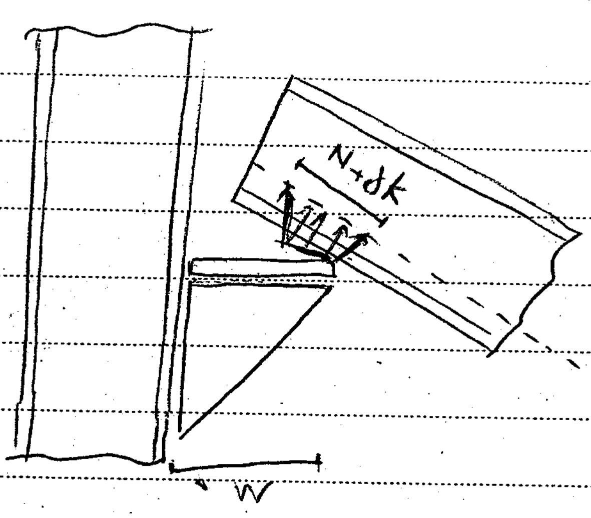
مقطع بحرانی جان

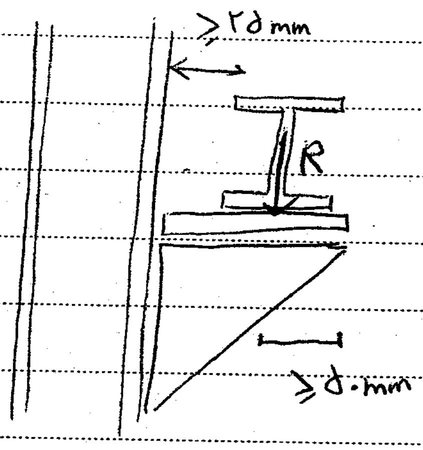
تیر در تسلیم موضعی و لهیدگی

سطح کنترل جهت مقاومت اتکایی

(چ برای مثلث و چ برای ذوزنقه)

Subject :
Year . Month . Date . ( )





طراحی:

۱) تعیین عرض نشیمن (W)

۲) تعیین برون محوری بار (e_s)

۳) تعیین ضخامت ورق تقویت (t_s)

۴) تعیین ابعاد نشیمن و تعداد و ترتیب پیچ ها و یا طول جوش ها

۱) تعیین عرض نشیمن (W)

- ضخامت ورق نشیمن در حدود ضخامت بال تیر باشد و نیز بیشتر یا مساوی t_s $(t \simeq t_f ,\ t \geq t_s)$

- عرض نشیمن برای جلوگیری از تسلیم موضعی و لهیدگی جان تیر

$$N_{\text{لازم}} \longrightarrow \frac{R}{(N+\text{۲٫۵}k)t_w} \leq F_y \longrightarrow N_{\text{لازم}} = \frac{R}{F_y t_w} - \text{۲٫۵}k \geq k$$

(لازم اتکایی)

$W = N +$ فاصله مونتاژ $\geq$ ۷٫۵ cm (توصیه ۱۰ cm)

عرض نشیمن (W) - فاصله مونتاژ = N اتکایی

انتخابی

لهیدگی :

انتخابی

$$\frac{N}{d} \le 0.2 \longrightarrow R \le 0.75 \times 0.4 t_w^2 \left[1 + 3\left(\frac{N}{d}\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{1.5}\right]\sqrt{F_{yw} \frac{t_f}{t_w} E}$$

$$\frac{N}{d} > 0.2 \longrightarrow R \le 0.75 \times 0.4 t_w^2 \left[1 + \left(\frac{4N}{d} - 0.2\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{1.5}\right]\sqrt{F_{yw} \frac{t_f}{t_w} E}$$

اگر برقرار نبود نیاز به ورق سخت کننده داریم

۲) تعیین e_s

$$e_s = \underset{\text{انتخابی}}{W} - \frac{N}{2}$$

محاسباتی

۳) تعیین t_s ضخامت ورق سخت کننده

الف) $t_s \ge t_w$

ضخامت جان تیر

ب) کنترل کمانش موضعی ورق

$$t_s \ge \frac{W}{0.56\sqrt{\frac{E}{F_y}}}$$

پ) کنترل مقاومت اتکایی ← در نقطه تماس ورق نشیمن با ورق تقویت

$$\text{مقاومت} = \phi R_n = 0.75(1.8 F_y \underbrace{A_{pb}}_{\text{سطح تماس}})$$

در مقطع m-m ذوزنقه $\longrightarrow f_a = \frac{R}{t_s W} + \frac{R(e_s - \frac{W}{2})}{\frac{t_s W^2}{4}} = \frac{R}{t_s W^2}(4e_s - 2W) \le 0.75 \times 1.8 F_y$

ـ این حالت می‌تواند برای مثلثی شکل شدن تنش اتکایی

$$t_s \ge \frac{R(4e_s - 2W)}{0.75 \times 1.8 F_y W^2}$$

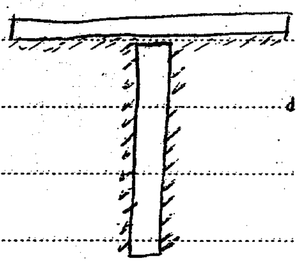
- این حالت برای مثلثی نیروی موربی از سطح مقطع m-m ← : در مقطع m-m حالت مثلثی

حل شود با تنش حدی مثلث، تجزیه و سپس تنش حداکثر حساب می‌کرد

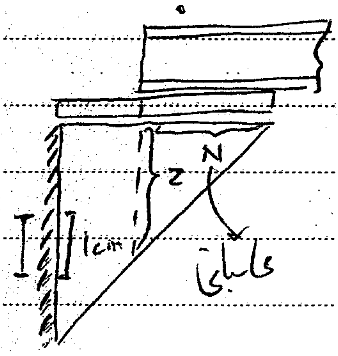
ϕF_y

$۰٫۹F_y$

د) کنترل [illegible] تنش برشی اتصال با استفاده از جوش بین سخت‌کننده و تکیه‌گاه



دو خط جوش در طرفین سخت‌کننده



$$۲(۰٫۷۰۷a)(\overset{\beta}{۰٫۷۵}\times۰٫۶\times\overset{E60}{۴۲۰۰}\times\overset{\phi}{۰٫۷۵}) \le ۰٫۶F_yt_s$$

مقاومت جوش مقاومت ورق

$$t_s \ge \frac{۳۴۴۰a}{F_y} \longrightarrow t_s \ge ۱٫۴a$$

ر) کنترل برش در لبه تست N

$$\frac{R}{Zt_s} \le ۰٫۶F_y$$

۴) تعیین طول نشیمن بستگی به بال تیر و بال ستون

$$\overset{\text{تیر}}{b_f} < l < \overset{\text{ستون}}{b_f}$$

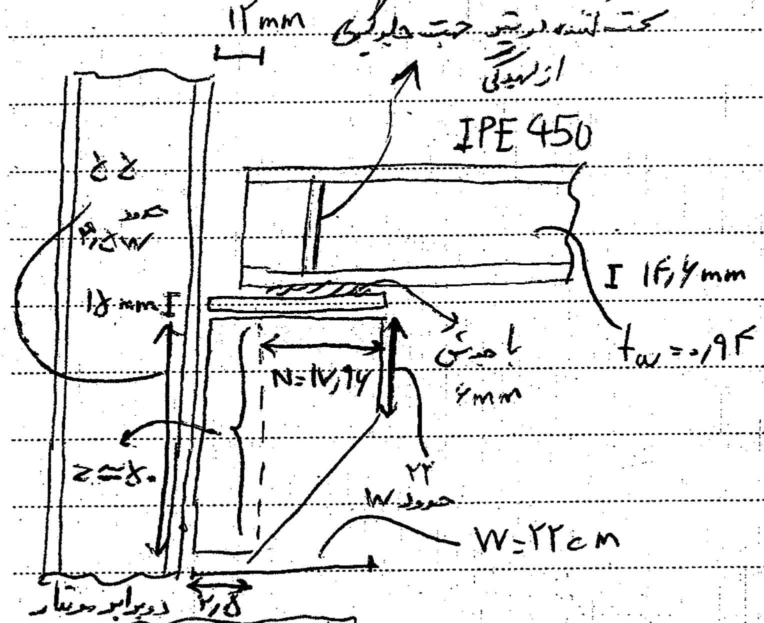
$۱۲cm < l < ۲۲cm \longrightarrow$ use $l = 20\ cm$

- طراحی جوش و پایه مثل بخش های قبلی برای برش و ممان (Res)

در طراحی جوش به طور تقریبی $e_s = ۰٫۸W$

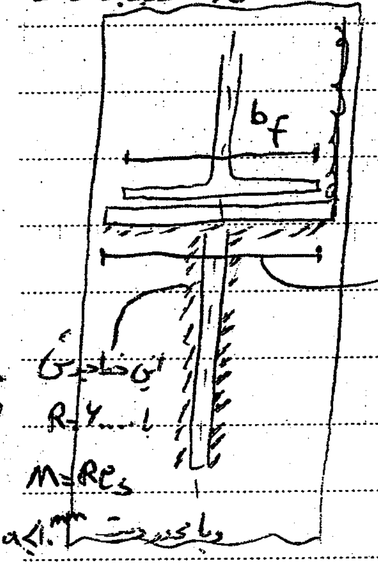
مثال: $R = ۶۰\ ton$

$F_y = ۲۴۰۰\ kg/cm^2$


۱۲mm
سخت کننده در تیر جهت جلوگیری از لهیدگی
IPE 450
جوش
حدود ۲/۳W
۱۵mm
N=۱۷٫۹۶
با جوش ۶mm
۲۲ حدود W
W=۲۲cm
Z≈۶۰
دور ابر ستون
۲٫۵
I ۱۴٫۶mm

$t_w = ۰٫۹۴$ و $k = ۳٫۵۶$ و $d = ۴۵$ و $t_f = ۱٫۴۶$

$E = ۲ \times ۱۰^۶$


b_f
طول نشیمن > b_f
این جا جوش
R=۶۰۰۰ با
M=Re_s
a≤۱۰mm و با محدودیت

۱) عرض نشیمن

$$N = \frac{R}{F_y t_w} - ۲٫۵k = \frac{۶۰۰۰۰}{۲۴۰۰ \times ۰٫۹۴} - ۲٫۵ \times ۳٫۵۶$$

$$= ۱۷٫۹۶ \geq k = ۳٫۵۶\ ok$$

لازم $W = ۱۷٫۹۶ + ۱٫۲ = ۱۹٫۱۶ \longrightarrow \boxed{use\ W = ۲۲cm}$

انتخابی

کنترل لهیدگی:

$$\frac{N}{d} = \frac{(۲۲ - ۱٫۲)}{۴۵} = \frac{۲۰٫۸}{۴۵} = ۰٫۴۶ > ۰٫۲$$

$$\underset{۶۰۰۰۰}{R} \leq ۰٫۷۵ \times ۰٫۴ t_w^۲ \left[۱ + \left(\frac{۴N}{d} - ۰٫۲ \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{۱٫۵} \right] \sqrt{F_{yw} \frac{t_f}{t_w} E} = ۴۲۳۸۴ kg\ \ N.G$$

نیاز به سخت کننده در محل تکیه گاه تیر داریم (در تست [illegible])

ضخامت نبشی: ← $t_f = ۱٫۴۶\,cm$ $t = ۱٫۵\,cm$

ضخامت ورق سخت‌کننده:

الف) $t_s \geq t_w = ۰٫۹۴\,cm$ ⊛

ب) $t_s \geq \frac{W}{۰٫۵۶\sqrt{\frac{E}{F_y}}} = \frac{۲۶}{۰٫۵۶\sqrt{\frac{۲\times ۱۰^۶}{۲۴۰۰}}} = ۱٫۳۶\,cm$ (**)

انتخابی

$e_s = W - \frac{N}{۲} = ۲۲ - \frac{۱۷٫۹۶}{۲} = ۱۳٫۰۲$

محاسباتی

(*) و (**) و (***)

انتخاب ↓

$t_s = ۱۴\,mm$

(***)

ج) $t_s \geq \frac{R(۶e_s - ۲W)}{۰٫۷۵\times ۱٫۸F_y W^۲} = ۱٫۳۱\,cm$ مقاومت اتکایی

د) جوش $t_s \geq ۱٫۴a$

$F_y = ۲۴۰۰$

E60

$\beta = ۰٫۷۵$

از ۲٫۱ جدول قبلی

$t_s = ۱۴\,mm$

$a \leq \frac{۱۴\,mm}{۱٫۴} = ۱۰\,mm$

- کنترل برش در اتکای N

$\frac{R}{z\theta t_s} \leq ۰٫۶F_y$ $\frac{۶۰۰۰۰}{۵۰\times ۱٫۴} \leq ۰٫۶F_y$

$۸۵۷ \leq ۱۴۴۰$ ok

Subject :

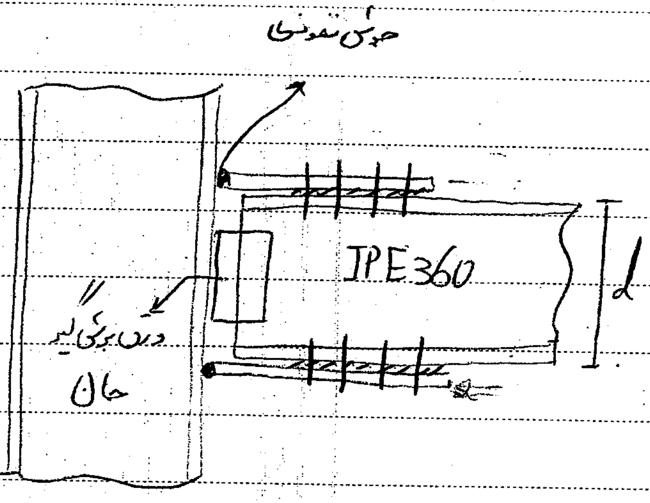
Year . Month . Date . ( )

قسمت کپی شده اول

PARDIS

جلسه چهاردهم: ۹۴/۳/۳

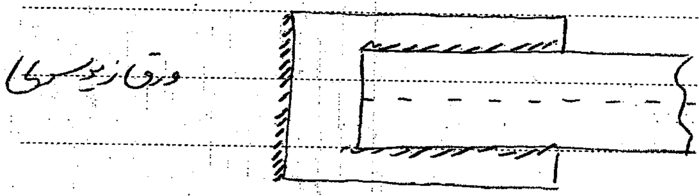
مثال: اتصال صلب با ورق روسری و زیرسری

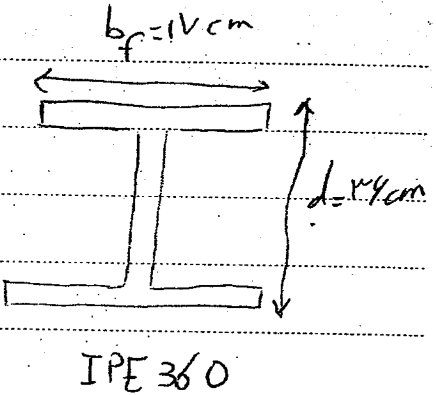

جوش نفوذی
IPE 360
d
ورق برشی تیر
ستون

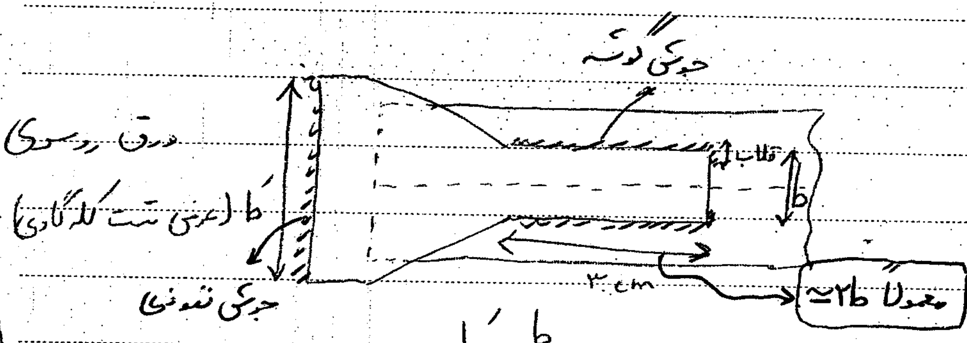
$F_y = ۲۴۰۰ \; kg/cm^2$ $F_u = ۸۰۰۰ \; kg/cm^2$

اتصال { پیچ پرمقاومت
یا
جوش

جوش { E60
$\beta = ۰٫۷۵$




$b_f = ۱۷ cm$
$d = ۳۶ cm$
IPE 360


جوش گوشه
ورق روسری
قلاب
b
b' (عرض سمت کله گاوی)
جوش نفوذی
۳۰ cm
معمولاً ≃ 2b

$b' = \frac{b}{۰٫۷۵}$ ← β = ضریب کیفیت جوش
نقطه ۵

چون امکان دارد کیفیت جوش پایین باشد این سمت را بزرگتر می‌گیریم تا کیفیت کم جوش جبران شود.

الف) نیروهای طراحی

حداکثر لنگر مقاوم تیر در خمش $= \phi M_n = \phi Z F_y = ۰٫۹ (۱٫۱۲ S_x) F_y = ۰٫۹ \times ۱٫۱۲ \times \overset{cm^3}{۹۰۴} \times ۲۴۰۰ \times ۱۰^{-۵} = ۲۲٫۰۳ \; t.m$

نیروی کششی در ورق فوقانی $= T_u = \frac{\phi M_n}{d} = \frac{۲۲٫۰۳}{۰٫۳۶} = ۶۱٫۱۹ \; ton$

ب) طراحی ورق رویی

$$A_g = \frac{T_u}{\phi_t F_y} = \frac{۶۱,۱۹\times ۱۰^۳}{۰,۹\times ۲۴۰۰} = ۲۸,۳۳ cm^۲$$

b_f با توجه به ← پهنای ورق رویی = ۱۴cm → $t = \frac{۲۸,۳۳}{۱۴} = ۲,۰۲cm$

↳ ۱۷cm

ورق رویی PL 140x20 mm

ج) طراحی ورق زیرسری

b_f با توجه به ← پهنای ورق زیرسری = ۲۰cm → $t = \frac{۲۸,۳۳}{۲۰} = ۱,۴۲$ → ورق زیرسری PL 200x15

ت) اتصال ورق فوقانی توسط جوش گوشه به بال تیر

با توجه به ضخامت ورق رویی و ضخامت بال تیر → کنترل حداقل و حداکثر بعد جوش → use a = ۱۲mm

ارزش جوش $= \phi\beta(۰,۷۰۷a)(۰,۶F_u) = ۰,۷۵\times۰,۷۵\times(۰,۷۰۷\times۱,۲)(۰,۶\times۴۲۰۰) = ۱۲۰۰\ kg/c$

طول جوش $L_w = \frac{۶۱,۱۹\times۱۰^۳}{۱۲۰۰} = ۵۰,۹۷cm$

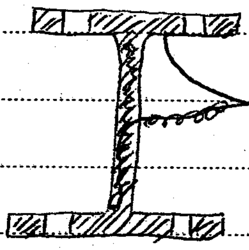
2x 30 cm جوش در هر طرف

ورق تحتانی 2x 26 cm

در صورت نیاز به سخت کننده فشاری ولی نیاز به طراحی این صفحات نمی‌باشد.

ش) اتصال ورق بال فوقانی تیر توسط پیچ ← مشابه طراحی اتصال با پیچ تحت نیروی برشی (۶۱٫۱۹ ton)

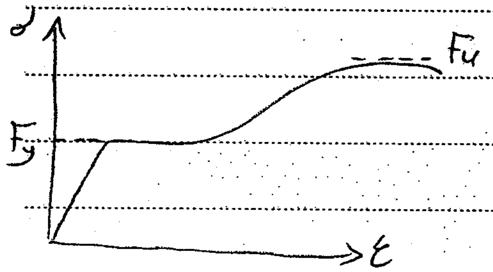
در صورت اتصال با پیچ ← سوراخ در بال تیر ← ممکن است موجب کاهش ظرفیت خمشی تیر در محل اتصال شود



A_{fn} = مساحت خالص بال → F_u

A_{fg} = مساحت کل بال → F_y

$F_u A_{fn} \geq Y_t A_{fg} F_y$ → کاهش ظرفیت خمشی در مقطع اتصال اتفاق نمی‌افتد.



$$\frac{F_y}{F_u} \leq 0.8 \longrightarrow Y_t = 1$$

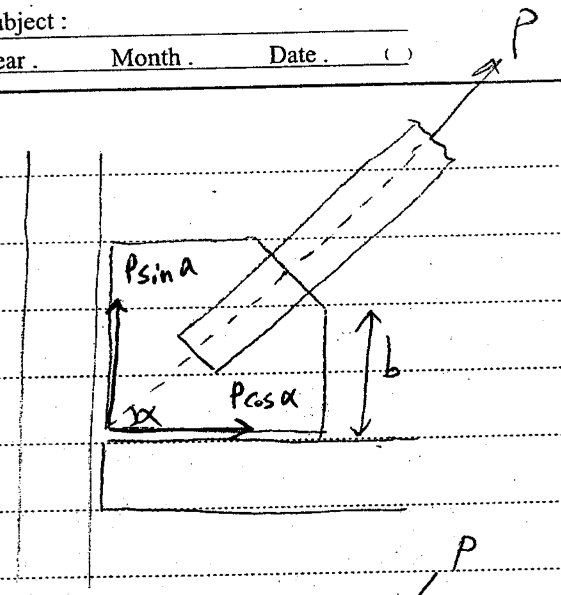
$$\frac{F_y}{F_u} > 0.8 \longrightarrow Y_t = 1.1$$

$$F_u A_{fn} \geq Y_t A_{fg} F_y \xrightarrow{\text{در غیر این صورت}} M_n \leq \frac{F_u A_{fn}}{A_{fg}} S_n$$

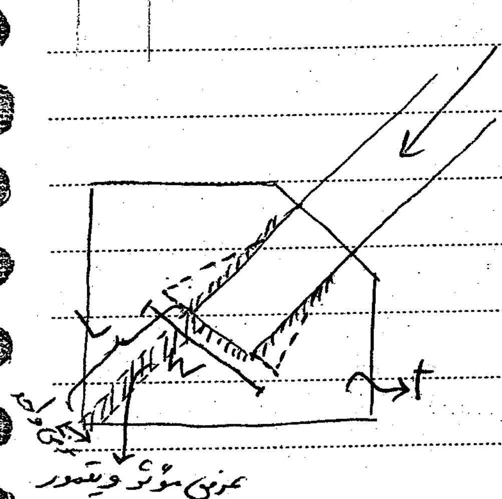
تکلیف: تمرین شماره ۴

www.vepub.com
Publish Your Mind

طراحی اتصال مهاربندی:


P
Psin α
Pcos α
α
b

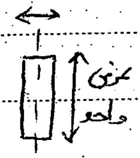
کنترل ③ $\frac{b}{t}$ کنترل کمانشی موضعی لبه


P
t
زاویه ۳۰
عرض مؤثر ویتمور

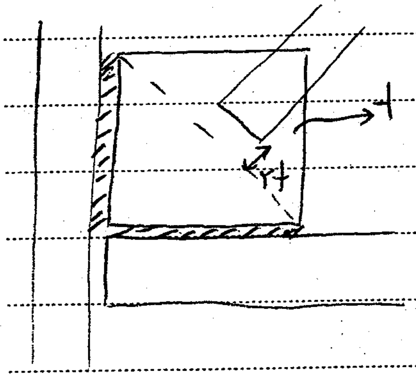
$\frac{P}{wt}$ = تنش کششی $< \overset{\phi_t}{0.9}F_y$ کنترل ①

کنترل ②

ستونی به طول L ⟵ کنترل کمانشی در فشار



$\longrightarrow r = 0.3t$ $\quad \frac{kL}{r} = \frac{1.2L}{0.3t}$ و $\frac{\text{نیروی}}{\text{فشاری}} = \frac{P}{wt} \times t$



توصیه

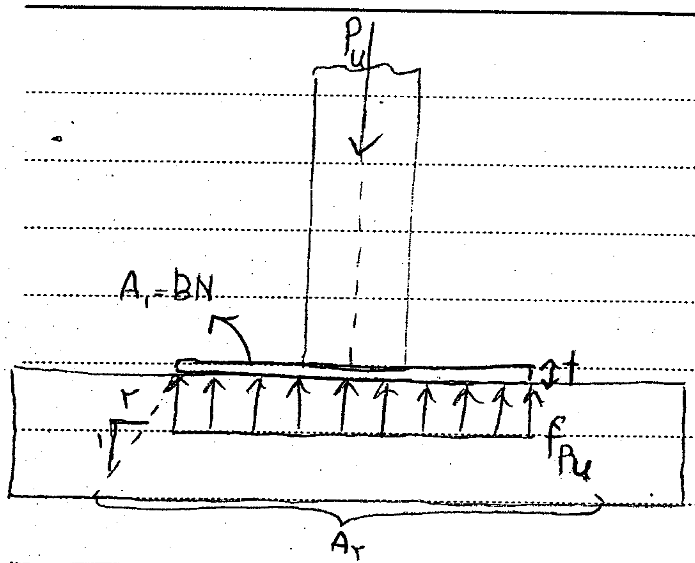
$\longrightarrow$ باید به اندازه 2t از خط واصل دو انتهای جوش فاصله داشته باشد. اگر پایین‌تر باشد هنگامی که ٥ مهاربندی خواهد تاب بخورد جوش را می‌کند.

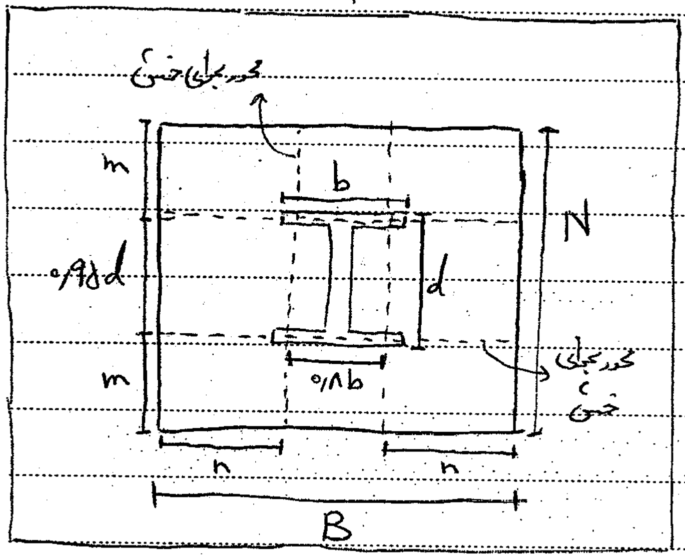
اتصال پای ستون (کف ستون‌ها):

۱) اتصال مفصلی

- نیروی محوری تنها

- تنش یکنواخت پای ستون در زیر ورق ستون


P_u
$A_1 = BN$
t
۲
۱
f_{Pu}
A_2


محور بحرانی خمش
b
m
N
0.95d
d
محور بحرانی خمش
m
0.8b
n
n
B

در دو جهت محور بحرانی خمش داریم

طره طول n $\quad M_u = \frac{f_{Pu} N n^2}{2} \qquad \phi_b \left(\frac{N t^2}{4}\right) F_y = \frac{f_{Pu} N n^2}{2}$

طره طول m $\quad M_u = \frac{f_{Pu} B m^2}{2} \qquad \phi_b \left(\frac{B t^2}{4}\right) F_y = \frac{f_{Pu} B m^2}{2}$

$\underset{0.9}{\phi_b} Z F_y$

$$\Longrightarrow \left.\begin{cases} t = 1.5 n \sqrt{\dfrac{f_{Pu}}{F_y}} \\ t = 1.5 m \sqrt{\dfrac{f_{Pu}}{F_y}} \end{cases}\right\} \max t \qquad \boxed{f_{Pu} = \frac{P_u}{A_1}}$$

مقاومت اتکایی طراحی :

$\phi_c P_p$

P_p → حد نهایی خردشدگی مصالح (بتن یا مصالح بنایی)

$\phi_c = 0.65$

الف) تکیه‌گاه با مصالح بنایی با سنگ‌های آهکی یا ماسه‌سنگ‌ها یا ماسه سیمان

$P_p = F_p A_p$

A_p → سطح تماس

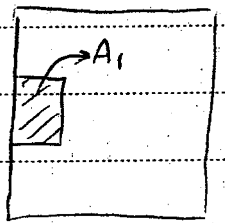
F_p → تنش اتکایی اسمی $6 MPa$

ب) تکیه‌گاه با مصالح بنایی با آجرهای رسی و ملات ماسه سیمان

$F_p = 4 MPa$

پ) تکیه‌گاه بتنی

$$P_p = 0.85 f_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \le 1.7 f_c A_1$$



استثناء

$A_1 = A_2$

طراحی ابعاد B و N :

$$P_u \le \phi_c P_p = 0.65 \left(0.85 f_c A_1 \underbrace{\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}}_{\text{حداکثر ۲}}\right)$$

$P_u = ۱۴۵\ ton$

ستون IPB200

$f_c = ۲۱۰\ kg/cm^۲$

$F_y = ۲۴۰۰\ kg/cm^۲$

فرض $\frac{A_۲}{A_۱} = ۷۵$

مثال ۳: مثال در صفحه قبل

$$F_p = ۰{,}۸۵ f_c \sqrt{\frac{A_۲}{A_۱}} \leq ۱{,}۷ f_c$$

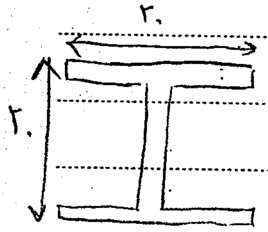
$$F_p = ۰{,}۸۵ f_c \sqrt{۷۵} \leq ۱{,}۷ f_c \longrightarrow F_p = ۱{,}۷ f_c = ۳۵۷\ kg/cm^۲$$

$$A_۱ = \frac{P_u}{\phi_c F_p} = \frac{۱۴۵۰۰۰}{۰{,}۶۵ \times ۳۵۷} = ۷۱۱\ cm^۲ \xrightarrow{\text{انتخاب}} N \text{ و } B$$

$N \to ۲۹$ ، $B \to ۲۶$

$$۲۹ \times ۲۶ = ۷۵۴\ cm^۲ \geq ۷۱۱\ cm^۲$$

بعد اساسی را با رده‌های برابر انتخاب می‌کنیم → طرح بهینه



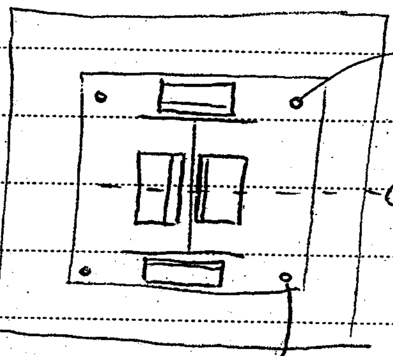
$$n = \frac{B - ۰{,}۸b}{۲} = ۵$$

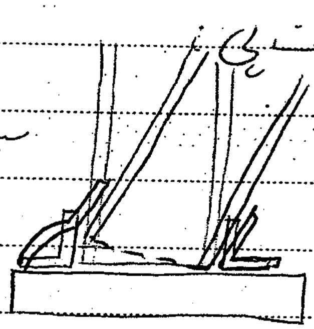
$$m = \frac{N - ۰{,}۹۵d}{۲} = ۵$$

$$t = \max \begin{cases} ۱{,}۵n\sqrt{\frac{f_{pu}}{F_y}} \\ ۱{,}۵m\sqrt{\frac{f_{pu}}{F_y}} \end{cases} = ۲{,}۲۷\ cm \longrightarrow \boxed{PL\ 290 \times 260 \times 25\ mm}$$

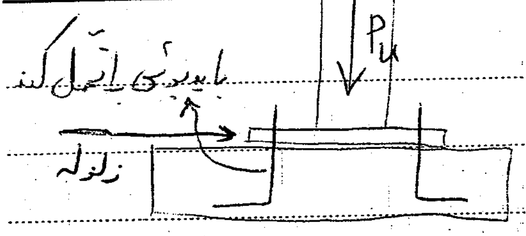
اگر در بازار ورق ۲۵ mm نداشتیم مثلاً ورق ۱۲ و ۱۵ را با جوش انگشتانه‌ای می‌دهیم

اجرای اتصال مفصلی در کف ستون:

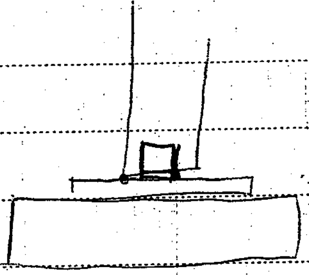




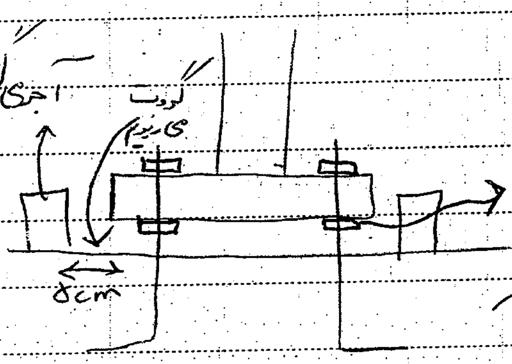
$$\text{قطر سوراخ} = d_{\text{میلگرد}} + ۴mm$$


P_u
باید برشی را تحمل کند
زلزله

اگر زلزله یا نیروی جانبی نباشد برشی = P_u ۱٪



A اگر انتهای ستون گیردار نباشد نبشی ها تا حدی این مشکل را برطرف خواهد کرد.


آجری [illegible]
گروت می‌ریزیم
۵cm

با این پیچ ها بالای کلیه تا صفحه ستون ها تراز شوند.

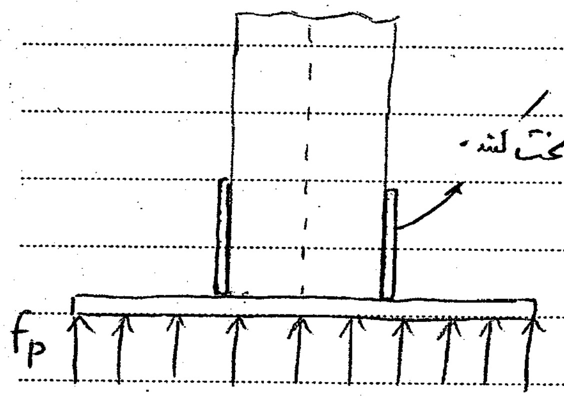
بتن ریزی

علت استفاده از گروت این است که گروت وقتی خشک می شود برعکس بتن منبسط می شود.

Base plate -۱
۲- اتصال ساده
۳- اتصال خمشگیر (با پیچ، جوش، پرچ و ...)

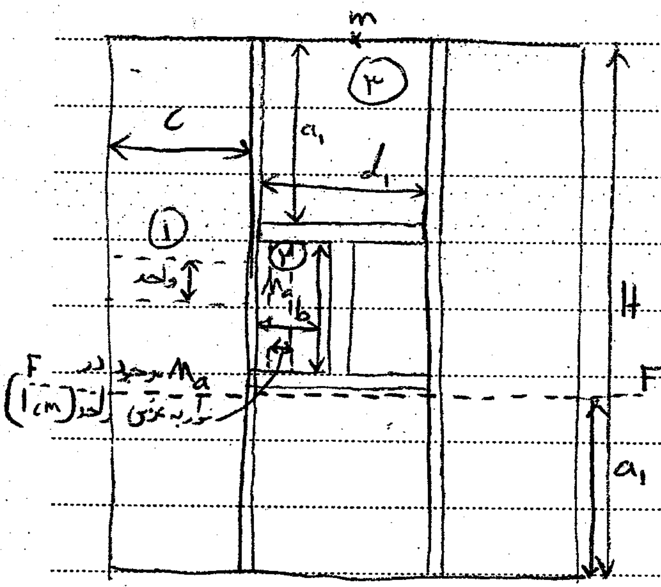
جلسه پانزدهم: ۹۴/۳/۱۰

در صورتی که ضخامت ورق پای ستون زیاد باشد می‌توان از سخت کننده استفاده کرد.



- در حالتی که سخت کننده نداشتیم ممان داخل مقطع برای ورق به دو حالت تیر طره در جهت B و H حساب می‌شود و بین این دو حالت ضخامت لازم محاسبه گردید.

- در حالتی که روش قبل به ضخامت غیرقابل قبول می‌رسید و یا می‌خواهیم از ضخامت کمتر استفاده کنیم باید سخت کننده بگذاریم. در این حالت ممان در نقاط بحرانی در قسمت‌های ① و ② و ③ باید حساب گردد و بیشترین از این ممان‌ها به ضخامت لازم ورق رسید.



① قسمت $\longrightarrow$ تیر طره $\longrightarrow$ $M = \frac{f_p c^2}{2}$ ممان در واحد عرض ورق

② قسمت $\longrightarrow$ ورق روی چهار طرف تکیه‌گاه گیر یا ساده $\longrightarrow$ $\text{Max}\begin{cases} M_a = \alpha_1 f_p b^2 \\ M_b = \alpha_2 f_p b^2 \end{cases}$

ممان به عرض واحد برای جهت a

ممان به عرض واحد برای جهت b

$\alpha_1 , \alpha_2 \longrightarrow$ ضرایبی که از تئوری ورق و پوسته به دست می‌آیند

b = جهت کوچکتر

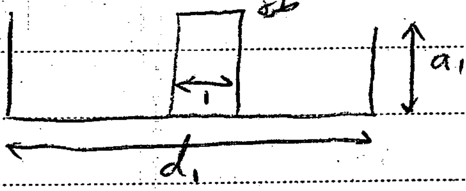
نسبت a/b	۱	۱,۱	۱,۲	۱,۳	۱,۴	۱,۵	۱,۶	۱,۷	۱,۸	۱,۹	۲	>۲
α_1	۰/۰۴۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۳	۰/۰۶۹	۰/۰۷۵	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۹۱	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۰	۰/۱۲۵
α_2	۰/۰۴۸	۰/۰۴۹	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۳۷

در صورت نشستن کلیه لبه‌های گیردار ستون ها را می‌توان ۲۰٪ کاهش داد

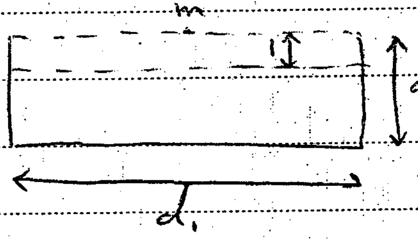
قطعه‌ی محلی با صفحات نظیر لبه آزاد ← وسط روی نشیمنگاه ← حالت ③
(m)

$M_3 = \alpha_3 f_p d_1^2$ $d_1 =$ طول لبه آزاد

$\frac{a_1}{d_1} < 0,5 \rightarrow$ به صورت طره تحلیل می‌شود



a_1/d_1	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۱	۱,۲	۱,۴	۲	>۲
α_3	۰/۰۶۰	۰/۰۷۴	۰/۰۸۸	۰/۰۹۷	۰/۱۱۲	۰/۱۲۰	۰/۱۲۶	۰/۱۳۲	۰/۱۳۳



$\rightarrow M_u = \mathrm{Max}(M_1, M_2, M_3)$

از این مقدار ضخامت لازم ورق پای ستون محاسبه می‌شود

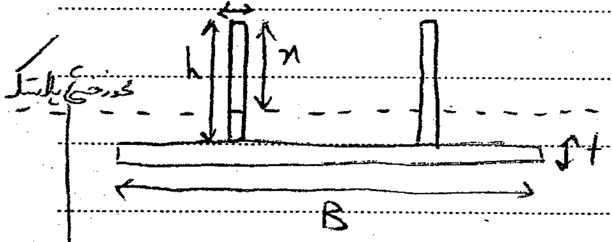
مقاومت خمشی ورق: $M_u \leq \underset{0,9}{\phi_b} \underbrace{\left(\frac{1 \times t^2}{4}\right)}_{Z} F_y$

ابعاد ورق بررسی براساس P_u و IPB و A_2/A_1

Subject :

Year . Month . Date . ( )

لنگر مقطع F-F $= M = f_p \times a_1 B \times \frac{a_1}{2} \longrightarrow M_u = f_p B \frac{a_1^2}{2}$

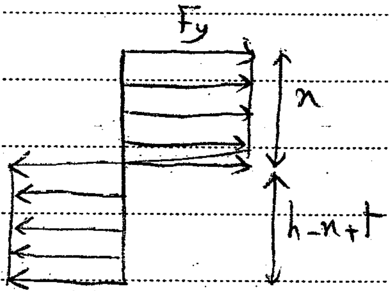

t_s
h
x
t
B
محور خنثی پلاستیک

مقطع F-F

سطح بالا و پایین مساوی شود $\longrightarrow 2xt_s = 2(h-x)t_s + Bt \longrightarrow$ x برحسب h, t_s

ممان اول سطح نسبت به محور خنثی پلاستیک $Z = 2xt_s \times \frac{x}{2} + 2(h-x)t_s \times \frac{h-x}{2} + Bt(h-x+t/2) \longrightarrow$ x را برحسب h, t_s قرار می دهیم

$Z = f(h, t_s)$

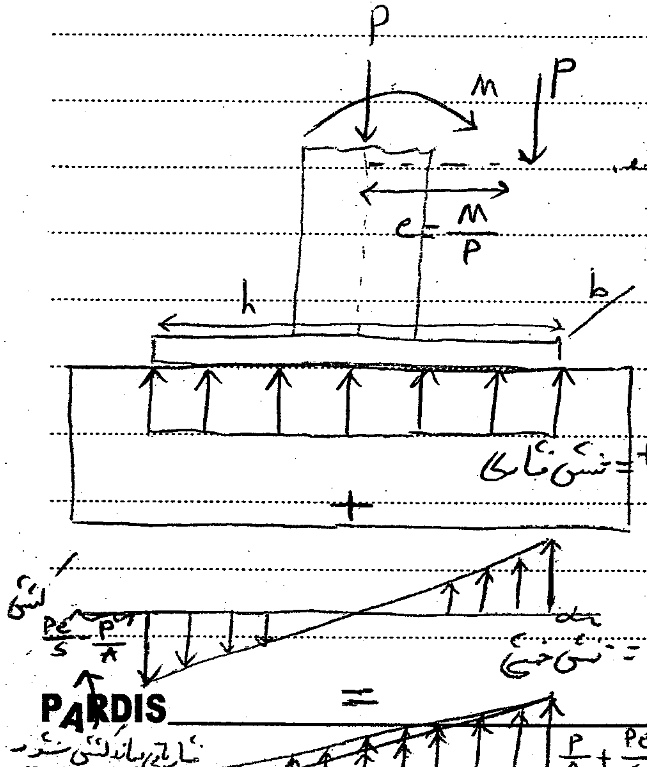


$M_u \leq \phi_b Z F_y \longrightarrow$ مثلاً t_s معلوم باشد h مشخص می شود

برحسب h, t_s

اگر محور خنثی در داخل t (ورق پایه) قرار گیرد فرمول ها تغییر می کند

۲) اتصالات پای ستون که تحمل لنگر خمشی می کنند.


P
M
P
$e = \frac{M}{P}$
h
b
+
کشش
$\frac{Pe}{S} - \frac{P}{A}$
=
نبایستی کشش شود
$\frac{P}{A} - \frac{Pe}{S}$

$M + P =$ نیروی محوری P با یک خروج از مرکزیت $e = \frac{M}{P}$

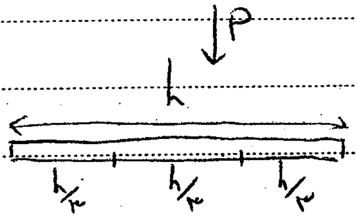
تنش ثابت $= f = \frac{P}{A} \rightarrow$ سطح مقطع

تنش خمشی $= f = \frac{Pe}{S}$

$\frac{P}{A} + \frac{Pe}{S} = f_p$

برای آنکه کشش اتفاق نیفتد $\rightarrow \frac{P}{A}-\frac{Pe}{\frac{bh^2}{6}}\geq 0 \rightarrow \frac{P}{bh}-\frac{Pe}{\frac{bh^2}{6}}\geq 0 \rightarrow$

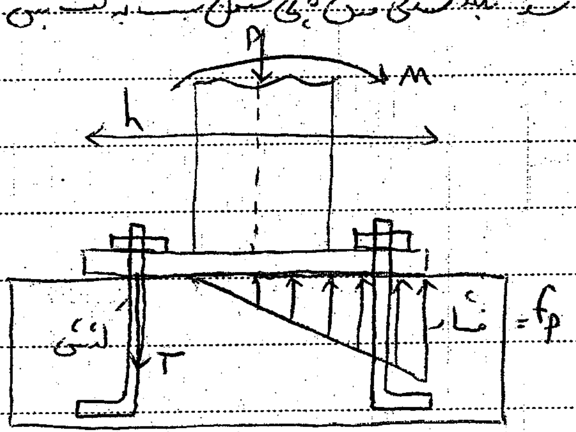
$$\frac{P}{bh}\left(1-\frac{6e}{h}\right)\geq 0 \rightarrow \boxed{e\leq\frac{h}{6}}$$



یعنی P در $\frac{1}{3}$ وسط واقع شود.

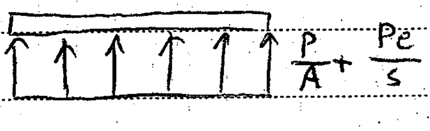
در صورتی که $e>\frac{h}{6}$ یعنی P در $\frac{1}{3}$ وسط نباشد لذا بلندشدگی صفحه پای ستون بسبب کشش اتفاق می‌افتد.

$$e=\frac{M}{P}>\frac{h}{6}$$



یعنی میل مهار باید برای کشش ایجاد شده در پای ستون طرح شود.

جهت طراحی ضخامت صفحه پای ستون ← فرض حالت تنش‌ها به صورت یکنواخت در زیر صفحه می‌باشد.



میل مهار ← در صورتی که در کشش قرار نگیرد برابر برش زلزله و در غیر این صورت برابر P ۱۰٪ طرح می‌شود و در صورت تحمل کشش برابر کشش طرح می‌شود.

در صورتی که $e>\frac{h}{6}$ باشد برای محاسبه تنش زیر صفحه از فرمول قبل نمی‌شود استفاده کرد چون در آن حالت

محیط به شکل زیر است (در امتحان نمی آید) معادله سازگاری تغییر شکل ها + معادله تعادل خارجی در حالت الاستیک

$$x^3+k_1x^2+k_2x+k_3=0 \qquad n=\frac{E_s}{E_c}\simeq 10$$

$$k_1=3\left(e-h/2\right)$$

$$k_2=\frac{6nA_s}{B}\left(g+e\right)$$

$$k_3=-k_2\left(\frac{h}{2}+g\right)$$

برای حل این معادله درجه ۳ به صورت سعی و خطا و عددی می شود آن را حل کرد

$$T=-P\left[\frac{\frac{h}{2}-\frac{x}{3}-e}{\frac{h}{2}-\frac{x}{3}+g}\right]$$

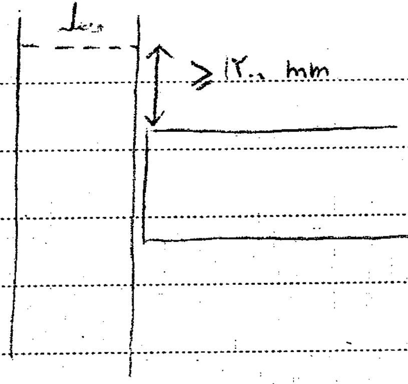
$$f_p=\frac{2(P+T)}{xB}\leqslant \underset{[illegible]}{\phi_c F_p}$$

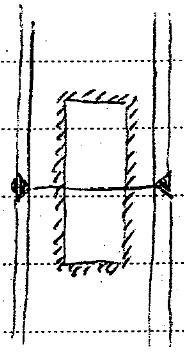
متوسط f_p

A کلیه عملیات این حالت با نرم افزار Base plate انجام داد

Subject :
Year .　Month .　Date .　( )

وصله ستون‌ها:

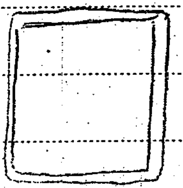


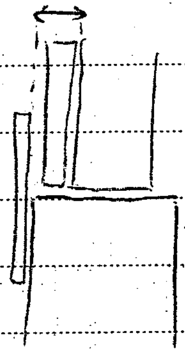


جوش نفوذی → وصله بال‌ها

ورق + جوش گوشه → وصله جان

BOX → هر چهار ورق با جوش نفوذی

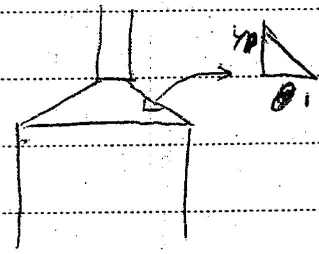




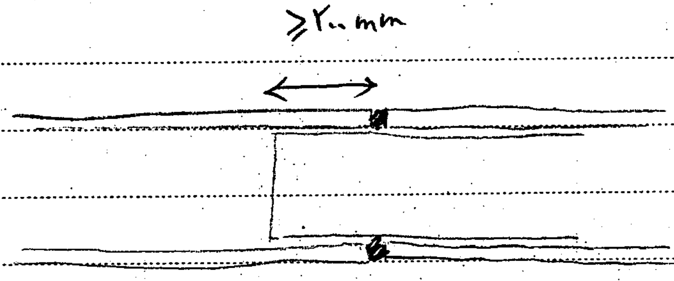
فاصله > ۲mm → استفاده از ورق پرکننده

فاصله ≤ ۲mm → نیاز به استفاده از ورق پرکننده نیست و با خم کردن اعضای لازم

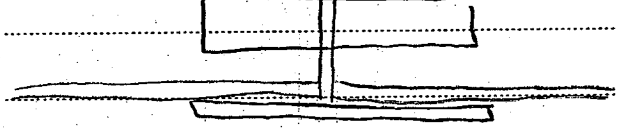
فاصله >> ۲mm →



وصله تیرها:



محل وصله تیرها از محل مفصل پلاستیک زلزله دور باشد



PARDIS

Subject:

Year. Month. Date. ( )

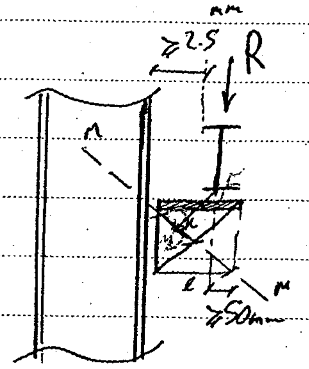
~~کنترل برش در اتصال N~~

~~$\frac{R}{2t_s} \le 0.6F_y$ $\frac{60000}{50\times1.4} \le 0.6F_y$ 857 ≤ 1440 OK~~

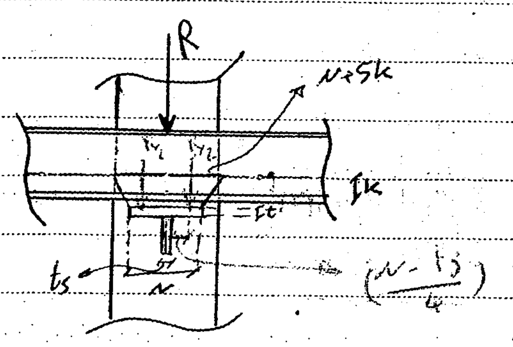
مطالعه مشابه حالت تکیه‌گاه ساده

ـ ساده با نشیمن تقویت شده

(1)


mm
≥2.5
R
M
M
ℓ
≥50mm

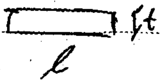
(2) محاسبه N بر اساس تسلیم و لهیدگی جان

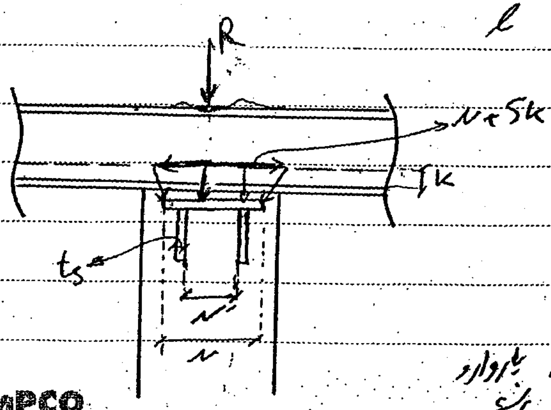

R
N+5k
k
t
t_s
N
$\left(\frac{N-t_s}{4}\right)$

(3) ضخامت ورق نشیمن بر اساس خمش

$M = \frac{R}{2} \times \left(\frac{N-t_s}{4}\right)$ ← در مقطع ورق نشیمن

$\sigma = \frac{4M}{\ell t^2} \le 0.9F_y$



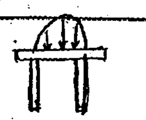


← سو سخت شده

$q = R/N \longrightarrow M = \frac{qN^2}{8}$

بار وارده

[illegible]



www.vepub.com
Publish Your Mind

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تنش فشاری در مقطع m-m $\sigma = \frac{F}{x t_s} + \frac{4M}{x^2 t_s} < .6F_y$ (4)

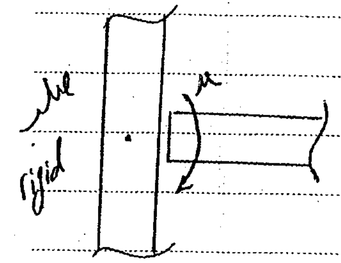
$\longrightarrow$ بخاطر کمانش

موضعی جانبی در پیچ ضرب می‌شود

جلوگیری از کمانش ورق $\frac{l}{t_s} < \frac{1355}{\sqrt{F_y}}$ (5)

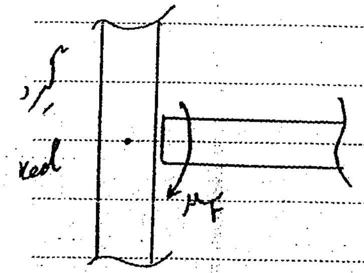
$\longrightarrow$ در واقع $\frac{798}{\sqrt{F_y}} \times 1.7$

اتصال صلب تیر به ستون

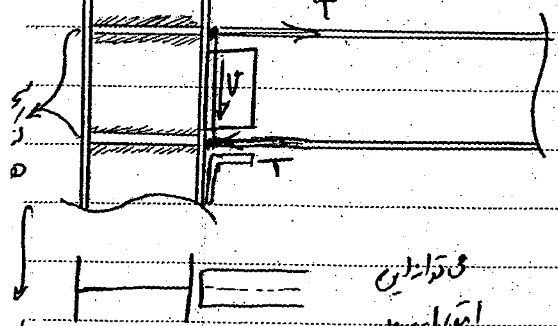


آزاد نمی‌چرخد
زاویه بین تیر
و ستون نمی‌تواند تغییر کند
} ناچیز

$\frac{M}{M_p} > 0.9$ • [illegible] گیردار [illegible]



آزاد نمی‌چرخد
زاویه بین تیر و ستون
تغییر می‌کند



برش ← جان { نبشی جان
نبشی نشیمن

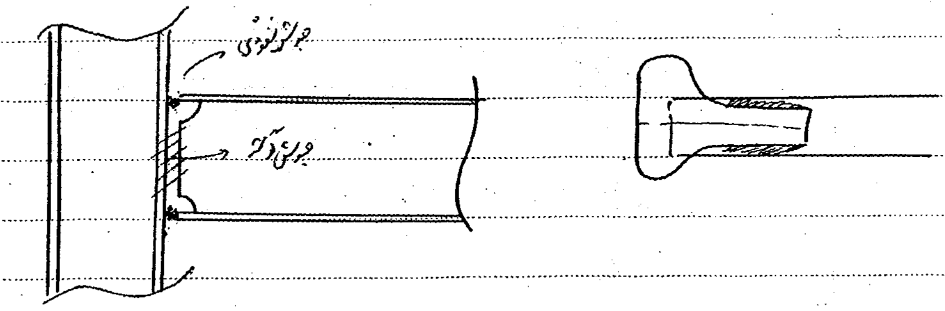
می‌توان این
اتصال به جان
ستون با ورق ولی
متداول نیست

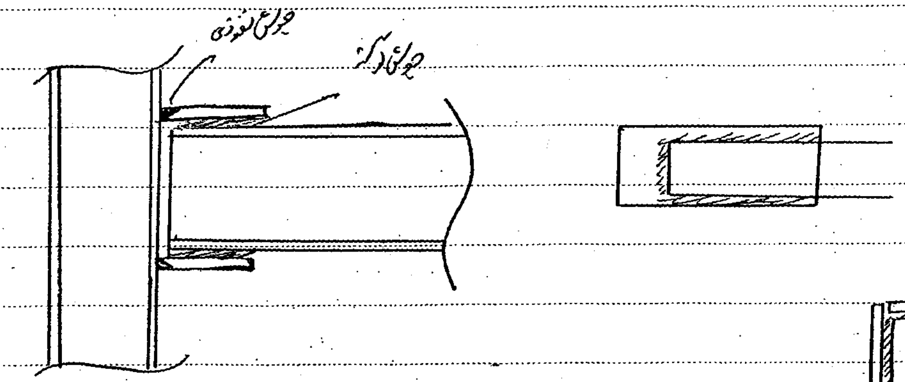
اتصال مستقیم ← بال ← خمش
بال تیر به بال ستون
توسط جوش نفوذی

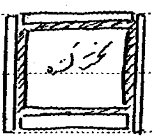
برای
جلوگیری
از
بال ستون و یا لبه‌ی
جان ستون

$\longleftarrow$ (ختم شده در ناحیه کششی و لهیدگی جان ستون در فشار)

PAPCO


جوش نفوذی
جوش گوشه

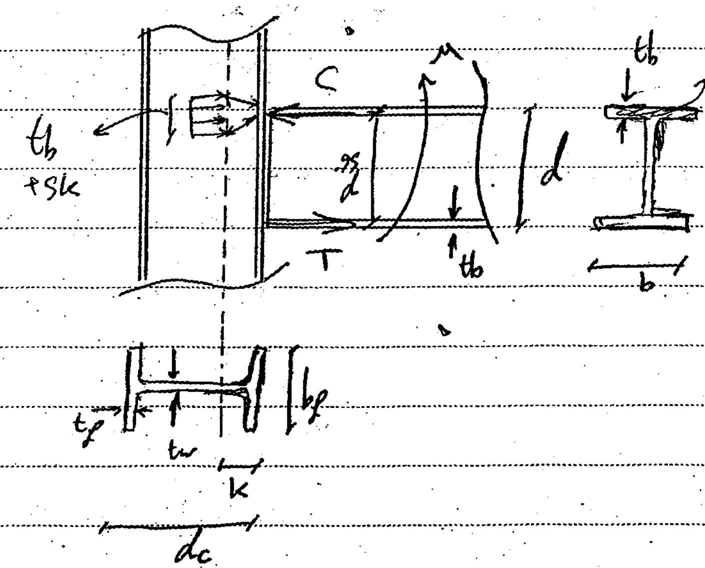

جوش نفوذی
جوش گوشه



مقطع جعبه‌ای
برای ستون

طراحی اتصال صلب

بدون تخت کننده
(تخت کننده نیاز نیست)


t_b
$+5k$
C
T
M
$.95d$
d
t_b
t_b
A_f
b
t_f
t_w
k
b_f
d_c

☑ بررسی شش عامل
☐ — عامل

الف) در قسمت فشاری برای جلوگیری از تسلیم موضعی جان ستون
(در قسمت کششی نیز وجود دارد)

$\phi R_n > \frac{M}{.95d} = R$ یا $P_{bf} = A_f F_y$

www.vepub.com
Publish Your Mind

$\phi R_n = 1.0\, t_w (t_b + 5k) F_{yc}$

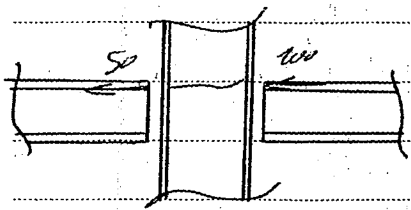
$t_w \geq \frac{\boxed{P_{bf}}\ 1R}{t_b+5k}$

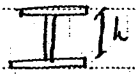
! * اگر ورق بالایی باشد

$t_b =$ ضخامت ورق بالایی

$A_f =$ سطح ورق بالایی

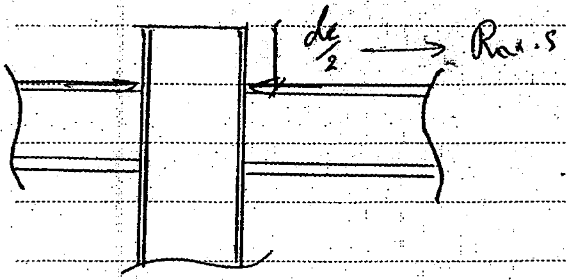
ب) در قسمت فشاری جهت جلوگیری از
کمانش فشاری جان ستون
در مقابل یک جفت نیروی ~~متمرکز~~





$\phi R_n \geq P_{bf}$

$\phi R_n = .9\left(\frac{24 t_w^3 \sqrt{E F_{yw}}}{h}\right) \geq P_{bf}$

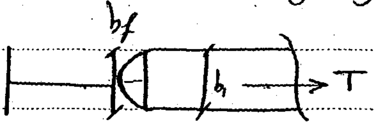


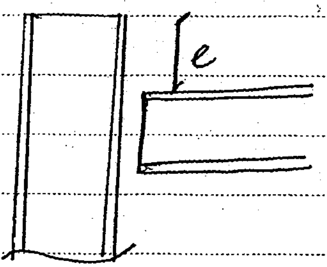
ج) کنترل رابطه لهیدگی برای جان ستون
در منطقه فشار

$\phi R_n \geq P_{bf}$

$\phi R_n = .75\left\{ .8 t_w^2 \left[1+3\left(\frac{t_b}{d_c}\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{1.5}\right]\sqrt{\frac{E F_{yc} t_f}{t_w}}\right\} \geq P_{bf}$

د) خمش موضعی بال ستون در مقابل نیروی متمرکز کششی





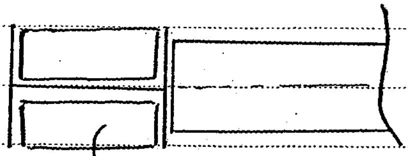
$\phi R_n \geq P_{bf}$

$\phi R_n = .9(6.25 F_{yf} t_f^2)$

$e < 10t_f \rightarrow R_n \times .5$

$b_1 < .15b_f \rightarrow$ نیاز به کنترل این فرمول نیست

اگر هر کدام از فرمولهای قبل (الف ب ج د) ارضا نشود نیاز به سخت کننده داریم.



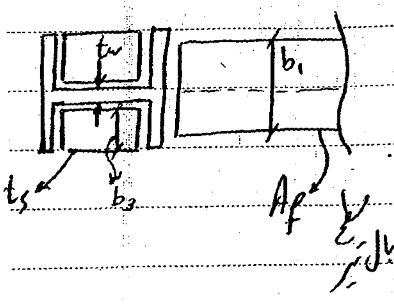
$P_{bf} = \underbrace{\phi R_n}_{} + A_{st} F_{yst}$

بین مقادیر بالا
حداقل در فشار (الف و ب و ج)
و یا حداقل در کشش (الف و د)

مجموع دو سطح سخت کننده A_{st}

www.vepub.com
Publish Your Mind

در صورتیکه کنترل های تسلیم موضعی جان، لهیدگی جان، کمانش جان در فشار و تسلیم کششی جان و خمش موضعی بال در کشش ارضا نشود، نیاز به سخت کننده داریم.



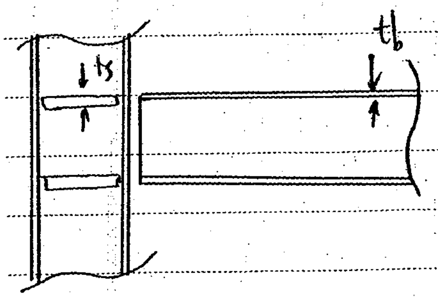
A_{st} مساحت دو سخت کننده

$A_f F_y$

$P_{bf} \leq \phi R_n + A_{st} F_{y_{st}}$

حداقل ۲ مورد بالا

$$“ A_{st} \geq \frac{P_{bf} - \phi R_n}{F_{y_{st}}} ”$$



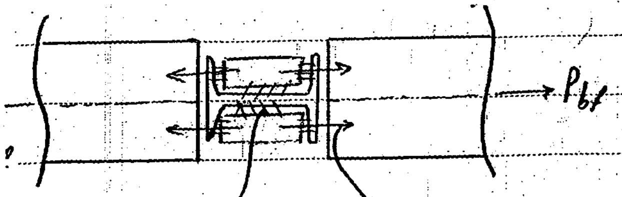
هم چنین روابط تجربی برای کنترل ابعاد سخت کننده

$$\begin{cases} b_s + \frac{t_w}{2} \geq \frac{b_1}{3} \\ t_s \geq \frac{t_b}{2} \end{cases}$$

$$\frac{b_s}{t_s} < 0.56\sqrt{\frac{E}{F_{y_{st}}}}$$

جلوگیری از کمانش موضعی

طراحی جوش سخت کننده به جان و بال ستون



$\frac{P_{bf} - P_{bf}}{2}$

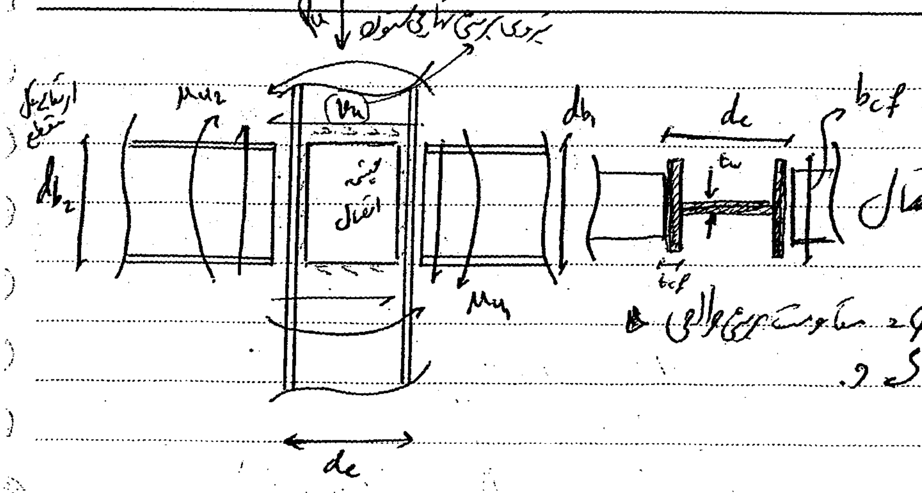
$\frac{P_{bf} - \phi R_n}{2}$

$\frac{P_{bf}}{2}$ برای طراحی

که از نظر منطقی می شود جوش را برای تمام ظرفیت کششی قسمت بال طراحی می کنیم

Subject:

Year. Month. Date. ( )


P_u
نیروی برشی ناشی از ستون
V_u
ارتجاعی مقطع
M_{u2}
d_{b2}
چشمه اتصال
d_{b1}
M_{u1}
d_c
d_c
b_{cf}
t_w
t_{cf}

- چشمه اتصال

← کنترل برش در چشمه اتصال

▶ مقاومت برشی طراحی $= \phi R_n$ → حالت حدی تسلیم برشی

[illegible]

1 تغییر شکل چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور شود: ⟵ ابعاد چشمه کوچک است

$$P_u \le .4 P_c \qquad P_c = P_y = A_g F_y \longrightarrow R_n = \underbrace{.6F_y}_{\tau_y} d_c t_w$$

P_u: مقاومت مورد نیاز ستون

P_c: مقاومت محوری تسلیم ستون

$$P_u > .4P_c \longrightarrow R_n = .6F_y d_c t_w \left(1.4 - \frac{P_u}{P_c}\right)$$

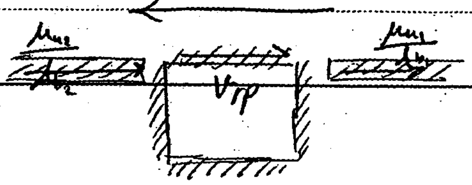
2 تغییر شکل چشمه در تحلیل سازه منظور شود:

$$P_u \le .75 P_c \longrightarrow R_n = .6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3 b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w}\right)$$

$$P_u > .75 P_c \longrightarrow R_n = .6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3 b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w}\right)\left(1.9 - \frac{1.2 P_u}{P_c}\right)$$

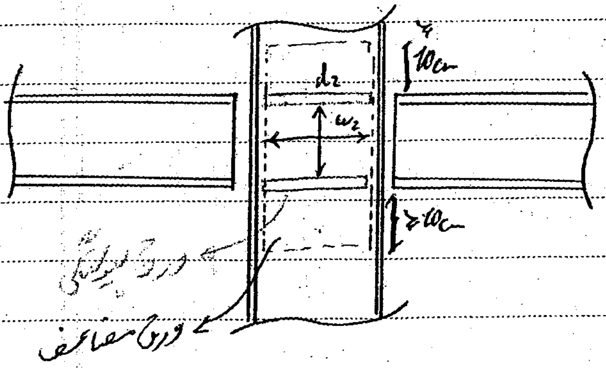
$$“V_{rp} = \frac{M_{u1}}{d_{b1}} + \frac{M_{u2}}{d_{b2}} - V_u” \longleftarrow \text{مقاومت برشی مورد نیاز}$$

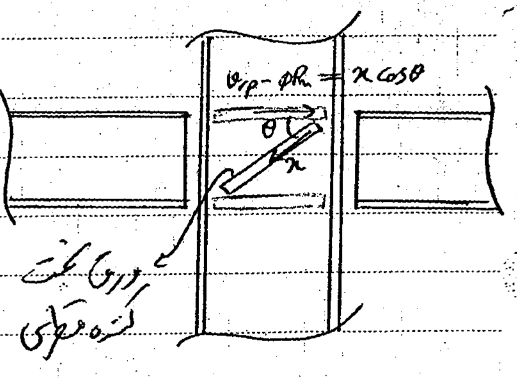
$V_{rp} \le \phi R_n$ ← تعبیه ورق تقویتی جان (ورق مضاعف) یا یک جفت سخت کننده قطری نیاز نیست


V_u
$\frac{M_{u2}}{d_{b2}}$
V_{rp}
$\frac{M_{u1}}{d_{b1}}$

www.vepub.com
Publish Your Mind

$V_{rp} > \phi R_n$ ⟵ تعبیه ورق تقویتی چشمه اتصال (ورق مضاعف) و یا یک جفت سخت کننده قطری دارای مقاومتی معادل برابر $V_{rp} - \phi R_n$ ⟵ همچنین برای جوش

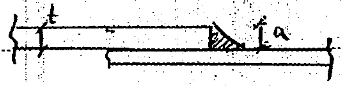

d_2
w_2
10cm
≥10cm
ورق پیوستگی
ورق مضاعف


$v_{rp} - \phi R_n = x\cos\theta$
θ
x
ورق سخت کننده قطری

$$t_2 \geq \frac{d_2 + w_2}{90}$$

ضخامت چشمه و یا ورق مضاعف ⟵ در صورت جوش انگشتانه مجموع

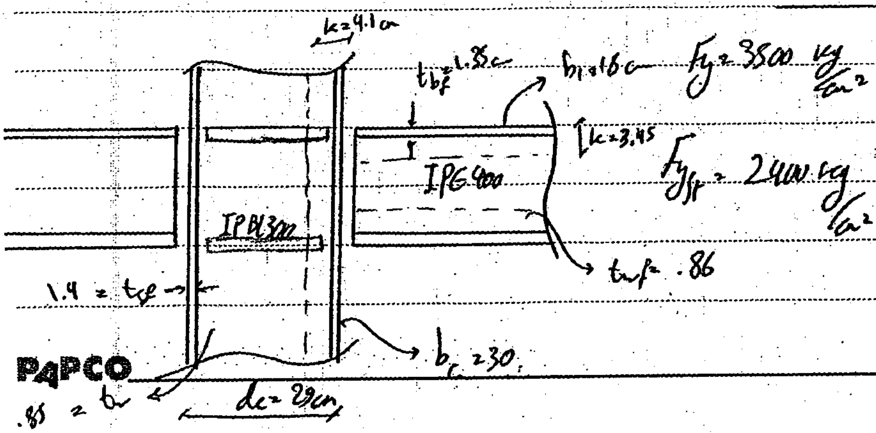
حداقل بعد جوش



$t \leq 6mm$ $\quad a_{max} = t$

$t > 6mm$ $\quad a_{max} = t-2$

کنترل (Ex


k=4.1cm
t_{bf}=1.8cm
b_f=18cm
k=3.45
IPE400
IPB300
1.4 = t_{cf}
t_{wf}= .86
b_c=30
.85 = t_w
d_c=29cm

$F_y = 3800\ kg/cm^2$

$F_{y_{st}} = 2400\ kg/cm^2$

الف) ناحیه فشاری - تسلیم موضعی جان ستون
ناحیه کششی

$$t_w > \frac{P_{bf}}{(t_b+5k)f_{y_{column}}}$$

بال تیر

ستون

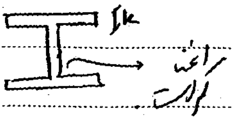
$$.85 > \frac{(18\times1.35)\times3500}{(1.35+4.1\times5)3500} = 1.11 \quad N.G$$

$$\phi R_n = 1\times t_w(t_b+5k)F_{y_c} = 65004 \text{ kg} > P_{bf} = 85050 \quad N.G$$

ب) ضخامت جان ستون جهت جلوگیری از کمانش در ناحیه فشار

$$h = d_c - 2k = 29 - 2\times1.4 = 26.2$$

چون IPB است
k = ضخامت
بال ستون



$$\phi R_n = .9\left(\frac{24t_w^3\sqrt{EF_{yc}}}{h}\right) \geq P_{bf}$$

$$\underbrace{\frac{.9(24\times.85^3\sqrt{2\times10^6\times3500})}{26.2}}_{41170} \geq 85050 \quad N.G$$

ج) کنترل لهیدگی جان ستون در ناحیه فشاری

$$\phi R_n = .75\left(.8\,t_w^2\left[1+3\left(\frac{t_b}{d}\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{1.5}\right]\sqrt{\frac{EF_{yc}t_f}{t_w}}\right) \geq P_{bf}$$

$$.75\left(.8\times.85^2\left[1+3\left(\frac{1.35}{29}\right)\left(\frac{.85}{1.4}\right)^{1.5}\right]\sqrt{\frac{2\times10^6\times3500\times1.4}{.85}}\right) \geq 85050$$

$$49622 \geq 85050 \quad N.G$$

PAPCO

www.vepub.com
Publish Your Mind

۲) کنترل خمش موضعی بال ستون در ناحیه کششی

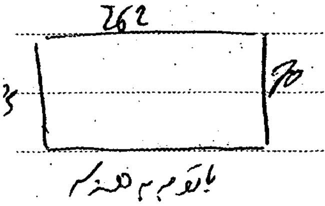
$\phi R_n \geq P_{bf}$

$.9(6.25 F_{yf} t_f^2) \geq P_{bf}$ $\quad .9\underbrace{(6.25 \times 3500 \times 1.4^2)}_{38587.5} \geq 85050$

N.G

$A_{st} \geq \dfrac{P_{bf} - \boxed{\phi R_n}^{\text{Min } 38588}}{F_{yst}} = \dfrac{85050 - 38588}{2400} = 19.35_{cm^2}$ — محاسبه سخت کننده

2PL 262 × 70



با توجه به هندسه

$\xrightarrow{} t_{st} = \dfrac{19.35}{2 \times 7} = 1.38 \longrightarrow t = 1.4$

هم ضخامت بال تیر

$b_s + \dfrac{t_w}{2} \geq \dfrac{b_f}{3} \quad 7 + \dfrac{.85}{2} \geq \dfrac{18}{3}$ ok — روابط تجربی

$b_s + \dfrac{t_w}{2} < \dfrac{b_f}{2} = \dfrac{18}{2} = 9$

_ کنترل کمانش سخت کننده

$\underbrace{\dfrac{b_s}{t_s}}_{4.7} < .56\sqrt{\dfrac{E}{F_y}} = .56\sqrt{\dfrac{2\times10^6}{2400}} = 16.2$ ok

_ کنترل چشمه ~~اتصال~~

$\dfrac{M_u}{2} = \phi M_p = .9 Z F_y = 1.12 S_x \times 3500 \times 10^{-5} = 40.9\ t.m$

$V_{rp} = \dfrac{2M_u}{d_b} - \underset{\text{ستون}}{V_u} = \dfrac{2\times 40.9\times10^5}{40} 10^{-3} = 209.6\ ton$

بطور محافظه کارانه صرفنظر می‌شود

$P_u < 0.4 P_c \longrightarrow R_n = 0.6 F_y d_c t_w$

$\phi R_n = 0.9 \times 0.6 \times 3500 \times 29 \times 0.85 \times 10^{-3} = 46.06 < V_{rp} = 204.6$

N.G

نیاز به ورق مضاعف ← دو ورق مضاعف در طرفین

20mm

$\phi R_n = 0.9 \times (0.6 \overset{2400}{F_y} \times 29 \times \overset{20mm}{\textcircled{4}} \times 10^{-3}) + 46.6 = 196.9 < V_{rp} = 204.6$

Not Bad

ورق های مضاعف را با جوش انگشتانه بجای یکتکه وصل می کنیم

$t_z \geq \frac{d_z + w_z}{90}$

$2 \times 2 + 0.85 \geq \frac{29 + 40}{90}$ OK

دانلود جزوات بیشتر در
⇓
www.vepub.com
Publish Your Mind