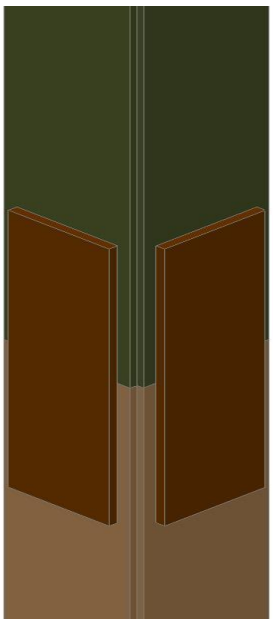
باز نشر با ذکر منبع مجاز می باشد. Strain.blog.ir

فصل هشتم: طراحی وصله جوشی ستون

۸ – ۱– مقدمه

در اجرای سازه های فولادی مواردی رخ می دهد که لازم است تیر ها و یا ستون ها را به یکدیگر وصله کنیم. هر چند اجرای وصله در اعضای سازه های فولادی مستلزم صرف هزینه است. لیکن انجام آن در بعضی مواقع اجتناب ناپذیر است. مواردی که استفاده از وصله در سازه های فولادی ضروری است به قرار زیر است.

- طول استاندارد نیمرخ به صورت معمول ۱۲ متر است. هنگامیکه طول دهنه تیر و یا ارتفاع ستون از طول نیمرخ های استاندارد بیشتر باشد تیر یا ستون را باید در محل مناسب وصله کرد.
- در مواردی که نیرو های طراحی در تیر یا ستون در یک ناحیه به طور چشمگیری از بقیه نواحی بزرگتر است، استفاده از مقطع با ظرفیت باربری بالا در ناحیه مورد نظر همراه با وصله نمودن آن به نواحی مجاور ضروری می باشد.[1]
- در اجرای سازه های فولادی جوش ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند. معولا جوش های مربوط به اتصال گیردار در محل پروژه و بر روی کار انجام می شود. جوش های نفوذی اتصال گیردار نیازمند دقت و حوصله کافی جوشکار است. معمولا این جوش ها بدلیل ارتفاع ستون نظارت توسط مهندس ناظر بعد از عملیات ریختن سقف انجام می شود که دیر هنگام است. توصیه می شود قسمتی از تیر در کارگاه به ستون جوش شود و بقیه تیر در محل پروژه توسط پیچ یا جوش وصله شود. چنین روشی کمک می کند جوش های نفوذی اتصال گیردار در محل کارگاه زیر نظر مستقیم مهندس ناظر انجام شود و همچنین جوشکار از امنیت بیشتری برخوردار خواهد بود.
- محدودیت هایی مثل حمل و نقل اعضای فولادی و یا جلوگیری از دور ریز زیاد مصالح ایجاب میکند از وصله در تیر یا ستون استفاده کنیم.



[1] فصل دهم از جلد ششم کتاب طراحی سازه های فولادی به روش حالات حدی و مقاومت مجاز، ازهری، میر قادری

باز نشر با ذکر منبع مجاز می باشد. Strain.blog.ir

۸ – ۲- نمونه طراحی وصله جوشی ستون

در این سازه وصله جوشی ستون در ۶ تیپ طراحی شده است که در این فصل جزئیات محاسبه تیپ ۱ که اتصال ستون Box30x15 به ستون Box30x15 می باشد در ادامه شرح داده شده است.

مشخصات ستون Box30x15 :

$$b = 30\ cm\ , h = 30\ cm\ , t_f = 1.5\ cm\ , t_w = 1.5\ cm, I = 29092\ , Z_b = 2092\ cm^3$$

مشخصات فولاد و الکترود مصرفی :

$$f_y = 2400\ {}^{kg}/_{cm^2}\ , f_u = 3700\ {}^{kg}/_{cm^2}\ ,$$ الکترود $E60$ $F_{ue} = 4200\ {}^{kg}/_{cm^2}$

۸ – ۳- نیرو های طراحی وصله ستون

وصله کلیه ستون ها، شامل ستون های غیر باربر جانبی باید قادر به تحمل نیرو های زیر باشند.

- ✓ بیشترین نیروی داخلی (شامل نیروی محوری، نیروی برشی و لنگر خمشی به طور همزمان) تحت اثر ترکیبات بار متعارف
- ✓ بیشترین نیرو های محوری (بدون حضور نیرو های برشی و لنگر خمشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزله تشدید یافته
- ✓ نیروی برشی حداقل برابر $\frac{\sum M_p}{H_s}$ که در آن $\sum M_p$ مجموع لنگر های خمشی پلاستیک ستون در دو سمت وصله در امتداد مورد تنظر و H_s ارتفاع طبقه است. این نیروی برشی باید در هر امتداد محور های اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیرو های محوری و لنگر عای خمشی در نظر گرفته شود.
- ✓ لنگر خمشی حداقل برابر $R_y M_p$ که در آن R_y نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تعیین شده مصالح ستون و M_p لنگر خمشی پلاستیک ستون با مقطع کوچکتر وصله شونده است. این لنگر خمشی باید در هر امتداد محور های اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیرو های محوری و برشی در نظر گرفته شود.[1]

۱- بیشترین نیرو های حاصل از ترکیبات بار متعارف

$$P_u = 79\ T, \qquad M_u = 25.7\ \ T.m$$

۲- بیشترین نیروی محوری حاصل از ترکیبات بار تشدید یافته

$$P_u = 92\ T$$

۳- نیروی برشی

$$V_u = \frac{\sum M_p}{H_s} = \frac{2 \times 2400 \times 2092}{340} = 29.5\ T$$

۴- لنگر خمشی

$$M_u = R_y M_p = 1.15 \times 2400 \times 2092 = 57.7\ \ T.m$$

[1] بند ۱۰- ۳- ۵- ۲-۲ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

باز نشر با ذکر منبع مجاز می باشد. Strain.blog.ir

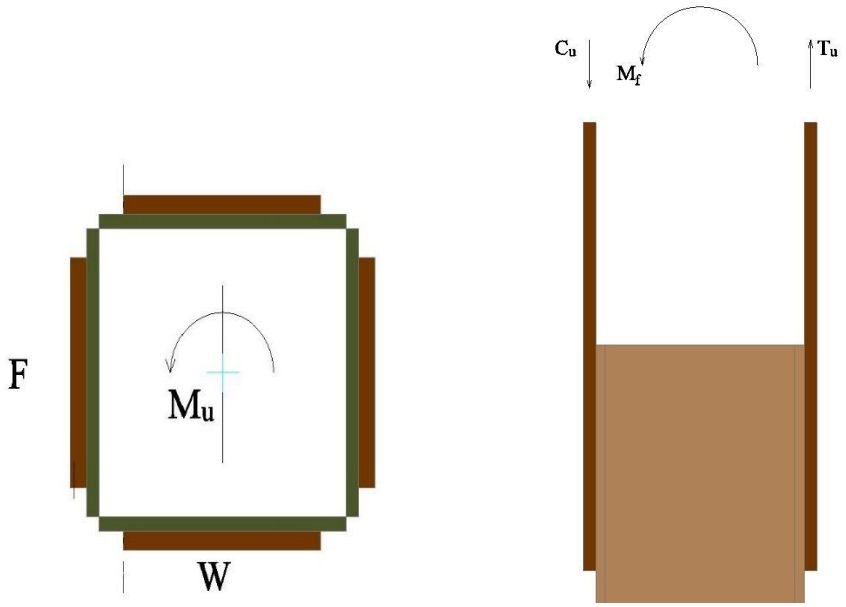
۸ – ٤- طراحی ورق اتصال بال و جان

بدلیل اینکه ستون از نوع جعبه ای و متقارن است. و همچنین تحت اثر زلزله در دو راستا می باشد بال های ستون در یک راستا تحت اثر لنگر هستند در راستای متعامد تحت اثر برش و با عوض شدن راستای زلزله بال و جان ستون عوض می شوند. به زبان ساده تر در وصله ستون ورق های اتصال باید هم برای نیروی لنگر خمشی و هم برای برش طراحی شوند.

در طراحی وصله ایتدا ورق های اتصال با لنگر و نیروی برشی بند ۳ و ۴ مشروح در قسمت قبل طراحی می شوند و سپس با نیرو های بند ۱ و ۲ کنترل می شوند. طراحی وصله ستون و انتخاب حدس اولیه درست نیازمند تجربه در طراحی و اجرای اتصالات جوشی می باشد تا طراح بتواند ابعاد ورق و جوش را مناسب انتخاب کند که هم جوابگوی نیرو های طراحی باشد و هم جواب گوی الزانات اجرایی.

۸ – ۴- ۱- طراحی ورق اتصال برای لنگر

عمده انتقال لنگر توسط ورق اتصال بال انجام می شود. برای تعیین سهم ورق های اتصال جان و بال در انتقال لنگر می توان لنگر خمشی M_u را به نسبت ممان اینرسی تقسیم کرد. با فرض ۱ سانتی متر ضخامت ورق ها و عرض ۲۶ سانتی متر سهم ورق بال تعیین می شود. باید توجه داشت که ورق های اتصال نیروی باید مجزا توان تحمل لنگر و ربش مذکور را داشته باشند.



$$I = \frac{26^3 \times 1}{12} \times 2 + 2(26 \times 1) \times 16^2 = 16241\ cm^3, \quad \frac{I_w}{I} = 0.18, \quad M_f = (1 - 0.18)M_u = 46.1\ T.m$$

$$T_u = C_u = \frac{M_f}{d} = \frac{46.1 \times 1000}{0.34} = 135\ T, \qquad \text{ورق ضخامت } t_f = \frac{135 \times 1000}{0.9 \times 2400 \times 26} = 2.4\ cm\ use \quad t = 2.5\ cm$$

۸ – ۴- ۲- طراحی ورق اتصال برای برش

با توجه به استفاده از جفت ورق در هر راستا سهم هر ورق نصف V_u

$$t_w = \frac{V_u}{2 \times 0.9 \times 0.6 \times 2400 \times 26} = 0.43\ cm$$

باز نشر با ذکر منبع مجاز می باشد. Strain.blog.ir

۸ – ۴- ۳ - کنترل اتصال برای نیروهای ترکیبات بار متعارف

بدلیل اسنکه در هرراستا دو ورق استفاده می شود نیروی محوری تقسیم بر چهار می شود. در انتقال نیروی محوری هر چهار ورق به طور مساوی سهم دارند.

$$C_u = P_u + \frac{M_f}{d} = \frac{P_u}{4} + (1 - 0.18)\frac{M_u}{d} = 20 + 0.8 \times \frac{25.7}{0.34} = 80\ T$$

ورق ضخامت $t_f = \frac{80 \times 1000}{0.9 \times 2400 \times 26} = 1.42\ cm$

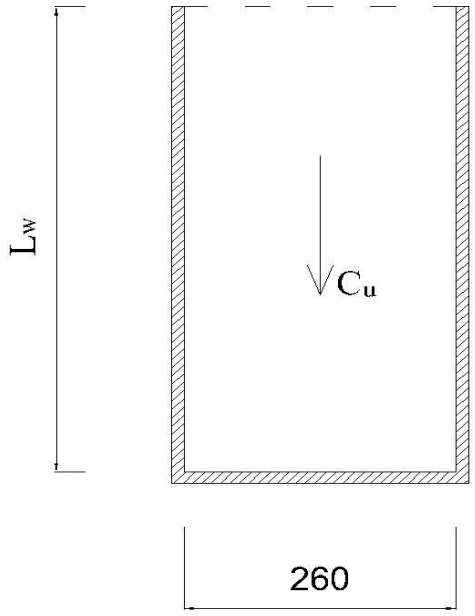
۸ – ۴- ۴ – کنترل اتصال برای نیرو محوری ترکیب بار تشدید یافته

نیروی محوری تشدید یافته با توجه به توضیح بخش ۸ – ۴- ۳ تقسیم بر ۴ می شود.

$$C_u = P_u = 92\ T\ ,\qquad \text{ورق ضخامت } t_f = \frac{92 \times 1000}{4 \times 0.9 \times 2400 \times 26} = 1.63\ \ cm$$

۸ – ٤- ٥- طراحی جوش ورق های اتصال

جوش ورق اتصال در حالت اعمال لنگر تحت اثر برش T_u و در حالت اعمال برش تحت اثر نیروی $\frac{V_u}{2}$ قرار دارد. بنابراین داریم:



تحت اثر لنگر $f_v = \frac{135\ \times 1000}{26 + 2 \times L_w},\ \ f_v = 0.6\beta\phi F_u \frac{\sqrt{2}}{2}\ a_w,\qquad if\ a_w = 12\ mm,\qquad L_w = 45\ cm$

تحت اثر برش $f_v = \frac{0.5V_u}{26 + 2 \times L_w},\ \ f_v = 0.6\beta\phi F_u \frac{\sqrt{2}}{2}\ a_w,\qquad if\ a_w = 12\ mm,\qquad L_w = -6\ cm$, غ .ق .ق

تحت اثر ترکیب بار متعارف $f_v = \frac{137\ \times 1000}{26 + 2 \times L_w},\ \ f_v = 0.6\beta\phi F_u \frac{\sqrt{2}}{2}\ a_w,\qquad if\ a_w = 12\ mm,\qquad L_w = 45\ cm$

تحت اثر ترکیب بار یافته تشدید $f_v = \frac{92\ \times 1000}{26 + 2 \times L_w},\ \ f_v = 0.6\beta\phi F_u \frac{\sqrt{2}}{2}\ a_w,\qquad if\ a_w = 12\ mm,\qquad L_w = 45\ cm$

باز نشر با ذکر منبع مجاز می باشد. Strain.blog.ir

طول مناسب جوش برای انتقال نیرو ها برابر ۴۵ سانتی متر بدست آمده است که باید برای اتصال ورقی به طول ۹۰ سانتی متر را استفاده کرد (در هر وجه ستون)

همان طور که پیش تر شرح داده شد. هر کدام از جفت ورق های اتصال در هر راستا باید به طور مجزا تحت اثر نیرو های مشروح در بخش ۸- ۳ طراحی شود. که ورق اتصال در هر وجه داری ابعاد زیر است.

$$use \quad PL\,900x260x25$$