www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

ارزش جوش

ارزش جوش در واقع نیروی مجاز جوش با ضخامت گلوی مؤثر t_e و طول یک سانتیمتر می‌باشد.

$R_W = \text{مجاز} \quad F \times t_e \times 1\,cm$

$\text{مجاز} \quad F = (0.3F_u) \times \phi$

F_u = مقاومت نهایی کششی فلز الکترود

ϕ = ضریب کنترل کیفیت

t_e = اندازه گلوی مؤثر (برحسب نوع جوش و مشخصات آن طبق گفته‌های قبلی به دست می‌آید.)

مقدار ارزش جوش (R_W) برای جوش گوشه با الکترود E۶۰ و $\phi = 0.75$ به دلیل مصرف زیاد در اتصالات ساختمانی به صورت زیر محاسبه گشته و مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$R_W = t_e \times \text{مجاز} \quad F = 0.707a \times (0.3\phi F_u)$

$E60 \rightarrow F_u = 4200\ kg/cm^2,\ \phi = 0.75$

$R_W = 0.707a \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 \cong 650a\ kg/cm$

تذکر: در رابطه فوق مقدار R_W برای افزایش اطمینان به طور تقریبی قرار داده شده است.

در روابط محاسباتی هم می‌توان از مقادیر تقریبی و یا مقدار دقیق ۶۶۸.۱۱۵a که از فرمول کلی ارزش جوش به دست می‌آید استفاده نمود.

جوش اعضای محوری

اعضای محوری تحت کشش یا فشار تنها بوده، به همین جهت بایستی ابتدا ظرفیت کششی یا فضای اتصال را به دست آوریم، سپس یکی از انواع جوش را با انتخاب جنس الکترود مناسب در رابطه با فلز مبنا، بر مبنای ظرفیت به دست آمده طراحی می‌کنیم.

تذکر: مقاومت جوشهای مختلف به شرح زیر می‌باشد.

I. جوش شیاری

جوش $T = t_e \times (0.3\ \phi\ F_u) \times l$

II. جوش گوشه

(الف) با ساق‌های مساوی

جوش $T = 0.707\, a \times (0.3\ \phi\ F_u) \times l$

(ب) با ساق‌های نامساوی

جوش $T = \dfrac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2}} \times (0.3\phi\ F_u) \times l$

III. جوش انگشتانه

جوش $T = \dfrac{\pi D^2}{4} \times (0.3\ \phi\ F_u)$

D= قطر انگشتانه

IV. جوش کام

جوش $T = b \times t \times (0.3\ \phi\ F_u)$

b= طول جوش کام

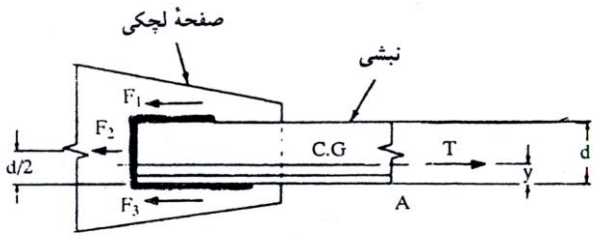
t = عرض جوش کام

l = طول جوش

جوش متعادل (Ballanced Weld)

وقتی که اعضای تحت تنش مستقیم محوری، دارای سطح مقطع غیر متقارن نسبت به نیروی محوری می‌باشند، باعث ایجاد برون محوری در اتصال جوشی می‌شود. زیرا نیروی محوری وارده دارای خروج از مرکزیت نسبت به مرکز گرانش (C.G) جوش می‌باشد.

در این حالت بایستی ابعاد جوش و طول جوش و در نهایت مقاومت حاصله طوری تعیین گردد، که جوش حاصله متعادل باشد.



با لنگرگیری حول نقطه A داریم:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow F_1 = \frac{T.y}{d} - \frac{F_2}{2}$$

که در رابطه فوق مقدار F_2 برابر است با:

$$F_2 R_W \; L_{W2}$$

تذکر: در صورتی که در انتهای مقطع جوش نداشته باشیم نیروی F_2 مساوی صفر می‌گردد.

$$\sum F_X = 0 \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 = T$$

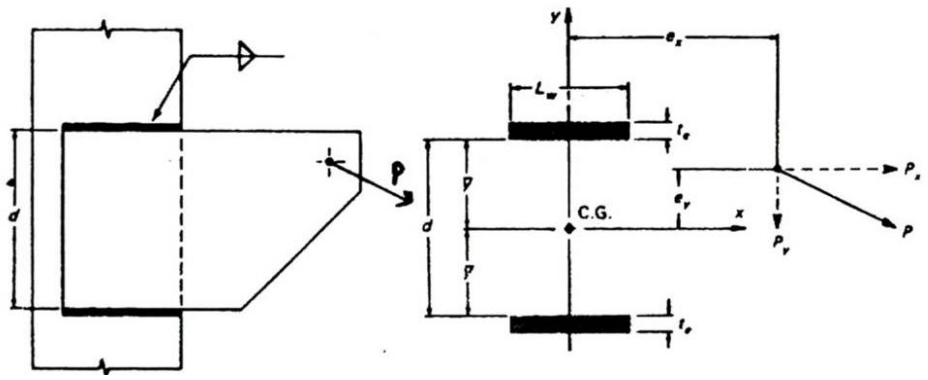
$$\begin{cases} F_3 = T - F_1 - F_2 \\ F_3 = T\left(1 - \frac{y}{d}\right) - \frac{F_2}{2} \end{cases}$$ یا

محاسبه طول جوش‌ها

$$L_{W1} = \frac{F_1}{R_W} \quad , \quad L_{W3} = \frac{F_3}{R_W}$$

تذکر: با توجه به عرض ناحیه انتهایی مقطع مقدار L_{W2} نیز مشخص می‌باشد (در صورت وجود).

اتصالات جوشی با خروج از مرکزیت (Eccentric Welded Connections)



مؤلفه‌های تنش در اثر نیروی برشی مستقیم

$$f'_X = \frac{P_X}{A} \quad , \quad f'_y = \frac{P_y}{A}$$

مؤلفه‌های تنش در اثر پیچش

$$f''_X = \frac{T.y}{I_P} = \frac{(P_X e_y + P_y e_X).y}{I_P}$$

$$f''_y = \frac{T.x}{I_P} = \frac{(P_X e_y + P_Y e_X).x}{I_P}$$

برآیند تنش‌ها

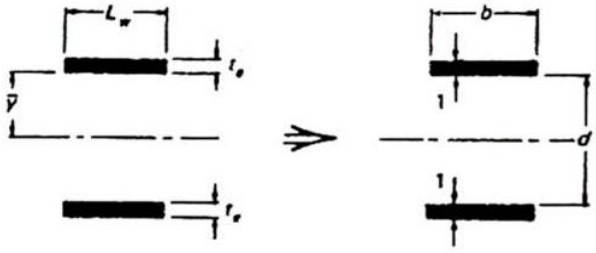
$$f_r = \sqrt{(f'_X + f''_X)^2 + (f'_y + f''_y)^2}$$

کنترل تنش برآیند مجاز

$$f_r \le F$$

F مجاز = مطابق جدول به دست می‌آید. $(0.3\phi F_u)$

تذکر: در طراحی جوش اتصالات برای سهولت می‌توان جوش را خطی فرض کرد و پس از تعیین f_r برای ضخامت مؤثر واحد (t_e=۱) آن را بایستی کوچکتر مساوی ارزش جوش قرار دهیم و ضخامت مؤثر (t_e) و متعاقب آن نیز بعد جوش را به دست آوریم.



کنترل تنش برآیند برای (t_e=۱):

$$f_r \le R_W$$

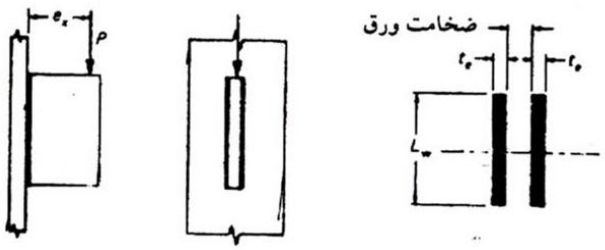
ارزش جوش $R_W = 0.707\,a\,(0.3\phi\, F_u)$

که از معادله فوق داریم:

$$t_e \ge \frac{f_r}{(0.3\phi F_u)} \quad \text{یا} \quad a \ge \frac{f_r}{0.707\times(0.3\phi F_u)}$$

در این حالت بایستی توجه داشت که برای محاسبه Ip و سایر مشخصات هندسی جوش می‌توان از جدول ۱ استفاده نمود.

ترکیب برش و خمش (Saear and Bending)



تنش برشی قائم

$$f_V = \frac{P_y}{A}$$

تنش افقی در اثر خمش

$$f_b = \frac{M.C}{I}$$

برآیند تنش‌ها

$$f_r = \sqrt{f_V{}^2 + f_b{}^2} \leq \text{مجاز} \quad F \text{ یا } R_W$$

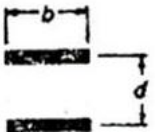
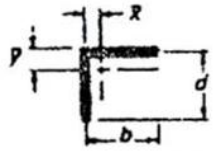
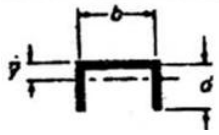
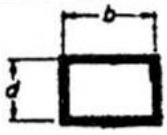
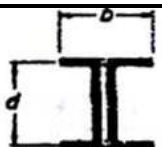
تخمین طول جوشی که تحت اثر لنگر خمشی می‌باشد

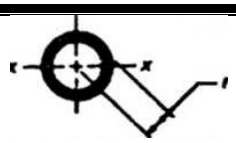
برای تخمین طول جوش گوشه مورد نیاز، در اتصالاتی که تحت اثر لنگر خمشی می‌باشند داریم:

$$L_W = \sqrt{\frac{6M}{R_W}}$$

تذکر: این رابطه برای لنگرهای تنها صدق می‌نماید و بایستی مقدار R_W را برای به حساب آوردن اثر برش مستقیم مقداری کاهش داد. (معمولاً مقدار L_W را ۱۰ درصد افزایش می‌دهند).

جدول ۱- مشخصات هندسی جوش‌ها با ضخامت مؤثر واحد

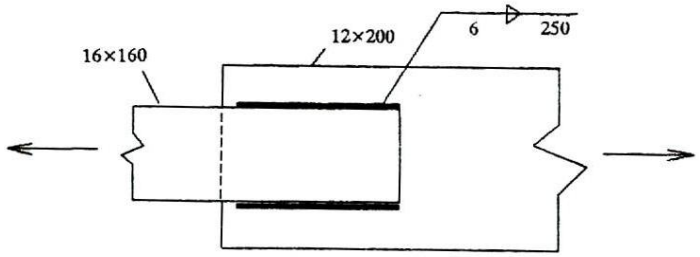
مقطع ارتفاع=d عرض= b		مدول مقطع	لنگر اینرسی قطبی، IPحول مرکز هندسی
۱.		$S=\frac{d^2}{6}$	$I_P=\frac{d^3}{12}$
۲.		$S=\frac{d^2}{3}$	$I_P=\frac{d(3b^2+d^2)}{6}$
۳. 		$S=bd$	$I_P=\frac{b(3d^2+b^2)}{6}$
۴. 	$\bar{y}=\frac{d^2}{2(b+d)}$ $\bar{x}=\frac{b^2}{2(b+d)}$	$S=\frac{4bd+d^2}{6}$	$I_P=\frac{(b+d)^4-6b^2d^2}{12(b+d)}$
۵.	$\bar{x}=\frac{b^2}{2b+d}$	$S=bd+\frac{d^2}{6}$	$I_P=\frac{8b^3+6bd^2+d^3}{12}-\frac{b^4}{2b+d}$
۶. 	$\bar{y}=\frac{d^2}{b+2d}$	$S=\frac{2bd+d^2}{3}$	$I_P=\frac{b^3+6b^2+d+8d^3}{12}-\frac{d^4}{2d+b}$
۷. 		$S=bd+\frac{d^2}{3}$	$I_P=\frac{(b+d)^3}{6}$
۸.	$\bar{y}=\frac{d^2}{b+2d}$	$S=\frac{2bd+d^2}{3}$	$I_P=\frac{b^3+8d^3}{12}-\frac{d^4}{b+2d}$
۹. 		$S=bd+\frac{d^2}{3}$	$I_P=\frac{b^3+3b^2+d^3}{6}$

۱۰. 		$S = \pi t^2$	$I_P = 2\pi t^3$

مسائل

۱.

ظرفیت اتصال به نمایش درآمده در زیر را که با استفاده از روش جوشکاری زیرپودری به دست آمده است با تنش‌های مجاز آئین‌نامه تعیین نمایید. فولاد مصرفی $St-37$ $(F_y = 2400\ kg/cm^2)$ بوده، از الکترود مناسب در جوشکاری استفاده به عمل خواهد آمد $(E60$ و $\phi = 1)$.



تذکر: چون ذکر شده است از روش جوشکاری زیرپودری استفاده نماییم و همچنین اندازه ساق جوش کوچکتر از ۱۰ میلی‌لیتر می‌باشد بنابراین طبق اصلاحیه آئین‌نامه t_e=a می‌باشد.

ارزش جوش $R_W = t_e(0.3\phi F_u) = 0.6\times.3\times1\times4200 = 65\ kg/cm$

جوش $T_1 = R_W L_W = 765\times2\times25 = 37800\,kg$

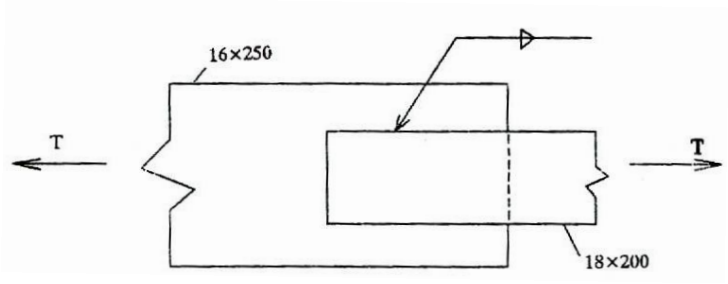
$(PL200\times12)T_2 = 0.6F_yA_g = 0.6\times2400\times(20\times1.2) = 34560\ kg$

$(PL160\times16)T_3 = 0.6F_yA_g = 0.6\times240\times(16\times1.6) = 36864\,kg$

$T = \min\{T_1, T_2 . T_3\}$

ظرفیت اتصال $T = 34.560\ ton$

۲. جوش گوشه‌ای را که برای تأمین ظرفیت اتصال نمایش داده شده لازم است تعیین نمایید. فولاد مورد استفاده S_t-۵۲ می‌باشد، که تنش جاری شدن آن ۳۶۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. از جوشکاری دستی با الکترود E۷۰ با $\phi = 0.75$ استفاده می‌شود.



شکل مسئله ۲-۲

تعیین ظرفیت کششی اتصال

$(PL250\times16)\ T_1 = 0.6F_yA_g = 0.6\times3600\times(25\times1.6) = 86400\ kg$

$(PL200\times18)T_2 = 0.6F_yA_g = 0.6\times3600\times(20\times1.8) = 77760\ KG$

ظرفیت اتصال $T = 77.760\ ton\ T = \min\{T_1, T_2\}$

حداقل اندازه ساق جوش $= 6\ mm$

بعد جوش $a = 10\,mm$ انتخاب می‌شود

$R_w = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707\times1\times0.3\times0.75\times4900 = 779.467\ kg/cm$

جوش $T = R_wL_w \geq$ ظرفیت کششی اتصال T

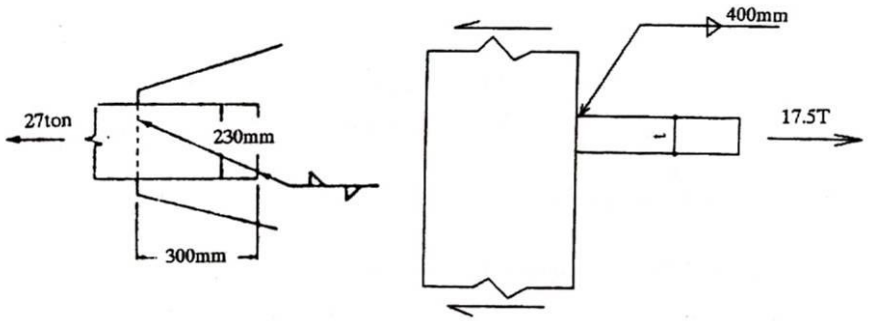
$779.467\times L\ \times l_w \geq 77760 \Rightarrow l_w \geq 99.760\,CM$

$L_w = 100\ cm$ انتخاب می‌شود و بنابراین چون مطابق شکل جوش گوشه در دو طرف ورق می‌باشد و در انتها جوش گوشه نداریم پس:

ابعاد جوش $\begin{cases} a = 10\ m \\ L_W = 50\ cm \end{cases}$ *براي هر طرف*

۳. ضخامت ورق و اندازه جوش لازم برای درز نمایش داده شده در زیر را مشخص نمایید.

جوشکاری به صورت دستی با استفاده از الکترودهای روکشدار انجام شده است. فولاد مصرفی از نوع نرمه با تنش جاری شدن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد و تنش مجاز کششی دورق را مساوی F_y ۰.۶ در نظر بگیرید. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



(الف) (ب)

الف)

$T = 17500 \le 0.6F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times 40t$

$t \ge 0.304\ cm \Rightarrow t_{PL} = 6\ mm$ انتخاب می‌کنیم

جوش $T = R_W L_W \ge$ نیروی وارده T

$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707a(0.3 \times 0.75 \times 4200) = 668.115a$

$668.115a \times 2 \times 40 \ge 17500$

$a \ge 0.327 \Rightarrow a = 4\ mm$ انتخاب می‌شود

ب)

$T = 27000 \le 0.6F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times 23t$

$t \geq 0.815\ cm \Rightarrow t_{PL} = 12\ mm$ انتخاب می‌کنیم

$T = R_W L_W \geq$ جوش T نیروی وارده

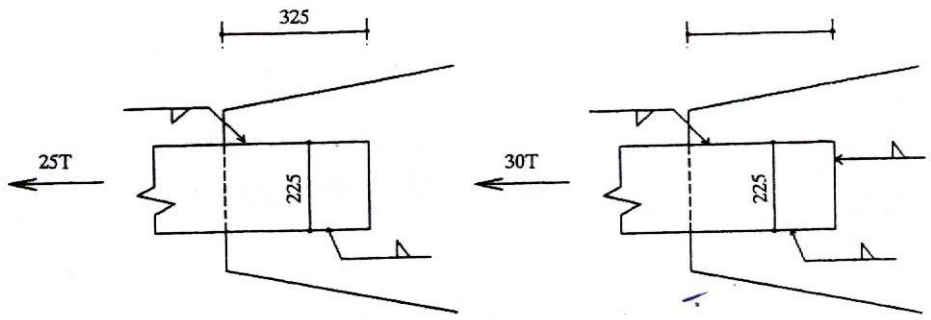
$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 668.115 kg * cm$ ارزش جوش

$668.115a \times 2 \times 23 \geq 27000$

$a \geq 0.878 \Rightarrow a = 9\ mm$ انتخاب می‌شود

.۴

ضخامت ورق و جوش لازم برای هر یک از اتصالات زیر را مشخص سازید. از جوش دستی با الکترودهای روکشدار استفاده نمایید. تنش جاری شدن فولاد مصرفی مساوی ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد و تنش مجاز کششی در ورق مساوی $0.6F_y$ در نظر بگیرید. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



الف)

$T = 25000 \leq 0.6 F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times 22.5t$ نیروی وارده

$t \geq 0.771cm \Rightarrow t_{PL} = 8\ mm$ انتخاب می‌کنیم

$T = R_W L_W \geq$ جوش T نیروی وارده

$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 668.115a\ kg/cm$ ارزش جوش

$668.115a \times 2 \times 32.5 \geq 25000$

$a \geq 0.576 \Rightarrow a = 6\ mm$ انتخاب می‌شود

ب)

$T = 30000 \leq 0.6F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times 22.5t$ نیروی وارده

$t \geq 0.926\ cm \Rightarrow t_{PL} = 10\ mm$ انتخاب می‌کنیم

$T = R_W L_W \geq$ نیروی وارده T

$668.115a \times L_W \geq 30000$ جوش

تذکر: با توجه به اینکه مقدار L_W مشخص نمی‌باشد باید بر اساس حداکثر و حداقل اندازه ساق جوش، بعد جوش را فرض نماییم. در تعیین بعد جوش باید توجه داشت که معمولاً جهت ایجاد حداقل رویهم آمدگی (طول جوش) از حداکثر اندازه ساق جوش به عنوان بعد جوش استفاده می‌گردد.

حداقل اندازه ساق جوش = ۵ mm

$= 10 - 2 = 8\ mm \Rightarrow a = 8mm$ حداکثر اندازه ساق جوش انتخاب می‌شود

$668.115 \times 0.8 \times L_W \geq 30000$

$L_W \geq 56.128 \Rightarrow L_W = 58.5cm$

$L_W = (58.5 - 22.5)/2 = 18\ cm$ هر طرف

از جوش گوشه a=۸ mm و طول جوش ۲۲.۵ cm در انتهای ورق و ۱۸ cm در طرفین ورق استفاده می‌کنیم.

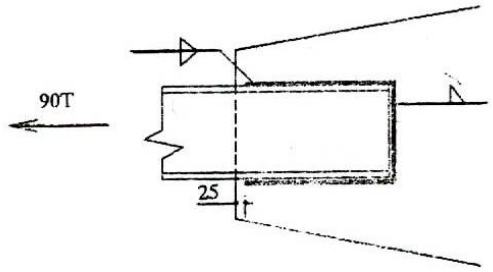
۵.

جفت ناودانی لازم برای اتصال زیر را انتخاب نموده جوش لازم برای آن را طرحی نمایید.

روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار و فولاد مصرفی St-۳۷ با تنش تسلیم جاری شدن

۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد. تش مجاز کششی در ناودانی مساوی Fy ۰.۶ می‌باشد.

ازالکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



نیروی وارده $T = 90000 \le 0.6F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times A_g$

یک نبشی $A_g \ge 31.25cm^2$ دور نبشی $A_g \ge 2.5cm^2 \Rightarrow$

از ۲ عدد $UNP200$ استفاده می‌کنیم (A=۳۲.۲ cm^2 ناودانی).

حداقل اندازه ساق جوش =۵ mm

حداکثر اندازه ساق جوش =۸.۵-۱.۵=۷ mm

از a=۷ mm استفاده می‌نماییم (حداکثر بعد جوش برای حداقل شدن L_W).

جوش $T = R_w L_w \ge T$ نیروی وارده

$$R_w = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 0.7 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 467.681 kg/cm$$
$$67.681 \times L_w \ge 90000$$

جفت ناودانی LW=۱۹۴ cm $L_w \ge 192.439 \Rightarrow$

تذکر: باید توجه داشته باشیم که L_W به دست آمده برای جفت ناودانی است و باید تقسیم بر دو گردد تا L_W لازم برای یک ناودانی به دست آید.

یک ناوادنی $L_w = \frac{194}{2} = 97\ cm$

انتهای ناودانی $L_w = 20\ cm$

هر طرف ناودانی $L_w = \frac{97-20}{2} = 38.5\ cm$

تذکر: طبق توصیه آئین‌نامه، جوش گوشه لبه‌های نبشی و ناودانی باید در فاصله ۲/۵ سانتیمتری لبه قائم ورقی که نبشی یا ناودانی به آن جوش می‌شود، توقف گردد (مطابق مسئله) پس طول رویهم آمدگی ناوانی و ورق برابر خواهد بود با:

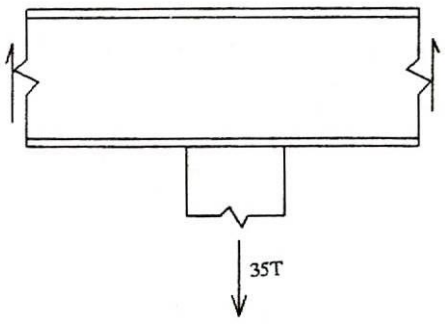
طول رویهم آمدگی $= L_w + 2.5 = 38.5 + 2.5 = 41\ cm$

۶.

ورق اتصال به تیر I شکل زیر و جوش آن را با فرض استفاده از روش جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روکشدار طراحی نمایید.

الف) درحالتی که فولاد مصرفی از جنس St-۵۲ (با تنش جاری شدن ۳۶۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) است.

ب) در حالتی که فولاد مصرفی از جنس St-۳۷ (با تنش جاری شدن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) است



ج) در حالتی که فولاد مصرفی از جنس St-۵۲ بوده و به جای جوش شیاری از جوش گوشه استفاده به عمل آید.

د) در حالتی که فولاد مصرفی از جنس St-۳۷ بوده و به جای جوش شیاری از جوش گوشه استفاده می‌شود، در تمام حالات $\Phi = 1$ فرض شود.

الف)

نیروی وارده $T = 3500 \le 0.6F_y A_g = 0.\times 3600 \times A_g$

انتخاب می‌شود $A_g \ge 16.204\ cm^2 \Rightarrow PL200\times 10\ mm$

تذکر ۱: برای جوش ورق‌های از جنس فولاد St-۵۲ می‌بایست حتماً از الکترود E۷۰ استفاده کنیم. (F_u=۴۹۰۰ kg/cm^2)

تذکر ۲: در جوشهای شیاری با نفوذ کامل:

ضخامت ورق $t_e = t$

ارزش جوش $R_W = t_e(0.3\phi\ F_u) = 1\times 0.3\times 1\times 4900 = 1470\ kg/cm$

جوش $T = R_W L_W = 1470\times 20 = 29400\ kg \langle 35000\ kg$

جوش محاسبه شده نمی‌تواند ظرفیت ۳۵T را تحمل نماید پس باید ضخامت ورق را تغییر دهیم که متعاقب آن t_e نیز افزایش یابد.

$t_e = t = 12\ mm$

ارزش جوش $R_W = t_e(0.3\phi F_u) = 1.2\times 0.3\times 1\times 4900 = 1764 kg/cm$

جوش $T = R_W L_W = 1764\times 20 = 35280\ kg \rangle 35000 kg$

از $PL220\times 12\ mm$ استفاده می‌نماییم.

ج)

نیروی وارده $T = 35000 \le 0.6F_y A_g = 0.6\times 2400\times A_g$

انتخاب می‌شود $A_g \ge 2.36\ cm^2 \Rightarrow PL220\times 12 mm$

ارزش جوش $R_w = t_e(0.3\phi F_u) = 1.2\times 0.3\times 1\times 4900 = 1764\ kg/cm$

حوش $T = R_w L_w = 1764\times 22 = 38808 kg \rangle 35000\ kg$

از $PL220\times 12 mm$ استفاده می‌نماییم.

نیروی وارده $T = 35000 \le 0.6F_y A_g = 0.6\times 3600\times A_g$

$A_g \ge 16.204\ cm^2 \Rightarrow PL300\times 10 mm$ انتخاب می‌شود

ارزش جوش $R_w = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707a\times 0.3\times 1\times 4900 = 1039.29a$

تذکر: برای جوش ورقهای از جنس فولاد St-۳۷ می‌توانیم هم از الکترود E۶۰ و هم از الکترود E۷۰ استفاده نماییم که در اینجا الکترود E۷۰ ترجیح داده شده است.

نیروی وارده $R_w L_w \ge T$

$1039.29a\times 2\times 30 \ge 35000$

$a \ge 0.561 \Rightarrow a = 6 mm$ انتخاب می‌شود

حداقل اندازه ساق جوش = ۵ mm

حداکثر اندازه ساق جوش ۱۰-۲=۸mm

د)

نیروی وارده $T = 35000 \le 0.6F_Y A_g = 0.6\times 2400\times A_g$

$A_g \ge 24.306 cm^2 \Rightarrow PL250\times 12 mm$ انتخاب می‌شود

$R_w = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707a\times 0.3\times 1\times 4900 = 1039.29a$

نیروی وارده $R_w L_w \ge T$

$1039.29a\times 2\times 25 \ge 35000$

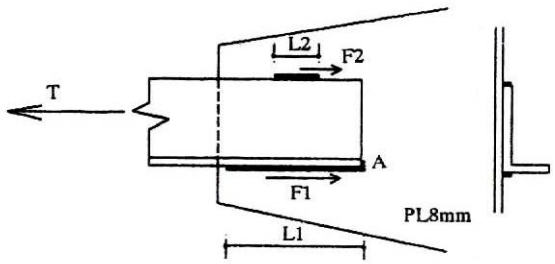
$a \ge 0.74 cm \Rightarrow a = 8 mm$ انتخاب می‌شود

.۷

یک نبشی $120\times80\times10\,mm$ از جنس St-۳۷ با تنش جاری شدن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در طول ساق بلند به ورق خود به روق اتصالی به ضخامت ۸ میل‌متر متصل گردیده است. به فرض استفاده از تمام ظرفیت کششی نبشی، اتصال را با استفاده از جوش گوشه متعادل شده طراحی نمایید. از روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار استفاده به عمل آورده ترتیبات زیر را در طراحی در نظر بگیرید.

الف) جوش ۸ میلیمتر در دو طرف نبشی بدون هیچ جوش انتهایی

ب) جوش ۶ میلیمتر در انتهای نبشی، و جوش ۱۰ میلیمتر در طرف گوشه نبشی. تنش مجاز کششی در نبشی مساوی $0.6F_y$ می‌باشد. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



الف)

نبشی $A_g = 19.1\,cm^2$

ظرفیت اتصال $T = 0.6F_yA_g = 0.6\times2400\times19.1 = 27504\,kg$

دو جوش یکی به طول L_1 و نیروی F_1 ودیگری به طول L_2 و نیروی F_2 موجود می‌باشد که در شکل نشان داده شده‌اند. با استفاده از روابط جوش متعادل خواهیم داشت:

$T=F_1+F_2$

حول نقطه A واقع در امتداد خط جوش با طول L_1 لنگر می‌گیریم:

$\sum M_A = 0 \Rightarrow 12F_2 = 3.92T = 3.92 \times 27504$

نبشی $F_2 = 8984.64\ kg$

عدد e=۳.۹۲ نشان دهنده خروج از مرکزیت می‌باشد. چون نیروی T بر مرکز ثقل نبشی وارد می‌شود بنابراین به اندازه e_x دارای خروج از مرکزیت نسبت به نقطه A می‌باشد.

$F_1 = T - F_2 = 27504 - 8984.46 = 18159.36\ kg$

$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 0.8 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 534.492$

$L_{W2} = \frac{F_2}{R_W} = \frac{8984.64}{534.492} = 16.81\ cm \cong 17\ cm$

$L_{W3} = \frac{F_1}{R_W} = \frac{18519.36}{534.492} = 34.679\ cm \cong 35 cm$

تذکر ۱: عددهای به دست آمده برای $L_{W۱}$ و $L_{W۲}$ را باید تا حد امکان به نزدیکترین عدد گرد نمود، در غیر این صورت باعث می‌شود که جوش از حالت تعادل خارج گردد.

تذکر ۲: همانطور که قبلاً ذکر گردیده است باید جوش گوشه برای نبشی ناودانی را در فاصله ۲/۵ سانتیمتری لبه قائم ورقی که نبشی به آن جوش می‌شود متوقف کرد. بنابراین طول رویهم آمدگی نبشی و ورق برابر است با:

رویهم آمدگی $L_{W1} + 2.5 = 35 + 2.5 = 37.5\ cm$

ب)

نبشی $A_g = 19.1 cm^2$

ظرفیت اتصال $T = 0.6F_y A_g = 0.6 \times 2400 \times 19.1 = 27504 kg$

در این قسمت به جای دو نیرو، سه نیرو وجود دارد، چون انتهای نبشی نیز جوش شده است.

طبق روابط جوش متعادل داریم:

$R_{W1} = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 0.6 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 400.689$

$R_{W2} = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 1 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 668.115$

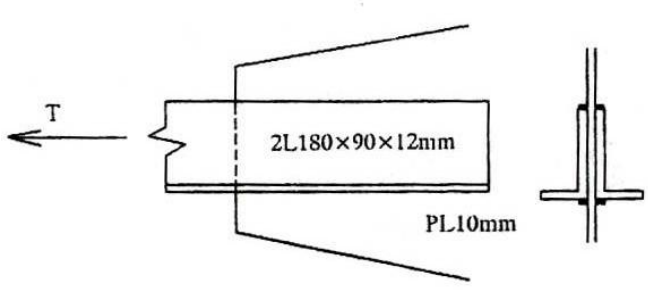
$F_3 = R_{W1} \times L_{W3} = 400.869 \times 12 = 4810.428\ kg$

لنگر حول نقطه A داریم:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 12F_2 + 6F_3 = 3.92T$$
$$F_2 = \frac{3.92T - 6F_3}{12} = \frac{.92 \times 2754 - 6 \times 4810.428}{12} = 6579.426$$
$$F_1F_2F_3 = T \Rightarrow F_1 = T - F_2 - F_3$$
$$F_1 27504 - 65709.426 - 4810.428 = 16114.146\,kg$$
$$L_{W1} = \frac{F_1}{R_{W2}} = \frac{16114.146}{668.115} = 24.119 \cong 25\,cm$$
$$L_{W2} = \frac{F_2}{R_{W2}} = \frac{579.426}{668.115} = 9.484 \cong 10\,cm$$

.۸

برای دونبشی $180 \times 90 \times 12\,mm$ که در طول ساق بلند خود به یک ورق اتصال به ضخامت ۱۰ میلیمتر متصل گردیده‌اند متعادل طراحی نمایید. از فولاد St-۵۲ و روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار با تنش‌های مجاز آئین‌نامه درطرح استفاده به عمل می‌آید. درز اتصال طوری طراحی نمایید که بارها را متعادل نموده در ضمن حداقل ممکن طول رویهم‌گذاری نبشی با صفحه را ایجاد نماید. از الکترود E۷۰ با $\phi = 0.7$ استفاده نمایید.



دونبشی؛ $A_g = 2 \times 3.12 = 62.4\ cm^2$ تک نبشی $A_g = 31.2\,cm^2$

ظرفیت اتصال $T = 0.6F_yA_g = 0.6 \times 3600 \times 62.4 = 134784\,kg$

حداقل اندازه ساق جوش =۶mm

حداکثر اندازه ساق جوش =۱۲-۲=۱۰ mm

چون در صور مسئله ذکر شده است که حداقل طول رویهم‌گذاری نبشی با صفحه ایجاد شود، پس باید از ماکزیمم بعد جوش استفاده نماییم.

a=۱۰mm انتخاب می‌شود

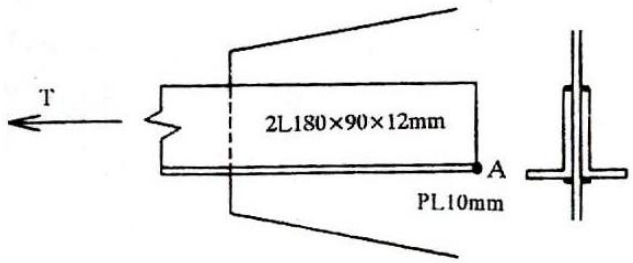
با استفاده از جوش انتهایی داریم:

$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707\times1\times0.3\times0.75\times4900 = 779.467\ kg/cm$$

نسبت به نقطه انتهایی پائین نبشی لنگر می‌گیریم (نقطه A)

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 18F_2 + 9F_3 = .37T$$

جوش انتهایی $F_3 = R_W L_W = 779.467\times18 = 14030.415\ kg$



کل (برای دونبشی) $F_3 = 2\times14030.415 = 28060.83kg$

$$F_2 = \frac{6.37T - 9F_3}{18} = \frac{6.37\times134784 - 9\times2800.83}{18} = 33668.145$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = T \Rightarrow F_1 = T - F_2 - F_3 3$$

$$F_1 = 134784 - 33668.145 - 28060.83 = 7305.025kg$$

$$L_{W1} = \frac{F_1}{R_W} = \frac{73055.025}{779.467} = 93.724 \cong 94\ cm$$

$$L_{W2} = \frac{F_2}{R_W} = \frac{33668.145}{779.467} = 43.194 \cong 44cm$$

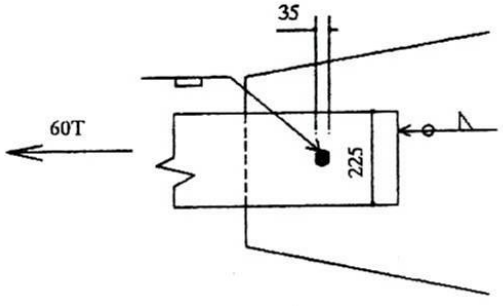
تذکر: مقادیر F_1 و F_2 و F_3 مجموع دونبشی می‌باشند که برای جوش‌های یک نبشی باید تقسیم بر دو گردند. همچنین مقادیر L_{W1} و L_{W2} به دست آمده را باید تقسیم بر دو نماییم تا طول لازم جوش در یک طرف و برای یک‌نبشی به دست آید. پس مشخصات جوش یک نبشی به صورت زیر می‌باشد:

بعد جوش $a = 10\,mm$

$$L_{W1} = \frac{94}{2} = 47\,cm, F_1 = \frac{73055.025}{2} = 36527.51\,kg$$
$$L_{W2}\,\frac{44}{2} = 22\,cm,\ F_2 = \frac{33668.145}{2} = 16834.073\,kg$$
$$L_{W3} = 18\,cm\ , F_3 = \frac{38060.83}{2} = 14030.415\,kg$$

۹.

تسمه‌ای به پهنای ۲۲/۵ سانتیمتر را فرض نمایید که برای اتصال روی هم که باید نیرویی معادل ۶۰ تن را با امکان وقوع خروج از مرکزیت غیر قابل محاسبه‌ای انتقال دهد، به کار رفته است. برای اطمینان از کارآیی اتصال از یک جوش انگشتانه به قطر ۳۵ میلیمتر استفاده به عمل آمده است. تعیین نمایید، ضخامت ورق، طول رویهم‌گذاری و اندازه جوش را برای این اتصال. فرض نمایید ضخامت ورق اتصالی که تسمه ۲۲/۵ سانتیمتری به آن جوش می‌شود از هیچ نظری کنترل کننده طرح نمی‌باشد. از فولاد $St-37$ $(F_y = 2400\,kg/cm^2)$ و روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار استفاده به عمل آورید. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



مقاومت T_1 در اثر جوش انگشتانه از رابطه زیر به دست می آید:

$$T_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times (0.3\phi F_u) = \frac{\pi \times (3.5)^2}{4} \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 9091.965\ kg$$

مقاومت T_2 که باید توسط جوش گوشه تأمین شود:

$$T_2 = T - T_1 = 60000 - 9091.965 = 50908.035\ kg$$

محاسبه ضخامت لازم برای ورق

$$T \le 0.6 F_y A_G \Rightarrow 60000 \le 0.6 \times 2400 \times A_g$$
$$A_g \ge 41.667\ cm^2 \Rightarrow b \times t \ge 41.664\ cm^2$$

$22.5t \ge 41.664 \Rightarrow t \ge 1.852\ cm \Rightarrow t = 2\ cm$ انتخاب می شود

۶ mm= حداقل اندازه ساق جوش

۲۰-۲=۱۸ mm= حداکثر اندازه ساق جوش

a=۱۰ mm انتخاب می شود

$$T_2 \le R_W L_W$$
$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 1 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 668.115\ kg/cm$$
$$50908.035 \le 668.115 \times L_W$$
$$L_W \ge 76.2\ cm \Rightarrow \text{کل}\ \ L_W = 85\ cm$$

مقادیر به دست آمده برای جوش گوشه عبارتند از:

د دو انتها $L_W = 22.5 \times 2 = 45\ cm$

دو طرف $L_W = \frac{85-45}{2} = 20\ cm$

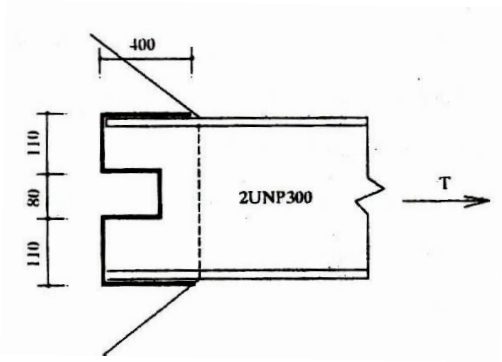
بعد جوش $a = 10\,mm$

.۱۰

حداقل طول کام لازم برای اینکه از تمام ظرفیت ناودانی UNP۳۰۰ که به ورقی با ضخامت ۱۰ میلیمتر جوش شده استفاده گردد، به دست آورید. از جوش گوشه‌ای به یک اندازه در تمام طول استفاده نموده، فرض نمایید که از روش جوش دستی الکترودهای روکشدار استفاده به عمل آمده است. تنش جاری شدن فولاد ناودانی مساوی ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش مجاز کششی آن $0.6F_y$ می‌باشد ازالکترود E۶۰ با $\phi=0.75$ استفاده نمایید.

ناودانی $A_g = 58.8\ cm^2$

ظرفیت اتصال $T = 0.6F_yA_g = 0.6\times 2400\times 58.8 = 84672\ kg$



حداکثر اندازه ساق جوش =۱۰-۲=۸ mm

انتخاب می‌شود a=۸ mm

$T \le R_W L_W$

$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707\times 0.8\times 0.3\times 0.75\times 4200 = 534.492$

$84672 \le 534.492\times L_W$

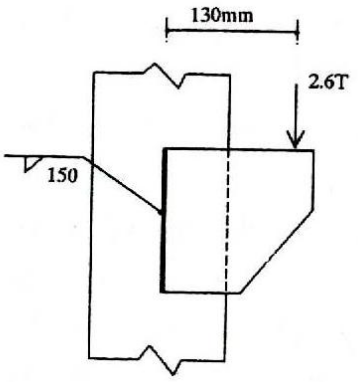
$L_W \ge 158.416\ cm \Rightarrow L_W$ کل $= 160\ cm$

تذکر: در این مسئله منظور از حداقل طول کام لازم همان فرورفتگی جوش می باشد که از کم کردن مقادیر جوش گوشه موجود از L_W کل به دست می‌آید و داریم:

حداقل طول کام لازم $= \dfrac{160-(2\times 40)-(2\times 11)-8}{2} = 25\ cm$

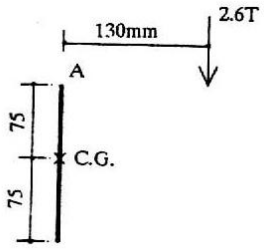
.۱۱

در مورد اتصال به نمایش درآمده در شکل مسئله ۲-۱۱، برش R_W بر واحد طول جوش در نقطه ای که تحت حداکثر تنش قرار دارد چه مقدار می باشد؟ (در محاسبه لنگر اینرسی قطبی، عرض مقطع مؤثر را واحد فرض نمایید). اندازه جوش لازم را تعیین نمایید. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



$$I_P = \frac{d^3}{12} = \frac{(15)^3}{12} = 281.25cm^3$$

نقطه A بحرانی ترین نقطه می باشد و تنش های موجود در این نقطه را محاسبه می نماییم.



تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_y = \frac{P_y}{A} = \frac{2.6\times10^3}{15} = 173.333kg/cm$$
$$A = l_e \times t_e = 15\times1 = 15cm$$

تذکر: در مسائل، جوش های تشکیل دهنده اتصالات را خطی فرض نموده‌ایم (ضخامت مؤثر واحد ۱=t_e) به همین جهت واحدهای مقادیر به دست امده برای A و I و f' و f'' و ... را یک درجه پائین تر از واحد مقدار طبیعی منظور می کنیم. مثلاً:

$A\ (cm_{\text{جوش}}, cm)$

تنش‌های ناشی از لنگر پیچشی

$$T = P_X e_y + P_y e_X = 0 + 2.6\times10^3 \times 13 = 33800\ kg.cm$$

$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = 0$$

$$f''_X = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{33800\times 7.5}{281.25} = 901.333 Kg/cm$$

محاسبه تنش برآیند جوش ها در نقطه A

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

$$f_r = \sqrt{(901.333)^2 + (173.333)^2} = 917.848\ kg/cm$$

$$f_r \le R_W$$

تذکر: در حالتی که جوش را خطی فرض کرده ایم، بایستی تنش برآیند جوش ها (f_r) را کوچکتر یا مساوی ارزش جوش (R_W) قرار دهیم. ولی در صورتی که جوش ها را خطی فرض نکرده باشیم، بایستی تنش برآیند جوش ها (f_r) را کوچکتر یا مساوی تنش مجاز (F مجاز) قرار دهیم.

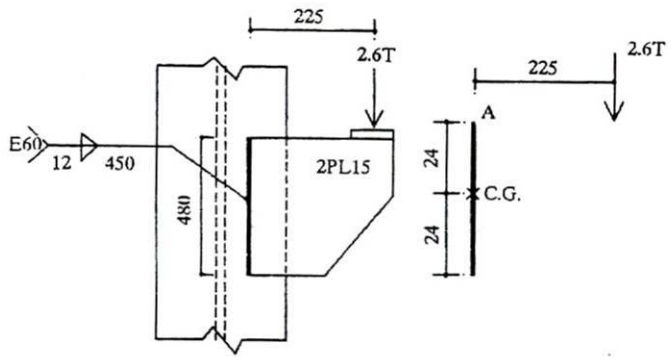
$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707a\times 0.3\times 0.75\times 4200 = 668.115a$$

$$917.848 \le 668.115a \Rightarrow a \ge 1.373cm$$

a= ۱۴ mm انتخاب می‌شود

۱۲.

برای نشیمن به نمایش درآمده در شکل زیر، ظرفیت قابل اطمینان P را بر مبنای جوش داده شده به دست آورید. از جوش‌های برگشت انتهایی در محاسبه صرف نظر کرده فرض نمایید که جوش داده شده به روش دستی با الکترودهای روکشدار می‌باشد. تنش جاری شدن فولادهای مصرفی ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد. از الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$ استفاده نمایید.



$$I_P = \frac{d^3}{12} = \frac{(48)^3}{12} = 9216\,cm^3$$

$$A = 48\ cm$$

$$T = P_e e_y + P_y e_X = \frac{P}{2} \times 22.5 \times 10^3 = 11250\,P\ kg.cm$$

تذکر: چون از دو ورق در دو طرف نیمرخ فولادی استفاده شده است، به همین دلیل در هر طرف از جوش گوشه استفاده شده است. دو طریق برا ی حل این مسئله پیشنهاد می‌شود:

۱. تقسیم نیروی P بر دو و محاسبه آن برای یک طرف و به دست آوردن ظرفیت قابل اطمینان P با ابعاد و طول جوش یک طرف.

۲. محاسبه تنش‌های جوش برای دو طرف و به دست آوردن ظرفیت قابل اطمینان P (از روش اول در حل مسئله استفاده شده است).

نقطه A بحرانی‌ترین نقطه جوش بوده و تنش‌ها را در این نقطه محاسبه می‌کنیم.

تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_X = \frac{P_y}{A} = \frac{P/2\times10^3}{48} = 10.417\,P\,kg/cm$$

$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = 0$$

$$f''_X = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{11250\,P\times24}{9216} = 29.297\,P\ kg/cm$$

محاسبه تنش برآیند جوش‌ها در نقطه A

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

$$f_r = \sqrt{(29.297\,P)^2 + (10.417\,P)^2} = 31.094\,P\ kg/cm$$

$$f_r \le R_W$$

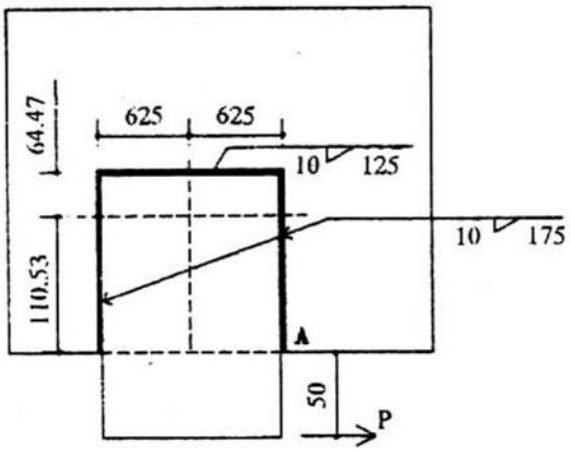
$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707\times1.2\times0.3\times0.75\times4200 = 801.68\ kg/cm$$

$$31.094\,P \le 801.738 \Rightarrow P \le 25.785\,ton$$

ظرفیت اتصال $P_{\max} = 25.785\ ton$

۱۳.

با صرف نظر از جوش‌های برگشت انتهای پائین اتصال، و با مجاز دانستن برآیند برش R_W=۶۵۰ بر هر سانتیمتر جوش گوشه، حداکثر بار مجاز P برای اتصال به نمایش درآمده را حساب کنید.



$b = 12.5\ cm\ ,\quad d = 17.5\ cm$

$$\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d} = \frac{(17.5)^2}{12.5+2\times17.5} = 6.447\ cm$$

$$I_P = \frac{b^3+6b^2d+8d^3}{12} - \frac{d^4}{2d+b}$$

$$I_P = \frac{(12.5)^3+6\times(12.5)^2\times17.5+8\times(17.5)^3}{12} - \frac{(17.5)^4}{2\times17.5+12.5} = 3128.358\ cm^3$$

نقطه A بحرانی‌ترین نقطه می‌باشد و تنش‌ها را در این نقطه محاسبه می‌کنیم.

مساحت جوش $A = 2D+b = 2\times17.5+12.5 = 47.5\ cm$

تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_X = \frac{P_x}{A} = \frac{P\times10^3}{47.5} = 21.053\ p\ kg/cm$$

تنش‌های ناشی از لنگر پیچشی

$$T = P_x e_x + P_y e_x = P\times10^3\times16.053 = 16053P\ kg/cm$$

$$f''_x = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{16053P\times11.053}{3128.358} = 56.718P\ kg/cm$$

$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = \frac{16053P\times6.25}{3128.358} = 32.075P\ kg/cm$$

محاسب تنش برآیند جوشها در نقطه A

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

$$f_r = \sqrt{(21.053P+56.718P)^2+(32.075P)^2} = 84.124P\ kg/cm$$

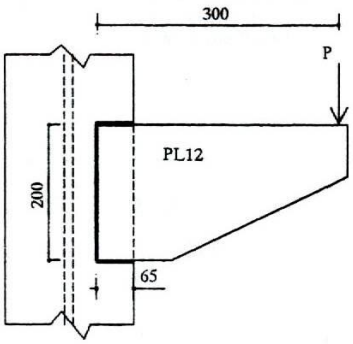
$$f_r \le R_W$$

$$R_W = 0707a(0.3\phi F_u) = 650\ kg/cm$$

$$84.124P \le 650 \Rightarrow P \le 7.727\,ton \Rightarrow P_{\max} = 7.727\ ton$$

.۱۴

ظرفیت P تاقچه نشیمن زیر را محاسبه نمایید. اندازه جوش به کار رفته ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. الکترود مصرفی E۷۰ و روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار است. مسئله را یک بار با $\phi = 1$. یک بار با $\phi = 0.75$ حل نایید.



$b = 6.5\ cm\ ,\ \ d = 20 cm$

$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d} = \frac{(6.5)^2}{2\times 6.5+20} = 1.28\ cm$$

$$I_P = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$$

$$I_P = \frac{8\times(6.5)^3 + 6\times 6.5\times(20)^2 + (20)^3}{12} - \frac{(6.5)^4}{2\times 6.5+20} = 2095.657\ cm^3$$

$$A = 2b + d = 2\times 6.5 + 20 = 33\ cm$$

نقطه A بحرانی‌ترین نقطه جوش می‌باشد و تنش جوش دراین نقطه را محاسبه می‌کنیم.

تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_y = \frac{P_y}{A} = \frac{P\times 10^3}{33} = 30.303P\ kg/cm$$

تنش‌های ناشی از لنگر پیچشی

$$T = P_x e_y + P_y e_x = P\times 1000\times 28.72 = 28720\ kg.cm$$

$$f''_x = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{28720P\times 10}{2095.657} = 137.045P\ kg/cm$$

$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = \frac{28720P\times 5.22}{2095.657} = 71.538P\ kg/cm$$

محاسبه تنش برآیند جوش‌ها در نقطه A

$$f_r = \sqrt{(f_x' + f_x'')^2 + (f_y' + f_y'')^2}$$
$$f_r = \sqrt{(137.045P)^2 + (30.303P + 71.538P)^2} = 170.742P \ \ kg/cm$$
$$f_r \le R_W$$

الف) $\phi = 1$

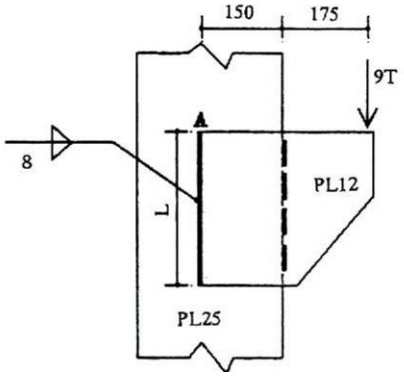
$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 1 \times 0.3 \times 1 \times 4900 = 1039.29 \ kg/cm$$
$$170.745P \le 1039.29 \Rightarrow P \le 6.087 \ ton$$
$$P_{\max} = 6.087 \ ton$$

ب) $\phi = 0.75$

$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 1 \times 0.3 \times 0.75 \times 4900 = 779.467 \ kg/cm$$
$$170.742P \le 779.467 \Rightarrow P \le 4.565 \ ton \Rightarrow P_{\max} = 4.565 \ ton$$

۱۵.

طول L لازم را با استفاده از جوش گوشه ۸ میلیمتری به روش دستی با الکترود روکشدار به دست آورید. در حل از روابط اساسی استفاده نمایید (الکترود E۶۰ با $\phi = 0.75$).



تذکر: همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، علامت جوش دو طرفه نمایانگر آن می‌باشد که در پشت ورق نیز جوش ۸ میلیمتری اجرا شده است.

$$b = 15 \ cm \ , \ d = L$$
$$I_P = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} = \frac{L(3 \times (15)^2 + L^2)}{6} cm^3$$

اگر بخواهیم مسئله را به روش پارامتری و با مجهول بودن مقدار L حل نماییم، مقادیر $f_r, f'', f' I_P$ برحسب پارامتر L به دست خواهند آمد، که باعث دشواری در حل مسئله خواهد شد. بهتر است که از روش سعی و خطا استفاده نماییم، یعنی مقادیر مختلفی برای L فرض نموده و مسئله را حل نماییم تا L مناسب را به دست آوریم.

$$L = 30\ cm$$

$$I_P = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} = \frac{30(3\times 15)^2 + (30)^2)}{6} = 7875\ cm^3$$

نقطه A بحرانی‌ترین نقطه جوش می‌باشد و تنش جوش را در این نقطه محاسبه کنیم.

تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_y = \frac{P_y}{A} = \frac{9000}{2\times 30} = 150\ kg/cm$$

تنش‌های ناشی از لنگر خمشی

$$T = P_x e_y + P_y e_x = 9000\times 25 = 225000\ kg.cm$$

$$e_x = \frac{15}{2} + 17.5 = 25\ cm$$

$$f''_X = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{225000\times 15}{7875} = 428.571\ kg/cm$$

$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = \frac{225000\times 7.5}{7875} = 214.286\ kg/cm$$

محاسبه تنش برآیند جوش‌ها در نقطه A

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

$$f_r = \sqrt{(428.571)^2 + (150 + 214.286)^2} = 562.474\ kg/cm$$

$$f_r \le R_W$$

$$R_W = 0.707a(0.3\ \phi\ F_u) = 0.707\times 0.8\times 0.3\times 0.75\times 4200 = 534.492\ kg/cm$$

$$f_r = 562.474 \rangle R_W = 534.492$$

همانطور که مشاهده می‌شود مقدار L را باید کمی بیشتر فرض نماییم.

فرض ثانویه:

$$L = 35\ cm$$
$$b = 15,\ d = 35\ cm$$
$$I_P = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} = \frac{35 \times (3 \times (15)^2 + (35)^2)}{6} = 11083.333\ cm^3$$

تنش ناشی از برش مستقیم

$$f'_y = \frac{P_y}{A} = \frac{9000}{2 \times 35} = 128.571 kg/cm$$

تنش‌های ناشی از لنگر پیچشی

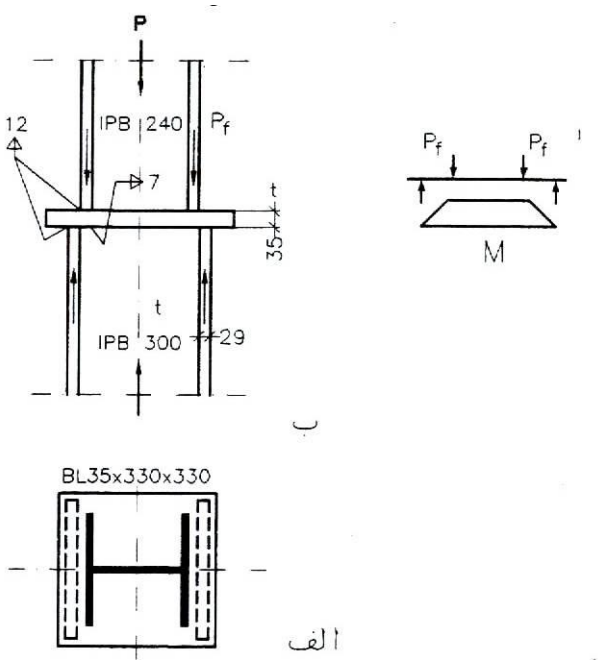
$$T = P_y e_x + P_x e_y = 9000 \times 25 = 225000\ kg.cm$$
$$e_x = \frac{15}{2} + 17.5 = 25 cm$$
$$f''_x = \frac{T.Y}{I_P} = \frac{225000 \times 17.5}{11083.333} = 355.263 kg/cm$$
$$f''_y = \frac{T.X}{I_P} = \frac{225000 \times 7.5}{11083.333} = 152.256\ kg/cm$$

محاسبه تنش برایند جوش در نقطه A

$$f_r = \sqrt{(f'_x + f''_x)^2 + (f'_y + f''_y)^2}$$
$$f_r = \sqrt{(355.263)^2 + (128.571 + 152.256)^2} = 452.852\ kg/cm$$
$$f_r \le R_W$$
$$R_W = 0.707a(0.3\phi F_u) = 0.707 \times 0.8 \times 0.3 \times 0.75 \times 4200 = 534.492\ kg/cm$$
$$f_r = 452.852 \langle R_W = 534.492 kg/cm$$

از جوش به طول ۳۵ سانتیمتر (L=۳۵ cm) استفاده می‌نماییم.

۱۶. اتصال ستون به وسیله صفحه سر و جوش گوشه مطابق شکل ۱ طراحی گردد. ST ۳۷، بارگذاری عادی، کیفیت جوش کارگاهی، P=۸۰۰KN.



اتصال ستون به ستون به کمک صفحه سر ـ الف) نما و مقطع، ب) سازه صفحه سر

نیروی فشاری بین بال و جان ستون تقسیم، و جوش هر قسمت به طور جداگانه طراحی می‌شود.

$$IPB\ 240 \rightarrow A = 106\ cm^2\ ,\ b_f = 200\ mm\ ,\ t_f = 17\ mm\ ,\ t_w = 10\ mm\ ,\ h = 240\ mm$$

سطح مقطع جان

$$A_W = (24 - 2\times 1.7)\times 1.0 = 20.6\times 1.0 = 20.6\ cm^2$$

سطح مقطع هر بال

$$A_f = \frac{1}{2}(106 - 20.6) = 42.6\ cm^2$$

نیروی جان و بال برابرند با

$$P_W = P\times\frac{A_W}{A} = 900\frac{20.6}{106} = 175\ KN$$

$$P_t = 900\times\frac{42.7}{106} = 362.5\ KN$$

تنش مجاز جوش کارگاهی

$$F_W = 13.0 \times 0.75 = 9.75\ KN/cm^2$$

جوش لازم جان

$$A_{ww} = \frac{175}{9.75} = 17.9\ cm^2$$

طول جوش جان

$$l_w = 20.6\ cm$$

بعد جوش لازم

$$a_w = \frac{17.9}{2 \times 20.6} = 0.44\ cm = 4.4\ mm$$

بعد جوش مجاز

$$a_w = 0.7 \times 10 = 7\ mm$$

انتخاب شد:

$$a_w = 5\ mm \geq 4.4 \rightarrow b_w = \frac{5}{0.7} = 7\ mm$$

کنترل جوش بال

$$A_{w\,f} = \frac{362.5}{9.75} = 37.2\ cm^2$$

طول جوش بال

$$l_w = 24.0 + 24.0 - 1.0 = 47\ cm$$

$$a_w = \frac{37.2}{47} = 0.79\ cm = 8.0\ mm \leq 17 \times 0.7 = 12\ mm$$

انتخاب شد:

$$a_w = 8\ mm \rightarrow b_w = 11.5\ mm = 12\ mm$$

کنترل نهایی

$$A_w = 2\times 0.5\times 20.6 + 2\times 0.8(24+24-1.0) = 95.8\ cm^2$$

$$f_\perp = \frac{900}{95.8} = 9.39\ KN/cm^2 \le 9.75$$

کنترل سر (شکل ب) به صورت تقریبی انجام می‌گیرد.

لنگر در صفحه سر

$$M = 362.5\times 2.9 = 1053\ KNcm$$

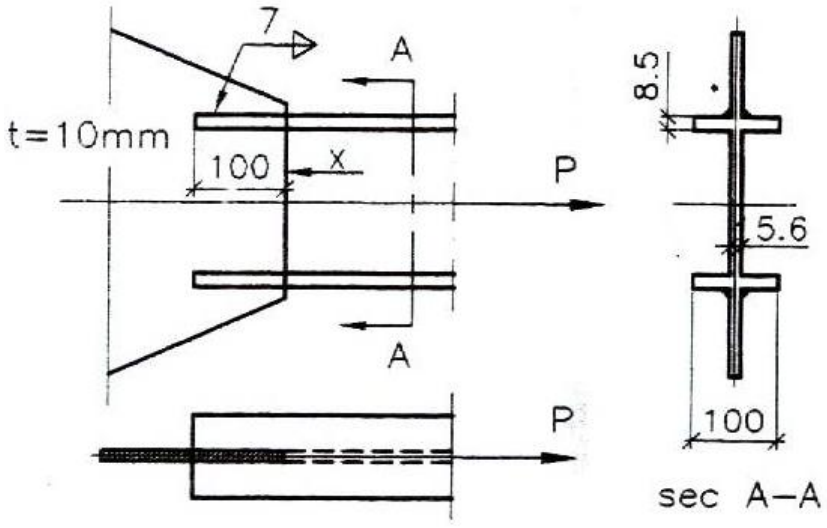
اساس مقطع صفحه سر

$$S_w = 33\times \frac{3.5^2}{6} = 67.5 cm^3$$

$$f = \frac{1053}{67.5} = 15.6\ KN/cm^2 \le 16.0$$

.۱۷

جوش اتصال یک تیر کشش مطابق شکل ۲ با استفاده از جوش شیاری و جوش گوشه کنترل گردد. ST ۳۷, P=۱۰۰۰ KN، بارگذاری عادی، کیفیت جوش کنترل شده.



اتصال تیر کششی IPE به وسیله جوش شیاری و جوش گوشه به یک صفحه

چنانکه شکل نشان می‌دهد بال تیر در امتداد جان شکافته و جان بریده شده به صفحه جوش گردیده است. عمق شکاف mm ۱۰۰ می‌باشد. اتصال بال به وسیله جوش گوشه و اتصال جان به وسیله جوش شیاری X انجام گرفته است. نیروی موجود در تیر بین جان و بال تقسیم می‌شود و اتصال هر قسمت مجزا کنترل می‌گردد.

$$A = 28.5 cm^2$$
$$A_f = 0.85 \times 10 = 8.5\ cm^2$$
$$P_f = \frac{8.5}{28} \times 360 = 109\ KN$$
$$P_w = 360 - 2 \times 109 = 142\ KN$$

ابتدا کنترل می‌شود که بال تضعیف شده تحت اثر شکاف باربری کافی دارد؟

$$A_f - \Delta A_f = 8.5 - 0.85 \times 1.0 = 7.56\ cm^2$$
$$f = \frac{109}{7.65} = 14.2 \le 14.5\ \ KN/cm^2$$

کنترل جوش: بعد جوش شیاری لب

$$a_w = t_{\min} = 5.6\ mm$$

بعد جوش گوشه

$$a_w = 0.7 \times 7 = 5\ mm$$

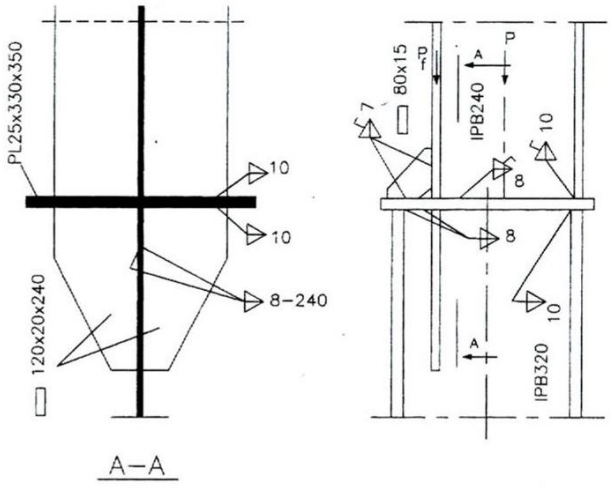
کنترل جوشها (فقط قسمت خارجی بالها جوش شده‌اند)

$$A_{w\,f} = 2(2 \times 0.5 \times 10) = 20.00\ cm^2$$
$$A_{ww} = 0.65(20 - 2 \times 0.85) = 10.25\ cm^2$$
$$A_w = 20.00 + 10.25 = 30.25\ cm^2$$
$$f_V \parallel = f_\perp = \frac{360}{30.25} = 11.9 \le 13.0\ KN/cm^2$$

علاوه بر کنترل فوق جوش جان مجدداً کنترل می‌شود.

$$f_\perp = \frac{142}{10.25} = 13.85\ KN/cm^2 \le 14.5$$

۱۸. اتصال دو ستون به وسیله صفحه سر کنترل گردد (شکل ۳) ST ۳۷، بارگذاری عادی، کیفیت جوش کنترل شده، P=۸۰۰ KN.



اتصال دو ستون با خارج از مرکزیت

محاسبه اتصال جوش ستون روئی IBP ۲۴۰ به صفحه سر می‌باشد. در اینجا جوش صفحات تقویت لچکی $PL\,120\times20\times240$ زیر بال ستون کنترل شده و از باربری صفحه لچکی جوش شده به بال ستون روئی PL ۱۸۰× ۱۵ صرفنظر می‌شود.

نیروی بال

$$\frac{1}{2}\,P_f=\frac{1}{2}362.5=182\ KN$$

این نیرو در وسط نصف بال وارد می‌شود و در جوش صفحه لچکی به جان ستون زیری، لنگر زیر را ایجاد می‌کند.

کنترل جوش

$$M=182\times\frac{24.0-1.15}{4}=1040\ KNcm$$

بعد جوش

$$a_w=0.7\times8=5.6\ mm$$

کنترل جوش

$$A_W = 2 \times 0.56 \times 24 = 26.9\ cm^2$$

$$S_W = 2 \times 0.56\ \frac{24^2}{6} = 107\ cm^3$$

$$f_V \parallel = \frac{182}{26.9} = 6.77\ KN/cm^2 \le 13.0$$

$$f_W = f_{V\perp} = \frac{1040}{107} = 9.72\ KN/cm^2 \le 13.0$$

$$f_R = \sqrt{6.77^2 + 9.72^2} = 11.84 \le 13.0\ KN/cm^2$$

کنترل ورق

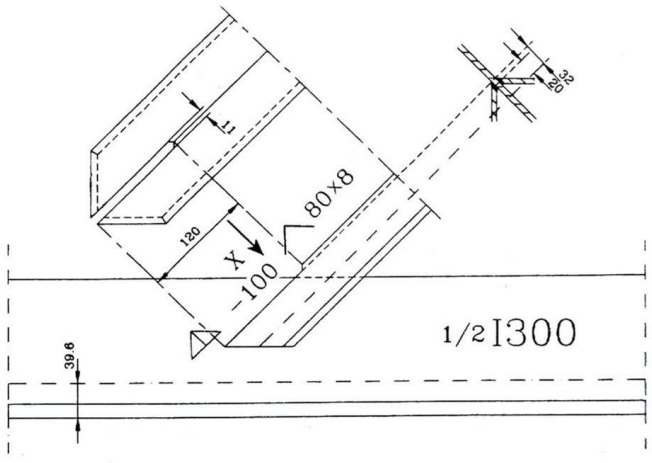
$$A = 2.0 \times 24 = 48 cm^2$$

$$S = 2.0\ \frac{24^2}{6} = 192\ cm^3$$

$$f = \frac{1040}{192} = 5.42 \le 16\ KN/cm^2$$

$$f_{V\max} = 1.5\ \frac{182}{48} = 5.67 \le 9.5\ KN/cm^2$$

۱۹. اتصال یک نبشی عضو خرپا به یک عضو دیگر به وسیله برش شکافی (شکل ۴). ST ۳۷، بارگذاری عادی، کیفیت جوش کارخانه‌ای، P=۷.۲ t.



اتصال یک نبشی به سپری

جون فقط کنج شکافته شده نبشی جوش شده است و نسبت به محور ثقل نبشی خروج از مرکزیت دارد لنگر اضافی در جوش و نبشی به وجود می‌آید.

$$M = 72 \times 2.0 = 144\ KN\,cm$$
$$a_W = 0.7 \times 7 = 5\ mm$$
$$A_W = 2 \times 0.5 \times 10 = 10\ cm^2$$
$$S_W = 2 \times 0.5 \times \frac{10^2}{6} = 16.6\ cm^3$$
$$f_{V\parallel} = \frac{72}{10} = 7.2\ KN/cm^2 \le 0.85 \times 13.0 = 11.05$$
$$f_W = f_{V\perp} = \frac{144}{16.6} = 8.2\ KN/cm^2 \le 11.05$$
$$f_R = \sqrt{7.2^2 + 8.2^2} = 9.5\,KN/cm^2 \le 11.05$$

کنترل نبشی

$$A = 12.3cm^2\ ,\ S_\eta = 9.25\ cm^3$$

$$f_a = \frac{72}{12.3} = 5.85\ KN/cm^2$$
$$f_b = \frac{144}{9.25} = 15.56 \le 16.0\ KN/cm^2$$

ترکیب تنش طبق مساف بند ۱۰ ـ ۱ ـ ۶ ـ ۲

$$\frac{f_a}{F_t} + \frac{f_b}{F_b} \le 1.0$$

$$\frac{5.85}{14.5} + \frac{15.56}{15.0} = 0.403 + 0.973 = 1.376 \overset{!}{\le} 1$$

جواب نمی‌دهد.

چنانکه مشاهده می‌شود جوش جواب داده ولی خود نبشی جواب نمی‌دهد. این مسئله نشان می‌دهد که بر اثر ایجاد خارج از مرکزیت در اتصال ممکن است خود عضو جوابگو نباشد و لازم است شکل اتصال عوض گردد.

منابع:

- طراحی سازه‌های فولادی (بر مبنای آیین‌نامه فولاد ایران)، تالیف شاپور طاحونی.
- اتصالات سازه های فولادی، تالیف شاپور طاحونی.
- سازه‌های فولادی جوش شده. تالیف مجید صادق آذر.
- تحلیل و تشریح مسائل طراحی سازه‌های فولادی. تالیف خدیوپور، علامه، ربیعی‌گهر و بهروزی فردین.
- مقررات ملی ساختمان ایران. مبحث دهم.