

اجزای سازه های فولادی

فصل اول: کلیات

احداث ساختمان به منظور رفع نیازانسانها صورت گرفته ومهندسين ومعماران مسئوليت طراحي واجراي مناسب ساختمان رابرعهدده دارند.

محوراصلي مسئوليت عبارت است از: **ايمني ، بهره وري خوب، زيبائي واقتصاد.**

با توجه به اينكه ساختمانهاي احداثي دركشور مايشتر به صورت فلزي يا بتني بوده وساختمانهاي بنائي غيرمسلح بامحدوديت خاص طبق آئين نامه ۲۸۰۰ زلزله ايران ساخته مي شوند،آشنائي بامزايا ومعايب ساختمانها مي تواند درتصميم گيري مالکين ومهندسين نقش اساسي داشته باشد.

سازه فولادي مجموعه اي از اعضاي باربرساخته شده از نيمرخهاي فولادي يا ورق مي باشد كه به كمك اتصالات به يكدیگر متصل مي گردند.با توجه به روشهاي تكامل يافته اي كه براي توليد نيمرخهاي فولادي به كار گرفته مي شود، اين مقاطع غالبا رفتار قابل قبولي از خود نشان مي دهند. مساله بسيار مهم رفتار اتصالاتي است كه براي ساخت اعضاي مركب از نيمرخ و ورق يا اتصال اعضا سازه(شامل تير و ستون و مهاربندها)در محل گره ها مورد استفاده قرار مي گيرند.وسايلي كه براي ساخت اعضا و اتصال آنها به يكدیگر به كار مي روند شامل پيچ و پرچ و جوش است،در اين ميان استفاده از جوش در ساختمان سازي متعارف در ايران بسيار رايج است

كلييه فولادهای مصرفی اعم از ورق، تیر آهن، ناودانی، نبشی و... بايد از نوع استاندارد و داراي مقاومت

لازم و تعيين شده در آئين نامه ها و ضوابط باشد.

مزايای ساختمان فلزي

سازه های فلزی مزایای بسیاری دارند كه عبارتند از:

- (۱) مقاومت مطلوب
- (۲) ویژگی‌های یکسان
- (۳) پایایی
- (۴) ویژگی‌های ارتجاعی
- (۵) شکل‌پذیری
- (۶) پیوستگی مصالح
- (۷) مقاومت متعادل
- (۸) تقویت‌پذیری و امکان مقاوم‌سازی
- (۹) شرایط آسان ساخت و نصب
- (۱۰) ضریب نیروی لرزه‌ای و...
- (۱۱) معایب ساختمان فلزی

معایب ساختمان فلزي

- ۱- ضعف در دمای زیاد: معمولاً در دمای ۶۰۰-۵۰۰ درجه سانتیگراد تعادل ساختمان به خطر می‌افتد.
- ۲- تمایل قطعات فشاری به کمانش: به علت کوچک بودن ابعاد و مقاومت نسبی بالا تمایل به کمانش در قطعات فلزی زیاد خواهد بود.
- ۳- جوش نامناسب و عدم گیرداری مناسب: به علت نبود جوشکاران ماهر در کشور، جوش در سازه‌های فلزی از معایب آن می‌تواند باشد.

انواع اتصالات در ساختمان‌های فلزي:

- (۱) انواع اتصال تیر به ستون
- (۲) انواع اتصالات پای ستون
- (۳) اتصال دو تیر آهن به هم
- (۴) اتصالات بادبندها
- (۵) انواع اتصالات تیر به ستون

اتصال تیر به ستون به دو صورت است:

● صلب و گیردار

● مفصلی

انواع اتصال صلب و گیردار

● اتصال صلب با جفت صفحه موازی

● اتصال صلب با جفت سری

● اتصال صلب با صفحه انتهایی روی ستون

انواع اتصال مفصلی

● اتصال ساده نشسته (نبشی نشیمن)

● اتصال به وسیله صفحه نشیمن و لچکی

● اتصال به وسیله صفحه نشیمن و صفحه برشگیر (تیغه)

انواع اتصال پای ستون

اتصالات پای ستون نیز مانند سایر اتصالات هم صلب و هم مفصلی دارند که در اتصالات صلب از سخت کننده استفاده می شود و در اتصال مفصلی از نبشی ها استفاده می شود.

جوش اتصال پای ستون باید شرایط دو اتصال صلب و مفصلی را تامین کند.

اتصال صلب را در جهتی می گذاریم که ممان داریم و اتصال مفصلی را در جهتی می گذاریم که ممان نداریم.

اتصال دو تیرآهن به هم

برای تولید ستون دابل لازم است که دو تیرآهن را به هم توسط بست یا پلیت متصل کرد و برای طویل کردن ستون ها نیز باید بین تیرآهن ها اتصال وجود داشته باشد.

اتصال بادبندها

معمولاً بادبندها توسط یک صفحه فلزی که از قبل در محل تقاطع تیر به ستون جوش داده شده است به ستون‌ها و تیرها متصل می‌شوند. این صفحات چون هم تحت فشار و هم تحت کشش می‌باشند، باید برای هر دو عامل طرح شوند.

باگذشت حدود ۶۰ سال از کاربرد اتصالات جوشی در صنعت ساختمان در ایران هنوز نقایص زیادی در اجرای ساختمانهای فولادی جدید مشاهده می‌شود.

تا زمان وقوع زلزله نورث ریچ (۱۹۹۴) تصور بر این بود که در صورت رعایت اصول فنی در طرح و اجرای سازه‌های فولادی جوشی این سازه‌ها در زلزله عملکرد قابل قبولی از خود نشان می‌دهند.

اما وقوع این زلزله این فرض را زیر سوال برده، در این زلزله مشاهده شد که در بسیاری از اتصالات، در محل درز جوش اتصال، فلز مادر (Base metal) دچار ترک یا بعضاً شکست شده است، و این مساله باعث شد تا تحقیقات گسترده‌ای در مورد علت این پدیده صورت گیرد که این تحقیقات تا به امروز ادامه دارد.

از طرف دیگر مشاهده و تحقیق درباره وضعیت ساخت و ساز ساختمانهای فولادی نشان می‌دهد که اتصالات جوشی متداول در ایران از کیفیت مناسبی برخوردار نیستند و با وجود سابقه نسبتاً طولانی در استفاده از جوشکاری در صنعت ساختمان هنوز نقایص زیادی در این زمینه مشاهده می‌شود.

عملیات اجرایی در کارهای فولادی

ترتیب عملیات اجرای در کارگاه فولاد به ترتیب زیر می‌باشد:

- (۱) تهیه نقشه‌ها و مدارک فنی سازنده اسکلت
- (۲) تهیه مصالح و نیروی انسانی لازم جهت اجرای اسکلت
- (۳) برشکاری و مونتاژ قطعات
- (۴) جوشکاری اعضاء برشکاری شده
- (۵) تمیزکاری و رنگ‌آمیزی

۶) حمل قطعات ساخته شده

۷) ایجاد امکانات جهت انبار

۸) پیش نصب

۹) برپا داشتن و اجرای اتصال موقت

۱۰) بازدید نهایی و اتصال دائم

۱۱) تهیه نقشه‌های ساخت

در ابتدا باید بر اساس محاسبات انجام شده نقشه‌های اعضای تعیین شده آماده گردد و تمام اعضای تعیین شده باید توسط اندازه‌گیری دقیق و شابلون سازی اعضای اجرایی گردیده و آماده عملیات برشکاری گردد.

عملیات برشکاری و آماده سازی

عملیات برشکاری بر اساس ضخامت ورق‌ها به دو صورت انجام می‌شود:

الف) برش حرارتی

ب) برش گیوتینی

برای انجام کلیه عملیات برشکاری باید شاسی‌های مناسبی از پروفیل ایجاد کرد تا لغزشی در برش و تغییر ابعاد ایجاد نشود.

عملیات سوراخ کاری

بعد از برش، در صورت نیاز عملیات سوراخکاری انجام می‌شود.

عملیات سوراخ کاری نیز به دو روش انجام می‌شود:

الف) بوسیله مته

ب) بوسیله دستگاه پانچ

سوراخ کاری توسط پانچ معمولاً برای ورق‌های تا ضخامت ۱۵ میلیمتر استفاده می‌شود.

ساخت اعضاء

ساخت اعضاء معمولاً با روقها يا پروفيل انجام مى شود. چنانچه اعضاء از ورق ساخته شود، مراحل زير صورت مى پذيرد:

- (۱) تسمه سازى
- (۲) مونتاژ بال و جان
- (۳) تکميل جوشكارى
- (۴) عمليات بازرسى
- (۵) عمليات واداشتن، نصب، خال جوش و اتصالات موقت و عمليات نصب توسط جرثقيلى هاى متحرك و يا جرثقيلى هاى برجى انجام مى شود.

جرثقيلى هاى متحرك مى تواند از دو نوع بوم خشك و يا بوم هيدروليكي باشد. جرثقيلى ها علاوه بر بوم اصلى، داراى يك اضافه بوم مى باشند كه به آن jib مى گويند و از آن مى توان به اين نصب قطعات سبك در ارتفاع بالا استفاده نمود.

(۶) شاقولى كردن ستونها

(۷) در آخرين مرحله به كمك مهارهاى ضربدرى موقت و تيفور و..... در وضعيت شاقول قرار گرفته و با خال زدن اتصالات و يا سفت كردن وسايل مونتاژ در وضعيت نهايى قرار مى گيرند.

پيش نصب

در صورتى كه دستگاه نظارت لازم بداند، بايد تيرها و ستونهاى فولادى در محل كارخانه يا پاى كار پيش نصب شوند. هدف از پيش نصب تيرها و ستونها اطمينان پيدا كردن از دقت ساخت و كيفيت قطعات است.

روشهاي اتصال قطعات سازه هاى فلزي

در انتخاب يك سيستم مناسب جهت انتقال بار، علاوه بر نگرش سازه اى، به قابل اجرا بودن آن نيز بايد توجه كرد. اتصال قطعات فلزى با يكي از سه روش هاى صورت مى گيرد:

اتصال با پرچ

پرچ از قدیمی ترین وسایل اتصال در سازه های فولادی است که در حال حاضر منسوخ شده است که در حقیقت میخی است نسبتا ضخیم با طول و قطر معین که سر آن می تواند کروی شکل یا صاف باشد. تمام ویا قسمتی از اتصالات پرچی معمولا رکارخانه انجام می شود. بدیهی است اتصال قطعات نسبتا بزرگ و طویل به یکدیگر باید در نهایت در کارگاه صورت گیرد.

طرز اتصال یک ویا چند قطعه نسبتا بزرگ و طویل به یکدیگر بوسیله پرچ به این ترتیب است که پرچ را تا حد سرخ شدن گرم کرده و آنرا در سوراخی که در قطعات مورد اتصال قبلا تعبیه کرده اند قرار می دهند، پس از آنکه سر پرچ در محل خود قرار گرفت ، قسمت اضافی میله پرچ که از سمت دیگر خارج شده است را با چکش می کوبند، تا ضمن پرشدن قطر اضافی سوراخ که معمولا در حدود دو میلیمتر بزرگتر از قطر اولیه میله پرچ در نظر می گیرند، این سرنیز شکل سر دیگر را بخود بگیرد.

علت منسوخ شدن پرچ در سازه های فولادی عبارتند از:

- (۱) پیشرفت تکنولوژی جوشکاری
- (۲) تولید پیچ های با مقاومت بالا
- (۳) نیاز به نیروی انسانی زیاد و ماهر برای پرچکاری
- (۴) احتیاج به نظارت دقیق
- (۵) سروصدای زیاد در حین اجرا
- (۶) خطر آتش سوزی در حین کار

اتصال با پیچ

پیچ هایی که در اتصالات سازه های فولادی مورد استفاده قرار می گیرند، به دو دسته تقسیم می شوند:

۱. پیچ های معمولی

۲. پیچ‌های با مقاومت بالا

پیچ‌ها را به دو گروه، پیچ‌های معمولی که به آنها پیچ‌های سیاه فولادی نیز می‌گویند و معمولاً سری شش گوش دارند و پیچ‌های فولادی با مقاومت زیاد تقسیم می‌کنند.

- پیچ‌های معمولی با مهره هائی شش گوش برای اتصالات درکارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، این پیچ‌ها را معمولاً طوری انتخاب می‌کنند که قطر آنها در حدود ۲ میلیمتر کمتر از قطر سوراخ باشد و قسمت انتهائی پیچ که از اتصال بیرون زده است را در آخر کار ممکن است چکش کاری و پخ کنند تا از شل شدن و یا خارج شدن مهره آن جلوگیری شود. با توجه به اینکه این پیچ‌ها کاملاً به جدار سوراخ‌ها نچسبیده و به اصطلاح جدم نیستند ممکن است دارای مختصر حرکتی باشند.

- پیچ‌های فولادی با مقاومت زیاد از فولادهای مخصوص با استقامت بالا می‌سازند، استقامت این پیچ‌ها بخاطر نوع فولاد بکار رفته در ساخت آنها و نیروی اصطکاک حاصله در اثر کاملاً جدم بودن سوراخ‌هاست، قدرت تحمل پیچ‌های فولادی با مقاومت زیاد نسبت به پیچ‌های معمولی به مراتب بیشتر است.

وظایف بازرسان پیچ و مهره

مطالعه دقیق مباحث اجرایی مشخصات فنی، نقشه‌های قرارداد، نقشه‌های کارگاهی ساخت
مطالعه همه گواهی‌نامه‌های مطابقت مواد، که از سوی کارخانه سازنده صادر شده است و حصول اطمینان از
تطابق ویژگی‌های مواد قطعات با الزامات پروژه

تایید شناسایی مواد پیچ و مهره‌ها

تایید وجود شرایط مناسب و تحت کنترل جهت انبار قطعات

تایید وجود دستور کارهای مصوب نصب پیچ و مهره

تایید صلاحیت همه پرسنل نصاب پیچ و مهره

مشاهده آزمایش پیش از نصب که در آغاز کار و به ازای هر محموله انجام شده است.

کنترل کفایت وضعیت اتصال اعم از وضعیت ابعاد، سوراخ‌ها، عدم وجود وضعیت نامناسب در سوراخ‌هایی که
گشاد شده و یا برقو زده شده‌اند.

کنترل سفت شدن نخستین همه پیچ‌ها، بیش از اعمال نیروهای پیش تنیدگی

در اتصالاتی که باید پیش تنیده شوند، در قالب یک برنامه زمان‌بندی مناسب عملیات پیش تنیدگی کنترل شود تا از درستی انجام آن اطمینان حاصل شود.

گزارش کاملی در خصوص اتصالات، مشاهده و بازرسی شده که مورد قبول قرار گرفته‌اند تهیه شود. این گزارش باید طبق برنامه و در زمان‌های مربوطه و از پیش مشخص به دستگاه مربوطه تحویل شود.

انواع پیچ و مهره

پیچ و مهره‌های مورد استفاده در سازه‌های فولادی باید طبق اطلاعات نقشه‌های طراحی از لحاظ مقاومت، رده و نوع با الزامات استانداردهای ASTM به شرح زیر مطابقت داشته باشند.

A325: استاندارد مشخصات فنی پیچ‌های فولادی عملیات حرارتی شده با حداقل مقاومت کششی 105/120ksi

A490: استاندارد مشخصات فنی پیچ‌های فولادی عملیات حرارتی شده با حداقل مقاومت کششی 155/120ksi

A563: استاندارد مشخصات فنی مهره‌های فولادی آلیاژی و کربن دارد.

F436: استاندارد مشخصات فنی واشرهای فولادی سخت

F959: استاندارد مشخصات فنی واشرهای نشانگر مستقیم کششی

F1852: استاندارد مشخصات فنی پیچ با قطعه جدا شونده

Twist-off bolts: با حداقل میزان مقاومت کششی 120/150ksi

DTI در اتصالات سازه‌های فولادی بکار برده می‌شوند





دستور کار بستن پیچ و مهره‌ها

پیمانکار موظف به ارائه دستور کار آزمایش‌های پیش از بستن، سفت کردن اولیه، پیش تنیدگی و بازرسی بعد از بستن می‌باشد. تمامی این دستور کارها باید مطابق الزامات آیین نامه مرکز تحقیقات اتصالات سازه‌ای (RCSC) و مدارک فنی پروژه باشند.

دستور کار بستن، باید مشخص نماید که پیمانکار از کدام روش بستن پیچ و مهره شامل روش چرخش مهره، آچار کالیبره، پیچ با قطعه جدا شونده (پیچ‌های TC) یا نشانگرهای کشش مستقیم (DTI) استفاده می‌نماید.





محدودیت‌های اتصالات پیچی

برای اتصالات زیر باید از اتصال اصطکاکی با پیچ پرمقاومت یا اتصال جوشی استفاده شود.

- ① وصله ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع ۶۰ متر و بیشتر
 - ② وصله ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع بین ۳۰ تا ۶۰ متر در صورتی که نسبت بعد کوچک پلان به ارتفاع در آنها از ۴۰٪ کمتر باشد.
 - ③ وصله ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر در صورتی که نسبت بعد کوچک پلان به ارتفاع در آنها از ۲۵٪ کمتر باشد.
 - ④ در سازه‌های با ارتفاع بیش از ۴۰ متر برای اتصال همه تیرها و شاه تیرها به ستون‌ها و یا اتصالات هر نوع تیر یا شاه تیری که مهار ستون‌ها با آنها مرتبط باشد.
 - ⑤ همه سازه‌هایی که که جراثقال‌های با ظرفیت بیش از ۵ تن تحمل می‌کنند.
 - ⑥ هر اتصال دیگری که در نقشه‌های طرح و محاسبه قید شده باشد.
 - ⑦ آزمایش‌های پیچ، مهره و واشر
- بطور کلی آزمایش‌های زیر برای ست پیچ و مهره و واشر انجام می‌شود:
- ① آزمایش‌های ابعادی
 - ② آزمایش‌های متالورژیکی
 - ③ آزمایش‌های مکانیکی
 - ④ آزمایش‌های پوشش مقاوم خوردگی
 - ⑤ آزمایش‌های ابعادی و نیز متالورژیکی در هنگام تولید پیچ و مهره و واشر در کارخانه سازنده تولید می‌شود. آزمایش‌های مکانیکی برای مهندسان طراح و بازرسان سازه دارای اهمیت می‌باشد.
 - ⑥ آزمایش‌های مکانیکی پیچ و مهره
 - ⑦ آزمایش‌های مکانیکی عبارتند از:
 - ① آزمایش کشش
 - ② آزمایش سختی سنجی

اتصال باجوش

جوشکاری که از نظر فنی و اجرائی و کنترل ، دقت و مهارت بیشتری نسبت به دو نوع اتصال قبلی احتیاج دارد، از رایج ترین انواع اتصالات در ساختمانهای فلزی در ایران است و علت عمده رایج بودن این نوع اتصال در ایران عدم کنترل فنی دقیق در ساختمانها و نیاز به وسائل و دستگاههای لازم برای اجرای اتصال به دوروش دیگر بخصوص اتصال پرچ و لزوم اجباری دقت نسبی در تعبیه سوراخها و اجرای عملیاتی است. اتصال جوش و یا جوشکاری از طریق پیوستگی و مولکولی بین دو یا چند قطعه فلز که حداقل باید یکی از آنها بطور موضعی تحت اثر حرارت بحالت خمیری و یا مذاب درآمده باشد صورت می گیرد.

جوش در ایران تمامی اتصالات ساختمانهای فلزی اعم از اتصالات ستون به پی ، و اتصالات تیر به ستون، و باد بندها ، همگی بوسیله جوش صورت می گیرد. بنابراین داشتن و اجرا کردن جوشی که به خوبی اجرا شده باشد لازم و ضروری است

جوش خوب ، جوشی است که علاوه بر برآورده کردن اتصال کافی میان اعضا و داشتن مقاومت کافی در مقابل برش و تنشهای وارده ، از لحاظ ظاهری نیز قابل قبول باشد یعنی اینکه در آن تخلخل وجود نداشته باشد. تخلخل در جوش در صورت ایجاد حفره های خالی یا محبوس شدن گاز ها در فلز جوش هنگام سرد شدن آن اتفاق می افتد.

اهمیت جوشکاری

جوشکاری کار آمدترین راه اتصال فلزات است، جوشکاری تنها راه اتصال دو یا چند قطعه فلز برای یکپارچه ساختن آنهاست.

جوشکاری بطور وسیعی برای ساخت یا تعمیر تمام محصولات فلزی به کار برده می شود. بیشتر چیزهای فلزی پیرامون ما ، جوش داده می شوند.

بلندترین ساختمان دنیا ، سفینه های فضایی ، راکتورهای هسته ای ، لوازم خانگی ، خودروها و غیره جوش داده می شوند، استفاده از فرآیند جوشکاری روز به روز در حال افزایش است.

جوش یک اتصال دائمی است ، لذا چنانچه لازم است اتصال گاهی جدا شود ، نایستی جوش داده شود.

بنابراین می توان گفت: " جوشکاری اقتصادی ترین روش اتصال دائمی فلزات است. "

برای اتصال دو عضو با پیچ یا پرچ ، سوراخ کردن قطعات ضروری است، و این سوراخ ها تا ۱۰ درصد مساحت مقطع عرضی قطعات متصل شونده را کم می کنند.

اتصال مزبور ممکن است به دو قطعه ورق کمکی نیاز داشته باشد ، بنابراین وزن مواد لازم و هزینه تمام شده اتصال بالا می رود. در صورتیکه با استفاده از جوش ، این هزینه حذف می گردد.

در جوشکاری از تمام مقطع عرضی قطعه برای تحمل نیرو بکار می رود و وزن به مقدار قابل ملاحظه ای کم می شود.

امروزه اتصال ورق های کشتی و مخازن ذخیره به خاطر صرفه جوئی با جوش انجام می گیرد و پرچ در این موارد بکار نمی رود.

لوله ها نیز اگر با جوش متصل گردند ، صرفه جوئی مشابهی صورت می پذیرد. ضخامت لوله بایستی به قدر کافی باشد تا بار لازم را تحمل نماید. حال اگر لوله به وسیله رزوه متصل گردد ، ضخامت بیشتری لازم دارد ولی برای جوشکاری ضخامت کمتری کفایت می کند و به این ترتیب وزن فلز و هزینه برای اتصالات رزوه ای بیشتر از اتصالات جوش است. سطح داخلی اتصالات جوش داده شده نیز هموارتر است (امروزه لوله های با قطر بزرگ به وسیله رزوه به یکدیگر یا با اتصالات رزوه ای متصل نمی گردند).

طراح اگر قطعات ریخته ای را به جوشی تبدیل کند ، با کم کردن ضخامت لازم ، در وزن فلز صرفه جوئی می کند ، استفاده از جوش بجای ریخته گری به طراح آزادی عمل بیشتری می دهد. هر جا که لازم است از ورق های ضخیم استفاده کند و در جاهای دیگر ورق های نازک در نظر می گیرد.

یکی دیگر از کاربردهای جوشکاری ، روکش و ترمیم سطح فلزات با فلز مخصوص است که می تواند مقاوم به خوردگی و یا سایش باشد و از این طریق سالیانه میلیاردها دلار در دیر تعویض کردن قطعات صرفه جوئی شود.

عیبها و ناپیوستگی های معمول در جوشکاری
یکی از مهمترین وظایف بازرس یا تیم کنترل کیفی جوش ، ارزیابی حقیقی جوشها به منظور بررسی مناسب بودن آنها در شرایط بهره برداری و در واقع تعیین هرگونه کمبود و نیز نامنظمی در جوش یا قطعه جوشکاری شده که عموماً ناپیوستگی نامیده میشود میباشد. در حالیکه یک ناپیوستگی، هر گونه اختلال در ساختاریکخواخت را بیان می کند، یک عیب ناپیوستگی ویژه است که مناسب بودن سازه یا قطعه را زیر سؤال می برد. شکل ناپیوستگی را

میتوان به دو گروه کلی خطی و غیر خطی تقسیم نمود. ناپیوستگی های خطی ، طولی به مراتب بیش از پهنا دارند .زمانیکه در جهت عمود بر تنش اعمالی قرار گیرند، یک ناپیوستگی خطی نسبت به غیر خطی شرایط بحرانی تری را ایجاد می کند، چرا که احتمال اشاعه و درنهایت تخریب آن بیشتر خواهد بود.

در کل باید موقع جوشکاری به نکات زیر توجه کرد:

الف: الکردهای جوشکاری

چه از نوع فولاد نرم و چه از نوع فولاد سخت باید عاری از عیوب ظاهری باشند به نوعی که پوشش آنها نباید به علت رطوبت و یا ضربه لطمه دیده باشد در سازه معمولی الکتروود نمره ۴ {اما} استفاده شده است.

سیم جوشکاری نیز باید دارای سطحی عاری از روغن و زنگ زدگی باشد.

عناصرگذازآور جوشکاری که باید خاصیت قلیایی داشته باشد متناسب با شرایط مکانیکی و فشاری که به آن وارد می شود انتخاب می گردد و حین جوشکاری رطوبت آن نباید از ۰/۱ درصد تجاوز کند ، در هر صورت کلیه مصالح جوشکاری را باید در بسته های غیر قابل نفوذ رطوبت و در انبارهایی کاملاً خشک که مجهز به هواکش و وسایل گرم کننده هستند نگهداری کرد.

لازم به یاد آوری است که جوشکاری توسط الکترودهای مرطوب مخصوصاً در مورد فولادهای سخت پس از مدتی سبب ترک خوردن جوش خواهد شد.

علی الاصول جوشکاریهایی که در کارخانه انجام می گیرد به علت قابل کنترل بودن مطلوب است ، ولی جوشکاریهای انجام شده در شرایط نامناسب کارگاه و یا ضمن نصب قطعات دارای این کیفیت نمی باشند و چون همواره جوشکاری با ضخامت کمتر از ارقام درج شده در نقشه مجاز نیست و ضخامت بیش از آن نیز سبب اعوجاج می گردد باید محاسبه جوش و طرح درز و ضخامت آن با دقت بالایی انجام پذیرد.

ب: جوشکاری

سطوح جوشکاری را باید از هر گونه رنگ ، روغن ، زنگ زدگی یا پوسته پوسته شدگی منزه کرده و آنها را به صورت صاف و یکنواخت و بدون برآمدگی و شکاف انتخاب کرد زیرا هر کدام از معایب فوق الذکر اثر نامطلوبی در کیفیت جوش میگذارند.

ستون

۱ - قسمتهای اصلی ستون

۲ - تسمه های اتصال دهنده

۳ - صفحه های تقویتی



۱- قسمت اصلی ستون:

در موقع حمل پروفیل ها باید دقت شود که انحنا در آنها و یا پیچیدگی به وجود نیاید که دچار مشکلات اجرایی می شویم در این صورت محاسبات ما درست بدست نمی آید. برای صاف کردن پروفیل ها با چکش کاری میتوان تا حدودی وضعیت را بهبود بخشیم اما به طور کل نمی توان گفت که میتوان از تنش های آن جلوگیری کرد.

۲- تسمه های اتصال

وقتی دو عدد پروفیل و یا دو عدد ناودانی و یا ۴ عدد نبشی و... تشکیل شده باشد این پروفیل ها را با تسمه به هم متصل میکنند معمولا ابعاد تسمه ها ۱۰×۱۰ میباشد معمولا تسمه ها عمود بر بال پروفیل ها می باشد گاهی هم با زاویه های ۳۵ و ۴۵ درجه بسته به مهندس محاسب به کار برده می شود.

۳- صفحه های تقویتی

گاهی اوقات نوع پروفیل ها از لحاظ شماره آن برای تمام طبقات مناسب است اما برای طبقات اول و دوم که بار بیشتری را تحمل میکند نیاز به تقویت داریم که صفحه های تقویتی برای این امر استفاده می شود.

تقلیل ضخامت ستون

وقتی که ستون های پایین با شماره بزرگتر باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست پس ستون های طبقات بعد با دو یا ۴ شماره کمتر به کار می رود.



تقلیل ضخامت ستون فلزی



تقلیل ضخامت ستون بتنی

لچگی و یا ورق پشت بند

اگر ممان های وارده در پای ستون زیاد باشد و احتمال خم شدن نبشی ها در محل اتصال ستون باشد چند قطعه تسمه به صورت لچگی استفاده می شود ضخامت لچگی ها معمولا ۱۰ یا ۱۲ میلیمتر است.



تنظیم پای ستونها

تنظیم کف و پای ستونها طی مراحل زیر صورت می گیرد:

الف- استفاده از ورقهای نورد شده فولادی به ضخامت میلیمتر و کمتر بدون تراش و پرداخت مشروط بر آنکه در سطح آنها تماس کامل برقرار شود.

ورقهای نورد شده فولادی با ضخامت تا ۱۰۰ میلیمتر را می توان با پرس کردن، صاف نمود. در صورتی که پرس مناسب در دسترس نباشد می توان با تراشیدن و صاف کردن سطح مستوی را به وجود آورد. (به جز موارد پ و ت ذیل)
در ورقهای ضخیم تر از ۱۰۰ میلیمتر، تمام سطوح تماس باید صفحه تراشی شده و صاف و مستوی گردد. (بجز موارد پ و ت ذیل)

ب چنانچه در کف ستونها از ورقهایی غیر از ورقهای نورد شده استفاده می شود باید عمل صفحه تراشی صورت گیرد (به استثنای حالت های پ و ت ذیل).

پ سطح زیرین کف ستونها در صورتی که با ریختن دو غاب ماسه سیمان تماس کامل برقرار شود، احتیاجی به تنظیم ندارد.
ت - سطح بالایی کف ستونها که در تماس با ستون قرار می گیرد، در صورتی احتیاج به پرس و صاف کردن نخواهد داشت که با جوش نفوذی و به طور سرتاسری و کامل به ستون جوش شود.



برپایی و نصب ستون

کف ستونها باید در راستای پیش بینی شده و رقوم صحیح و به صورت کاملاً تراز نصب شوند، به طوری که سطح زیرین آنها با بتن تماس کامل و سرتاسری داشته باشد.



مه‌ار

قابهای اسکلت فلزی باید به صورت شاقولی و در محدوده روابه‌های تعیین شده نصب و برپا شوند. قطعات باید قبل از نصب نهایی تنظیم گردند. بنابراین باید قطعات به وسیله پیچ، گیره، و یا جوش موقت به هم متصل شوند. برای نگهداشتن قطعات در وضعیت مطلوب باید از مه‌ار موقت مطابق مقررات مربوطه استفاده شود، این مه‌ارها باید تمام بارهای مؤثر ضمن اجرا شامل وزن وسایل کار و نیروهای ناشی از آنها را جوابگو باشند. مه‌ارهای موقت تا زمانی که از نظر ایمنی لازم است، باید در جای خود باقی بمانند. در صورتی که ضمن اجرای کار، مصالح بر روی ساختمان دسته می شود، و یا قطعات و ابزار کار نصب روی آن قرار می گیرد، باید پیش‌بینی‌های لازم برای مقابله با تنش‌های اضافی حاصل، به عمل آمده باشد.

جفت کردن درزهای فشاری در ستونها

صرف نظر از نوع وصله به کار رفته (جوش لب به لب مستقیم یا نفوذ کامل یا جزئی و یا اتصال پیچی) نامیزانی و عدم تماس کامل به مقدار کمتر از $\frac{1}{5}$ میلیمتر قابل قبول خواهد بود. اگر این باد خور از $\frac{1}{5}$ میلیمتر تجاوز کند ولی از ۶ میلیمتر کمتر باشد، و بررسی مهندسی نشان دهد که سطح تماس کافی وجود ندارد، باید فاصله بادخور را با مصالح پرکننده مناسب پر کرد. این مصالح صرف نظر از نوع فولاد اعضای متصل شونده، می توان فولاد نرمه باشد.

قبل از جوشکاری باید سطوح مورد نظر از مواد زاید (گرد و خاک، زنگ زدگی، رنگ و غیره) کاملاً پاک شود. به طور کلی در دماهای زیر صفر درجه سلسیوس به ویژه در جریان باد ممنوع است. در صورتی که جریان هوا یکنواخت و ثابت باشد و بتوان سطوح مجاور محل جوشکاری را به شعاع حداقل سانتیمتر با وسائل مناسب به نحوی گرم کرد که دمای گرمای آن با دست کاملاً محسوس باشد، و این دما در تمام مدت جوشکاری حفظ شود، می توان در هوای تا منهای درجه سلسیوس جوشکاری کرد. در صورتی که این شرایط را بتوان در هوای پایینتر از منهای درجه سلسیوس تامین و حفظ نمود، می توان در هوای تا منهای درجه سلسیوس با احتیاط به جوشکاری ادامه داد. در دماهای پایین تر از منهای درجه سلسیوس جوشکاری مطلقاً ممنوع است.

چنانچه در نقشه های اجرایی مشخص نشده باشد، شدت جریان و نوع الکترودها باید طوری انتخاب شود که جوش کامل و دارای نفوذ کافی بوده و قطعات مورد اتصال به قدر کافی ذوب شوند. سطح جوش باید عاری از شیار، قسمتهای برآمده، سوختگی و گودافتادگی باشد. چنانچه جوشکاری در بیش از یک گذر انجام می شود، قبل از برداشتن پوسته هر گذر و پاک کردن آن با برس سیمی نباید گذر بعدی جوش شروع شود. بین قطعاتی که مستقیماً به طریق جوش گوشه به هم جوش می شوند، نباید درزی بیش از ۲ میلیمتر موجود باشد. جوشکاری باید به نحوی انجام گیرد که قطعات مربوط از شکل اصلی خارج نشده و درزها دچار تابیدگی و اعوجاج نشوند.

پل ها یا تیر های اصلی

پل ها آن قسمت از ساختمان فلزی هستند که بار سقف به وسیله آنها به ستون منتقل میگردد و یا به آن عضو از ساختمان فلزی که بین ستون ها قرار می گیرد پل و یا تیر اصلی می گویند

قسمت های مختلف تیر های اصلی و سقف:

-طریقه اتصال تیر به ستون

-نکاتی در مورد ساختن تیرها

-تیرهای لانه زنبوری

-تیرچه

-پروفیل های اتصال

طریقه اتصال تیر به ستون

دارای چند حالت است که یکی از این حالت ها عبور پل از کنار ستون است وزیر پل نبشی قرار میگیرد نبشی به تیرو ستون جوش می شود. برای جلوگیری از خم شدن نبشی هم معمولا از لچگی استفاده میکنند. در ایران معمولا این نوع پل ها به کار می رود یعنی پل از کنار ستون عبور داده و آن را محاسبه می کنند. مخصوصا در ستون های میانی اسکلت از دو طرف ستون پل های ممتد عبور میدهند و به اصطلاح از گره خور جینی استفاده میکنند.

حالت دوم این است که پل از وسط ستون میگذرد. اصولا امکان عبور پل های سراسری در این نوع اتصال قدری مشکل است. برای اینکه اگر دو طرف ساختمان احداثی باز نباشد به سختی می توان یک عدد پل سراسری را از بین ستون ها عبور داد برای انجام این کار پل را به قطعات کوچک بریده و در محل مورد نظر قرار می دهند.

و دوباره آن را جوش میکنند اگر اتصالات به خوبی صورت بگیرد مانند پل یکپارچه عمل میکند. بهتر است محل برش در $1/5$ دهانه بین دو ستون واقع شود. فرض بر این است که در فاصله $1/5$ نیروهای وارده بر پل حداقل است.

حالت سوم زمانی است که پل به جان ستون ختم میشود در چنین مواقعی به وجود آوردن پل های سراسری ممکن نیست و اگر بخواهیم پل سراسری ایجاد کنیم باید جان تیر را سوراخ نموده و این عمل باعث ضعف در ستون میشود اما بسته به نظر مهندس محاسب اگر این را خواسته باشد اجرا میکنیم

نکاتی در مورد ساختن تیر ها

گاهی دهانه پل ها را با یک عدد تسمه که به بال تیر جوش میشود را تقویت میکنیم این تسمه معمولا در تیر های ساده در وسط پل و در تیر های ممتد در نزدیکی تکیه گاه جوش میشود اگر برای تقویت پل از یک تسمه استفاده کنیم معمولا این تسمه را بالای تیر جوش میکند تا مزاحم سفید کاری نشود و ضخامت زیادی در سقف ایجاد نکند

طویل کردن تیر های سراسری

بعضی کارخانه ها تیرآهن نمرات بالا را ۱۴ متری هم میسازند اما در بازار معمولاً تیرآهنها ۱۲ متر هستند اگر طول پل سراسری بیشتر از ۱۲ متر باشد ناچار به اتصال ۲ تیرآهن به هم هستیم باید با تسمه و با طول کافی از بالا و پایین و جان تیر به هم متصل نماییم بهتر است این کار در روی سطح زمین صورت بگیرد اتصال دو پل که از کنار هم عبور میکنند:

اگر از دو سمت بال یک ستون ۲ پل عبور کند در چند نقطه با تسمه پل ها را به هم متصل کرده تا پلها یکپارچه شوند

تیرهای لانه زنبوری

برای پوشش دهانه های خیلی بزرگ و جاهایی که میخواهیم ستون در بعضی نقاط قرار نگیرد معمولاً از این نوع تیرها استفاده میشود

هما نظور که می دانیم ممان اینرسی هر نقطه مادی نسبت به محور ، مساوی است با جرم آن نقطه ضرب در مجذور فاصله آن نقطه تا محور.

به همین دلیل در موقع طرح نیمرخ تیر آهن برای آنکه ممان اینرسی مقطع هر قدر ممکن است بیشتر باشد قسمت اعظم وزن تیرآهن را در بالها که در دو طرف جان آن است قرار داده اند تا هر قدر ممکن است از محور خنثی دور بوده و ممان اینرسی آن بالا برود چنانچه در محوری فرض شود نیروی برشی وجود ندارد برای بدست آوردن ممان اینرسی باز هم بیشتر سعی میکنند که بالها از محور خنثی دور باشند پس جان تیرآهن را برش داده به شکل شش ضلعی در می آوریم.

باد بند

در بازدید هایی که از مناطق زلزله زده از جمله شهر ستان بم به عمل آمده مشاهده گردید که ساختمان های فلزی چند طبقه که باد بند داشته اند مقاومت بیشتری در برابر زلزله از خود نشان داده اند

متداولترین باد بند ها نیمرخ هایی از فولاد هستند که به صورت ضرب در، بین دو ستون قرار میگیرند مانند نبشی و ناودانی و تیرآهن و... برای آنکه به سطح جوش مناسبی در محل برخورد دو پروفیل بادبند برسیم بین آن دو صفحه های جوش میدهند که با محاسبه بدست میاید اغلب ابعاد آن ۳۵ در ۳۵ و ضخامت آن ۱۰ میلیمتر میباشد این باد بندها باعث میشود نیرویی که در اثر باد و یا زلزله به بالای ستون وارد میشود به سرعت به زمین

منتقل شود. اگر دهانه های از ساختمان قرار باشد که بادبندی شود بهتر است قسمت های پایین آن قسمت هم تا روی فونداسیون باد بندی شود

باد بند ضربدری

بادبندها در این پروژه به صورت ضربدری اجرا شدند. برای اجرای بادبند از پروفیل ناودانی دابل استفاده شده است که در محل اتصال آنها به پای ستون از ورقهای به ابعاد مختلف استفاده شده است. در اجرای بادبندها باید حتماً دقت شود که محور بادبند از محل تقاطع تیر و ستون بگذرد. نحوه اجرای بادبندها به این صورت است که یکی از بادبندها را به صورت سراسری اجرا میکنند و دیگری را به صورت دو تکه اجرا میکنند تا اتصال در محل تقاطع دو بادبند با ورق انجام گیرد.







چگونگی اجراء و نصب

پیچهای مهاري (بولت) و صفحه کف ستونی

صفحه کف ستونی (Baseplate)

ستونهای یک ساختمان اسکلت فلزی ، نقش انتقال بارهای وارد شده را به فونداسیون به صورت نیروی فشاری، کششی ، برشی یا لنگر خمشی به عهده دارند.

ستون فلزی به علت مقاومت بسیار زیاد تنش های بزرگی را تحمل می کند و بتن قابلیت تحمل این تنش ها را ندارد بنابراین صفحه ستون واسطه ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی ، سبب می گردد توزیع نیروهای ستون در حد قابل تحمل برای بتن باشد.

کار اتصال صفحه زیر ستونی با بتن به وسیله میله مهار (Bolt) صورت می گیرد و برای ایجاد اتصال ، انتهای آن را خم می کنیم و مقدار طول بولت را محاسبه تعیین می کند. تعداد بولت ها بسته به نوع کار از دو عدد به بالا تغییر می کند ، حداقل قطر این میله های مهاري میلگرد نمره ۲۰ است.

در حالی که صفحه تنها فشار را تحمل می کند ، بولت نقش عمده ای ندارد و تنها پایه را در محل خود ثابت نگه می دارد.

نکته مهم هنگام نصب ستون بر روی صفحه تقسیم فشار این است که حتماً "انتهای ستون سنگ خورده و صاف باشد تا تمام نقاط مقطع ستون بر روی صفحه بیس پلیت بنشینند و عمل انتقال نیرو بخوبی انجام پذیرد. از آن جا که علاوه بر فشار ، لنگر نیز بر صفحه زیر ستونی وارد می شود ، طول بولت باید به اندازه ای باشد که کشش وارد شده را تحمل نماید که این امر با محاسبه تعیین خواهد شد.

اجرای بولت گذاری و بتن صفحه ستونها در محل قرارگیری خود و انجام آکس بندی صفحه ها و ثابت کردن بولتها توسط سیم آرماتور بند (بطوریکه وزن شخص را در روی صفحه ستونها تحمل نماید) انجام گردیده و این عملیات توسط اکیپ آرماتور بند انجام می شود. و دلیل اینکه بولتها توسط سیم آرماتور بندی ثابت می شود در این است که در هنگام بتن ریزی ، صفحه ستونها از جای خود حرکت نکرده و در جای خود تا حدودی ثابت بماند تا در پایان بتن ریزی راحت تر و بهتر عملیات تراز کردن و آکس بندی صورت پذیرد.

روش نصب پیچ های مهاری

صفحه را قدری بالاتر از محل اصلی خود نگه می دارند تا محل میله های مهاری به طور دقیق تعیین شود ، سپس میله مهارها را ثابت می کنند و عمل بتن ریزی را انجام می دهند ، در حالیکه صفحه هنوز در جای خود ثابت است پس از پایان یافتن بتن ریزی صفحه را در تراز مورد نظر نگه می دارند این عمل را می توان بوسیله مهره های فلزی در زیر صفحه ای که میله مهارها از درون آنها عبور کرده اند با پیچاندن و تنظیم آنها تا تراز لازم انجام داد.

سپس فاصله های بین زیر صفحه و روی بتن پی با ملات ماسه شسته و سیمان به نسبت یک حجم سیمان به دو حجم ماسه کاملاً " پر می گردد یا از ماسه سیمان نرم استفاده می گردد

ساخت قطعات فولادی

سازنده سازه های فولادی موظف است بر اساس نقشه های محاسباتی و تعیین شده توسط طراح و نقشه های اجرایی و کارگاهی در حد انطباق اقدام به برشکاری و ساخت نماید.

برش، مونتاژ، جوشکاری و متصل کردن قطعات به یکدیگر باید در حد امکان در کارخانه سرپوشیده و مجهز به ساخت اسکلت های فولادی توسط استادکاران و کارگران ماهر و زیر نظر متخصص فن انجام گردد.

کنترل اعوجاج و جمع شدگی

در مونتاژ اعضاء و انجام جوش درزهای اعضای ساخته شده از ورق یا نیمرخ، جوشکاری باید طوری انتخاب شود که اعوجاج و جمع شدگی به حداقل برسد.

تا حد امکان جوش‌ها باید طوری انتخاب شوند که حرارت جوشکاری در حین جوشکاری متعادل گردد. در هنگام مونتاژ درزهایی که انتظار انقباض بزرگتری در آنها می‌رود، باید قبل از درزهایی جوش شوند که انتظار انقباض کمتری از آنها می‌رود.

در هنگام جوشکاری نباید اجازه داد تا دمای درز کمتر از دمای مقرر برای پیش گرمایش گردد.

رواداری‌ها

باید در کلیه مراحل ساخت اعضای فولادی رواداری (مقدار مجاز اختلاف یا تلورانس) مطابق با آیین نامه ها و ضوابط مقررات ملی ساختمان ایران در نظر گرفته شود. معمولاً باید در رواداری‌های زیر دقت بیشتری شود که عبارتند از:

رواداری‌های جوش

رواداری‌های ابعادی اعضاء

رواداری‌های سخت کننده‌ها

رواداری امتدادهای قائم و افقی

رواداری سوراخ پیچ‌ها در سازه‌هاب پیچ و پرچی

