

جوش فورجینگ میلگرد (GPW)؛
مراحل و کاربردهای اتصال سر به سر

مهدی توحیدی

ناظر علمی:

معین شاهانی

Sabzsaze Group

sabzsaze.com

 Sabzsaze

 Sabzsaze



سبزسازه



جوش فورجینگ میلگرد (GPW)؛ مراحل و کاربردهای اتصال سر به سر

گروه صنعتی
سبزسازه

مقدمه

به دلیل محدودیت‌های ساخت و حمل و نقل، امکان استفاده از میلگردهای بسیار بلند در ساخت سازه های بتن مسلح وجود ندارد. از طرفی کار با میلگردهای کوتاه و استاندارد ساده تر است؛ به همین دلیل وصله کردن آرماتورها در تمام پروژه‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است.

اما با افزایش تراکم میلگرد در مقطع، استفاده از وصله پوششی (Overlapping) **طراحان سازه** را با محدودیت‌های آیین‌نامه‌ای و مجریان را با مشکلات جدی اجرایی مواجه می‌کند. همین موضوع باعث شد تا صنعت ساخت و ساز به دنبال روش‌های نوین، علمی و مطمئن‌تری برای اتصال میلگردها باشد.

یکی از این راه‌حل‌های پیشرفته، **جوش فورجینگ** است؛ فناوری‌ای که اولین بار در سال ۱۹۵۲ و برای اتصال ریل‌های راه‌آهن توسعه یافت. با رشد ساخت و سازهای بلندمرتبه و افزایش نیاز به مقاومت و ایمنی بیشتر در سازه‌ها، روش جوش فورجینگ (GPW) به دلیل **ضریب ایمنی بالا، کاهش مصرف میلگرد، بهبود کیفیت اتصال و کاهش هزینه‌ها** وارد صنعت ساختمان شد و امروز در کنار کوپلینگ مکانیکی، به‌عنوان یکی از بهترین روش‌های وصله میلگرد شناخته می‌شود.

نام مقاله: جوش فورجینگ میلگرد (GPW)؛ مراحل و کاربردهای اتصال سر به سر
نویسنده: مهندس مهدی توحیدی
ناظر علمی: مهندس معین شاهانی
ناشر: سبزسازه
نسخه: آذرماه ۱۴۰۴



نشانی دفتر مرکزی: تهران، خیابان مطهری، خیابان ملایری پور غربی،
پلاک ۱۰۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

نشانی دفتر آموزش: بیرجند، معلم ۲۴، پلاک ۱۴

تلفن: ۰۵۶۳۲۰۱۷۰۰۱

کد پستی: ۹۷۱۷۶۳۴۶۷۲

پرسش و پاسخ درباره این کتاب:

<https://sabzsaze.com/gpw/>

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب بدون ذکر نام سبزسازه ممنوع بوده، شرعا حرام است و پیگرد قانونی دارد.



فهرست مطالب

صفحه

۱	انواع روش وصله میلگرد	۴
۱,۱	وصله پوششی	۴
۱.۱.۱	مزایا و معایب وصله پوششی	۴
۲,۱	وصله اتکایی	۵
۱,۲,۱	مزایا و معایب وصله اتکایی	۵
۳,۱	وصله مکانیکی	۵
۱,۳,۱	مزایا و معایب وصله مکانیکی	۶
۴,۱	وصله جوشی (فورجینگ، gpw)	۶
۲	مراحل و نحوه اجرای جوش فورجینگ	۶
۱.۲	تمیزکاری سطوح میلگردها	۷
۲.۲	حرارت دهی	۷
۳.۲	اعمال فشار هیدرولیکی	۸
۳	وظایف ناظران و مجریان در اجرای فورجینگ	۹
۴	تست جوش فورجینگ	۹
۱.۴	بازرسی چشمی	۹
۲.۴	تست التراسونیک	۱۰
۳.۴	تست خمش	۱۱
۴.۴	تست کشش	۱۲
۵	کاربرد جوش فورجینگ	۱۳
۶	ضوابط و الزامات آیین نامه ای جوش فورجینگ	۱۳
۷	مزایا و معایب جوش فورجینگ	۱۵
۸	انواع روش جوشکاری میلگرد	۱۶
	پرسش و پاسخ	۱۶
	نتیجه گیری و جمع بندی	۱۶

۱ انواع روش وصله میلگرد

تلاش‌های مهندسين تا به امروز در راستای اجرای وصله‌های پوششی آرماتورها، کاهش میزان آرماتور مصرفی در خصوص اجرای وصله در سازه‌های بتنی بوده است. از جمله روش‌های متداول و مورد استفاده برای وصله آرماتورها:

وصله پوششی (lap splices)

وصله جوشی (welded splices)

وصله اتکایی (end-bearing splices)

وصله مکانیکی (mechanical splices)



شکل ۱- انواع وصله آرماتور

۱,۱ وصله پوششی

وصله پوششی آرماتور از متداول‌ترین نوع اتصال آرماتور در زمینه اجرای سازه‌های بتنی است. این روش با قراردادن دو میلگرد به صورت موازی و با طول مشخص (طول همپوشانی یا طول مهاري مستقیم آرماتور)، انجام می‌شود. استفاده از وصله پوششی، تنها برای آرماتورهای با قطر کمتر از ۳۴ میلی‌متر مجاز است.

۱.۱.۱ مزایا و معایب وصله پوششی

مزایا:

سهولت در اجرا و عدم نیاز به تخصص اجرایی

معایب:

وصله پوششی منجر به افزایش مصرف آرماتور تا ۲۰ درصد می‌شود و به تبع هزینه مصالح مصرفی و وزن سازه را نیز افزایش می‌دهد.

تراکم بالای آرماتورها در محل وصله‌ها



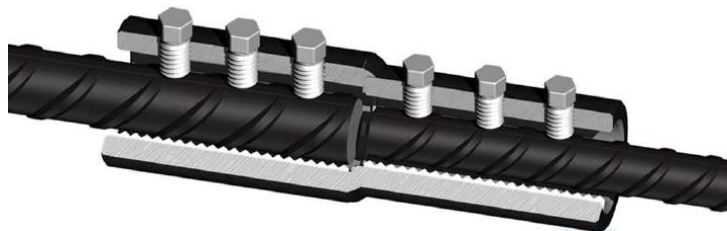
خروج از مرکزیت محوری در مقطع به علت هم‌راستا نبودن آرماتورهای وصله‌شده به یکدیگر

۲,۱ وصله اتکایی

وصله اتکایی روشی است که توسط یک قطعه سخت فلزی انجام می‌شود. همان‌طور که در شکل زیر ملاحظه می‌کنید روی این قطعه تعداد زیادی پیچ قرار دارد و این پیچ‌ها قطعه فلزی را به دو سر آرماتور متصل می‌کند.



شکل ۲- وصله اتکایی آرماتور با سایز یکسان



شکل ۳- وصله اتکایی آرماتور با سایز متفاوت

۱,۲,۱ مزایا و معایب وصله اتکایی

مزایا:

مقاومت بالاتر نسبت به وصله پوششی

کاهش طول و مقدار مصرف آرماتور

معایب:

محدودیت در قطر آرماتور برای وصله کردن

فقط برای میلگردهای تحت فشار مناسب است

۳,۱ وصله مکانیکی

در این روش ابتدا میلگردها در اندازه‌های مدنظر برش داده می‌شوند، دو سر آرماتورها رزوه شده و توسط کوپلرهای اتصال‌دهنده به یکدیگر متصل می‌شوند. این روش شامل؛ اتصال مکانیکی فشاری، کششی و کششی- فشاری می‌شود.

۱,۳,۱ مزایا و معایب وصله مکانیکی

مزایا:

کیفیت بالای وصله‌ها، چراکه این کار اغلب در کارخانه و بادقت بالا صورت می‌پذیرد.

برای آرماتورهای با سایز بالا نیز مناسب است.

مقدار آرماتور مصرفی کاهش می‌یابد و وزن سازه کم‌تر می‌شود.

معایب:

اجرای آن به‌اندازه وصله پوششی ساده نیست.

برای تأیید صلاحیت وصله، اجرای برخی آزمایش‌ها لازم است.

۴,۱ وصله جوشی (فورجینگ، GPW)

وصله جوشی میلگردها با جوش دادن انتهای دو میلگرد به یکدیگر و به دو روش فورجینگ و جوش با قوس الکتریکی انجام می‌شود. اما در روش فورجینگ، جوش سربه‌سر میلگرد، مانند دیگر جوش‌های معمول از نوع فیوژن نیست؛ بلکه در این فرایند میلگردها کمی بیش‌تر از دمای تبلور مولکولی‌شان داغ می‌شوند. در این نقطه فلز اصطلاحاً وارد حالت پلاستیکی خود می‌شود، حالتی که با فلز ذوب‌شده هنوز فاصله زیادی دارد. سپس به‌وسیله فشار پیوند مولکولی بین مولکول‌های دو میلگرد ایجاد می‌شود.



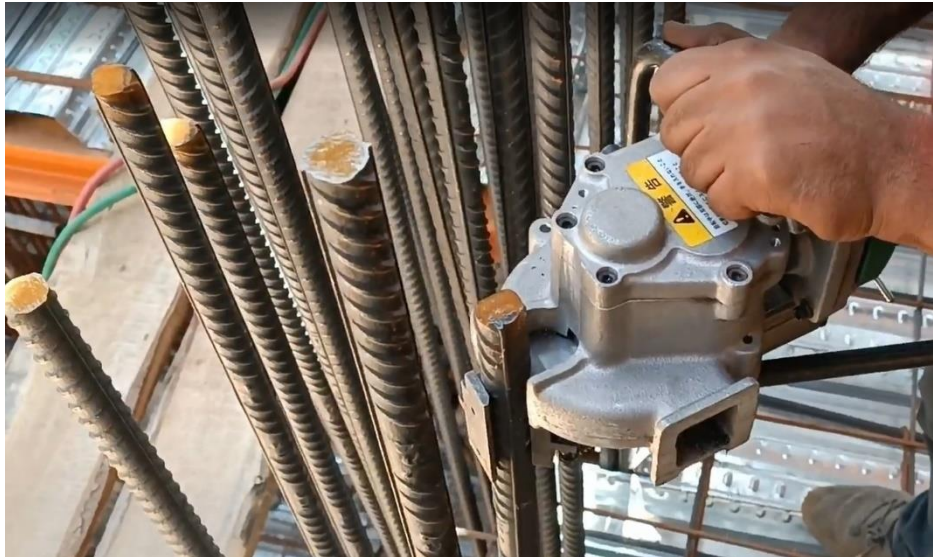
شکل ۴- جوش فورجینگ

۲ مراحل و نحوه اجرای جوش فورجینگ

اجرای جوش فورجینگ نیاز به تخصص و مهارت بالا دارد. در جوش فورجینگ، تشکیل اکسید روی سطح لبه‌های میلگرد بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا به دما و یکنواختی حرارت بستگی دارد و اگر اکسیدها وارد قسمت جوش داده‌شده شوند، به‌شدت در کیفیت و مقاومت نهایی جوش تأثیرگذار هستند.

۱.۲ تمیزکاری سطوح میلگردها

به منظور جلوگیری از اکسیداسیون در محل جوش، باید سطح میلگرد عاری از هرگونه زنگ زدگی، خوردگی و... باشد. یکی از راه های مورد اطمینان در امر تمیزکاری، استفاده از دستگاه های برش میلگرد است؛ تمیزکاری باید بلافاصله قبل از شروع عملیات حرارت دهی باشد تا از اکسید شدن مجدد سطح جلوگیری شود.



شکل ۵- برش آرماتور در عملیات جوش فورجینگ

۲.۲ حرارت دهی

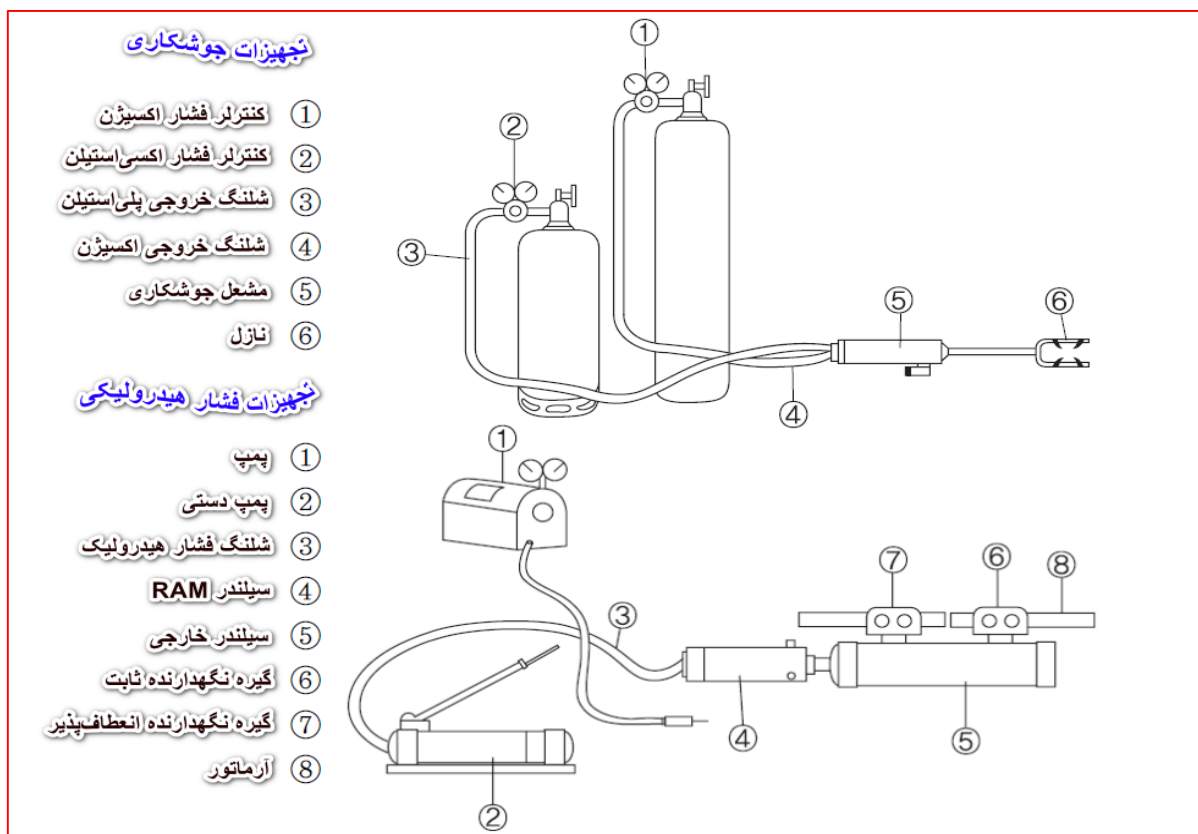
حرارت دهی آرماتورها با استفاده از مشعل مخصوص و ترکیب گازهای اکسیژن و اکسی استیلن انجام می شود. مهم ترین نکته، تنظیم فشار گاز وارد شده به مشعل و نازل ها است که باید طبق استانداردهای بین المللی و با تخصص کافی انجام شود. به صورت تجربی مقدار فشار اکسیژن بین ۵ تا ۷ بار (bar) و اکسی استیلن مقداری برابر با ۰.۵ بار است. پس از تنظیم فشار، حرارت دهی شروع و تا زمانی که دمای دو سر آرماتور به ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد برسد و حالت خمیری پیدا کند ادامه می یابد. حرارت دهی باید یکنواخت باشد تا ساختار جوش شکننده و ترد نشود. زمان لازم برای انجام هر وصله وابسته به سایز آرماتور تقریباً بین ۴۰ ثانیه تا ۳ دقیقه ادامه دارد. نکته مهم در این مرحله، ایمنی در کار است، بدان معنا که باید به صورت مستمر از سلامت نازل ها و کنترل کننده های روی مشعل اطمینان حاصل نمود تا از بروز خسارات جانی و مالی ناشی از انفجار پیشگیری کرد. در شکل (۷) تجهیزات جوشکاری فورجینگ قابل مشاهده است.



شکل ۶- تنظیم دقیق آرماتورها توسط گیره و حرارت دهی با مشعل

۳.۲ اعمال فشار هیدرولیکی

پس از خمیری شدن آرماتورها، به وسیله جک هیدرولیکی و با فشار مناسب، دو سر آرماتور با یکدیگر ادغام می شوند. نکته مهم در این مرحله، وارد کردن فشار یکسان به انتهای دو میلگرد است که باید با مهارت و تجربه کافی و مطابق با استانداردهای جوش فورجینگ باشد. به صورت تجربی در ازای هر یک سانتی متر از طول میلگرد، فشار بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ بار اعمال می شود.



شکل ۷- تجهیزات جوش فورجینگ



۳ وظایف ناظران و مجریان در اجرای فورجینگ

با گسترش استفاده از جوش فورجینگ در ساخت وسازهای عمرانی، داشتن اطلاعات کافی مهندسین و ناظرین در پروژه حائز اهمیت است و باید در مراحل مختلف، فاکتورهای زیر را به ترتیب مورد بررسی و نظارت قرار دهند.

۱- پیش از شروع کار، ناظر باید صلاحیت شرکت یا شخص حقوقی که قصد انجام پروژه را دارد؛ اعتبارسنجی کند. کادر فنی گروه باید دارای تخصص در زمینه جوشکاری و متالوژی باشد که دال بر داشتن گواهینامه رسمی فنی و حرفه‌ای است. همچنین عضویت تیم اجرایی در انجمن صنفی و داشتن مدارک مبنی بر استاندارد و کالیبره بودن دستگاه‌ها، مهم است.

۲- در طول اجرای پروژه، ناظر و مجری باید به نکاتی از قبیل هم‌سایز بودن میلگردها (در صورت اختلاف سایز، این اختلاف کم باشد)، تمیز بودن سطح، هم‌راستایی میلگردها و حرارت مناسب جوش توجه کنند. همچنین نسبت به نمونه‌برداری از جوش و ارسال آن به صورت مرحله‌ای به آزمایشگاه‌های معتبر اقدام نمایند. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۲۴۴۲ جهت سنجش کیفیت جوش، آزمایشاتی نظیر تست خمش ۹۰ درجه و در وهله دوم تست التراسونیک یا تست کشش مورد قبول می‌باشد.

۳- در پایان، نتایج آزمایشگاه به همراه گواهینامه پیمانکار فورجینگ و عضویت وی در انجمن صنفی و مدارک کالیبراسیون دستگاه‌ها باید در پرونده‌های پروژه بایگانی شود تا در صورت بروز مشکلات احتمالی، ناظر و مجری بتوانند از کار خود دفاع کنند.

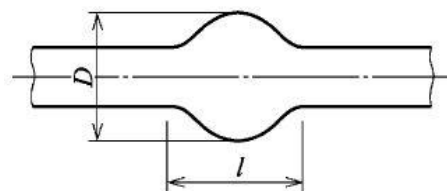
۴ تست جوش فورجینگ

کیفیت جوش فورجینگ را می‌توان با روش‌های ذیل ارزیابی کرد.

۱.۴ بازرسی چشمی

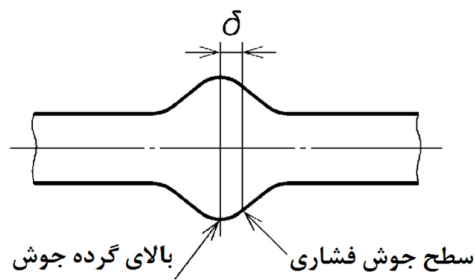
از جمله بازرسی‌های اولیه و مهمی که می‌تواند در محل اجرای پروژه صورت گیرد، بازرسی چشمی جوش فورجینگ است که تمرکز آن روی ابعاد و شکل قسمت برآمده، با استفاده از کولیس و خطکش است. در این بازرسی، مطابق استانداردهای صنعتی ژاپن (JIS) موارد ذیل مطرح است.

- هیچ‌گونه ترک، خم‌شدگی و ذوب‌شدگی نباید در محل جوش مشاهده شود.
- قطر و طول بخش برآمده باید به ترتیب، $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{1}$ برابر قطر استاندارد اسمی میلگرد باشد.



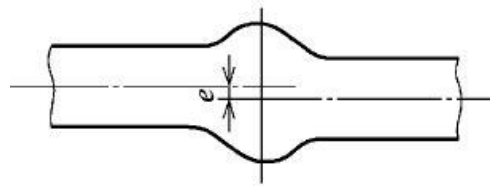
شکل ۸- شناسایی قطر و طول محل جوش

- مقدار دلتا باید بیشتر از $\frac{1}{4}$ قطر استاندارد میلگرد باشد.



شکل ۹- جابجایی سطح جوش فشاری

- مقدار غیر هم مرکز بودن محورهای گذرنده از مرکز میلگردها باید کوچک تر از $\frac{1}{8}$ قطر استاندارد میلگرد باشد.



شکل ۱۰- ناهم راستایی



شکل ۱۱- بازرسی چشمی

۲.۴ تست التراسونیک

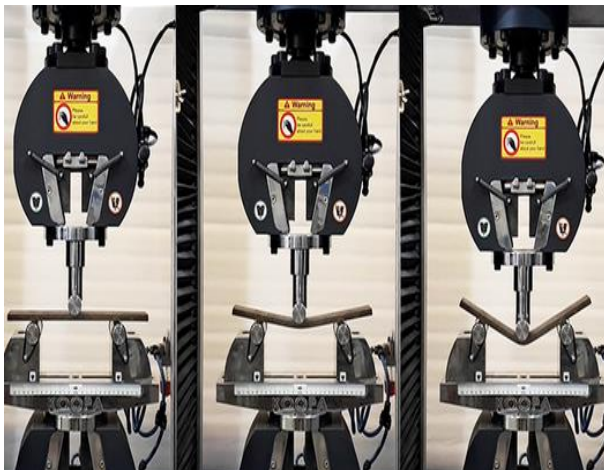
برای ارزیابی کیفیت و یکپارچگی اتصالات جوش فورجینگ به کار می رود که یک نوع روش غیرمخرب محسوب می شود. با قراردادن مبدل التراسونیک در محل جوش و استفاده از امواج صوتی با فرکانس بالا سپس بازگرداندن امواج به مبدل، نمایش بصری از ساختار داخل جوش نمایان می شود که با تحلیل نتایج، عیوبی نظیر ترک، عدم هم جوشی یا تخلخل شناسایی می شوند.



شکل ۱۲- تست التراسونیک

۳.۴ تست خمش

از انواع روش‌های مکانیکی به شمار می‌رود. محل جوشکاری توسط دستگاه هیدرولیک، تحت فشار قرار می‌گیرد و تا تشکیل زاویه ۹۰ درجه نباید هیچگونه ترک خوردگی یا شکستگی در میلگرد مشاهده شود. در روش دقیق‌تر، نمونه تحت خمش ۳ نقطه‌ای و ۴ نقطه‌ای توسط دستگاه کشش یونیورسال جهت تعیین مقاومت جوش در برابر خم‌شدگی به کار می‌رود. در آزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر خمش مورد تأیید است که پس از خم کردن، ترکی در منطقه جوش شده به وجود نیامده باشد.



شکل ۱۳- تست خمش ۳ نقطه‌ای



شکل ۱۴- تست خمش ۴ نقطه‌ای



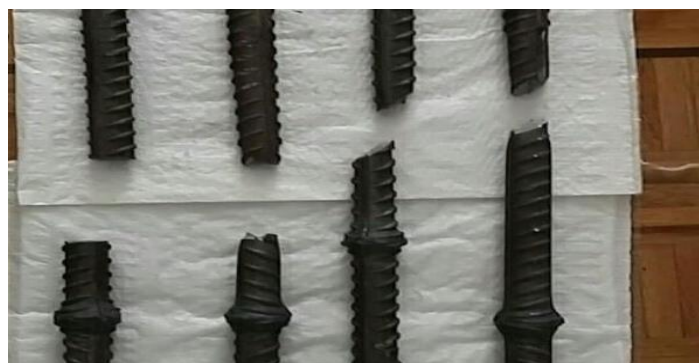
شکل ۱۵- نمونه تست شده مورد تأیید

۴.۴ تست کشش

نوع دیگری از روش های مکانیکی است که نمونه جوشکاری شده در معرض کشش محوری با افزایش تدریجی نیروی اعمالی قرار می گیرد تا میلگرد جاری شود؛ لذا محل جوش و مجاور آن نباید به نقطه جاری شدن و شکست برسد. به این ترتیب خواص مکانیکی مهم مانند استحکام کششی نهایی، استحکام تسلیم و افزایش طول میلگرد مورد ارزیابی واقع می شود.



شکل ۱۶- تست کشش



شکل ۱۷- نمونه تست شده مورد تأیید



۵ کاربرد جوش فورجینگ

- جوش فورجینگ در صنعت هوافضا نقش مهمی دارد؛ زیرا اکثر قطعات هواپیما توسط این جوش به هم متصل می‌شوند.
- انواع قطعات ماشین‌های کشاورزی، خودرو، کشتی و دوچرخه با جوش فورجینگ متصل می‌شوند.
- در تولید لوله‌های تفنگ شکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- انواع محفظه فشار، مقاطع تیرهای برق و بویلرها با استفاده از این روش ساخته می‌شوند.

از کاربرد جوش فورجینگ در صنعت ساختمان به مواردی از قبیل اتصال میلگردها در سازه‌های فلزی و بتنی، فونداسیون، دیوار برشی و شمع‌ها اشاره می‌شود. افزایش مقاومت سازه در برابر زلزله، کاهش تراکم میلگرد و یکپارچه‌سازی بتن، صرفه‌جویی در مصرف میلگرد از جمله عواملی است که باعث استفاده از جوش فورجینگ در صنعت ساختمان می‌شود.

۶ ضوابط و الزامات آیین‌نامه‌ای جوش فورجینگ

مطابق با بند ۹-۲۱-۴-۷-۱ مبحث نهم (ویرایش ۱۳۹۹)، استفاده از وصله جوشی را برای میلگردهای با قطر ۲۰ میلی‌متر و بیش‌تر توصیه کرده‌است و در بند ۹-۲۱-۴-۷-۲ به ارجحیت استفاده از اتصال سر به سر مستقیم با جوش نفوذی در وصله‌های جوشی برای میلگردهای با قطر زیاد توصیه می‌کند. مطابق بند ۹-۲۱-۴-۷-۳ وصله‌های جوشی باید الزامات ضوابط مبحث دهم مقررات ملی را اقلان نمایند. با استناد به بندهای فوق‌الذکر می‌توان دریافت که اتصال سر به سر مستقیم با جوش نفوذی همان اتصال جوشی ذوبی با الکتروود از نوع اتصال جوشی نوک به نوک است که در ویرایش سال ۹۲ مبحث نهم نیز به آن اشاره شده‌است. در واقع مبحث نهم ویرایش ۹۹ بر خلاف مبحث نهم قدیمی که در بند ۹-۲۱-۴-۶-۱ به جوش فورجینگ با عنوان جوش نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) اشاره کرده بود، در خصوص جوش فورجینگ اظهار نظر نکرده است.

۹-۲۱-۴-۷ وصله مکانیکی و جوشی میلگردهای آجدار در کشش و فشار

۹-۲۱-۴-۷-۱ استفاده از وصله‌های جوشی عمدتاً برای میلگردهای با قطر ۲۰ میلی‌متر و بیش‌تر توصیه می‌شود.

۹-۲۱-۴-۷-۲ در وصله‌های جوشی برای میلگردهای با قطر زیاد، استفاده از اتصال سر به سر مستقیم با جوش نفوذی ارجحیت دارد.

۹-۲۱-۴-۷-۳ جوش میلگردها در وصله‌های جوشی باید الزامات مبحث دهم مقررات ملی ساختمان را تأمین نماید.

۹-۲۱-۴-۷-۶ وصله جوشی میلگردها باید به صورت یکی از روش‌های اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) یا اتصال جوشی ذوبی با الکتروود (جوش با قوس الکتریکی) انجام شود. مقاومت این وصله‌ها در کشش باید حداقل برابر با $1/47 A_b f_{yd}$ باشد، مگر آنکه الزامات بند ۹-۲۱-۴-۷-۲ تأمین شده باشد.



در بندهای ۹-۶-۲۲-۱ و ۹-۴-۲۲-۱۲ در خصوص توجه طراح به نوع و موقعیت وصله‌های جوشی و سایر الزامات جوش میلگرد، وظیفه ناظر در مورد لزوم انجام آزمایش جوش‌پذیری اظهارنظر کرده‌است. در استاندارد ملی ۲۲۴۴۲ نیز روش آزمون و معیارهای پذیرش اتصال مطرح شده‌است.

۹-۲۲-۶ آرماتورها و الزامات ساخت

۹-۲۲-۶-۱ کلیات

۹-۲۲-۶-۱-۱ اطلاعات طراحی

الف- رده‌ی آرماتور و مشخصات آن مطابق فصل ۹-۴،

ب- نوع، قطر، الزامات محل قرارگیری، جزئیات و طول مهاری آرماتورها،

پ- ضخامت پوشش بتن روی آرماتور،

ت- موقعیت و طول وصله‌های پوششی،

ث- نوع و موقعیت وصله‌های مکانیکی،

ج- نوع و موقعیت وصله‌های اتکایی،

چ- نوع و موقعیت وصله‌های جوشی و دیگر الزامات جوش میلگردها،

ح- مشخصات اندود حفاظ آرماتورها،

۹-۲۲-۱۲ سایر مشخصات

الف- در مواردی که در میلگردها از وصله‌ی جوشی استفاده می‌شود، میلگردها باید تحت آزمایش جوش‌پذیری قرار گیرند. در این آزمایش نمونه‌های جوش شده تحت آزمایش کشش و خمش قرار می‌گیرند. در آزمایش کشش، زمانی میلگرد از نظر جوش‌پذیری قابل قبول تلقی می‌شود که مقطع گسیخته شده در محل جوش یا در مجاورت آن نباشد. در آزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر جوش‌پذیری قابل قبول تلقی می‌گردد که پس از خم کردن، ترک‌ی در منطقه‌ی جوش شده به وجود نیامده باشد.

در این بند از ویرایش ۹۹ بحث نهم به بررسی محدودیت‌های طراحی آرماتورهای طولی تیر و ستون می‌پردازیم.



۹-۲۰-۲-۵-۱ در هر یک از دو وجه فوقانی و تحتانی تیرها باید حداقل از دو آرماتور سراسری استفاده شود. سطح مقطع آرماتورهای سراسری وجه تحتانی نباید در هیچ مقطع، از یک چهارم بیشترین مقدار سطح مقطع آرماتورهای تحتانی در طول دهانه‌ی تیر کمتر باشد. این آرماتورها باید با فرض تامین تنش تسلیم کششی در بر تکیه گاه مهار شوند.

۹-۲۰-۲-۵-۲ در هر طرف تیر در بر تکیه‌گاه، مقاومت خمشی مثبت نباید از یک سوم مقاومت خمشی منفی همان تکیه‌گاه کمتر باشد. همچنین، مقاومت خمشی مثبت یا منفی در هر مقطعی در طول تیر، نباید از یک پنجم حداکثر مقاومت خمشی تیر در مقطع بر تکیه گاه در دو انتهای تیر کمتر باشد.

۹-۲۰-۵-۳ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۳-۵-۱ در ستون‌ها نسبت سطح مقطع میلگردهای طولی به کل سطح مقطع ستون نباید کمتر از یک درصد و بیش‌تر از هشت درصد در نظر گرفته شود. این محدودیت باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود.

۷ مزایا و معایب جوش فورجینگ

مزایا:

- با این روش راحت‌تر می‌توان میلگردهای کوتاه شده را به‌جای دور ریختن به‌عنوان ضایعات، به‌هم جوش داد و مجدداً استفاده کرد.
- صرفه‌جویی ۲۰ تا ۳۰ درصدی در مصرف میلگرد باتوجه‌به اینکه همپوشانی حذف می‌شود.
- کم‌شدن وزن سازه و صرفه‌جویی در هزینه‌ها
- استحکام بالای اتصال میلگرد

معایب:

- جوش فورجینگ نیاز به تجهیزات و دانش فنی دارد.
- شرایط محیطی در این روش بسیار مهم است؛ چراکه وزش باد یا هوای سرد، کیفیت جوش را کاهش داده و جوش شکننده می‌شود.
- زمان دقیقی برای عملیات حرارت‌دهی مطرح نشده و فرد باید به‌صورت تجربی جوشکاری را انجام دهد.
- پارامترهای دخیل در کیفیت اتصال مانند: تمیزی سطح میلگرد، دمای جوشکاری و اعمال فشار در کیفیت نهایی جوش اثرگذارند.

در این قسمت به مقایسه وصله آرماتورها با وصله پوششی، وصله مکانیکی و جوش فورجینگ می‌پردازیم.

- ✓ لازمه اجرای جوش فورجینگ، داشتن مهارت و تخصص است؛ اما دو روش دیگر، آسان‌تر اجرا می‌شوند.
- ✓ سرعت اجرا به ترتیب در وصله پوششی، جوش فورجینگ و وصله مکانیکی از کم به زیاد طبقه‌بندی می‌شود.
- ✓ میزان آرماتور مصرفی جوش فورجینگ و وصله مکانیکی کمتر از وصله پوششی هستند.
- ✓ دمای مناسب محیط، استفاده از تجهیزات مخصوص فورجینگ، باعث سختی کار و گران‌تر شدن این روش می‌شود؛ هزینه دستمزدی وصله پوششی ناچیز است؛ ولی با افزایش مصرف میلگرد، باعث سنگین و غیراقتصادی شدن پروژه می‌شود. وصله مکانیکی نیز نیازمند کوپلر است. با این حال باتوجه‌به اقتضای پروژه و خواست کارفرما درباره هزینه‌ها تصمیم‌گیری می‌شود.
- ✓ در ایران وصله پوششی به دلیل پایین‌بودن هزینه، سرعت اجرا، آسان و در دسترس بودن همچنان موردتوجه قرار دارد.



۸ انواع روش جوشکاری میلگرد

جوشکاری قوس الکتریکی: جوشکاری با قوس الکتریکی بین الکترود و قطعه کار انجام می‌شود.

جوشکاری با قوس محافظ گاز: در این جوش، از یک گاز بی‌اثر مانند آرگون یا هلیوم استفاده می‌شود.

فرایندهای ترموشیمیایی: جوشکاری با سوزاندن اکسیژن و استیلن صورت می‌گیرد و برای جلوگیری از اکسیدشدن فلز پایه، یک شعله خنثی یا کاهنده به کار برده می‌شود و در آن، اتصال بدون ذوب کامل فلز پایه انجام می‌شود که علت استفاده این روش در وصله میلگردها این نکته است.

پرسش و پاسخ

۱. چرا وصله پوششی باتوجه به معایبی که دارد، همچنان در کشور ما پرطرفدار است؟
پاسخ: یکی از علل اصلی در انتخاب وصله پوششی، سهولت اجرا و عدم نیاز به مهارت است.
۲. بر اساس استاندارد ملی شماره ۲۲۴۴۲، چه تست‌هایی برای پذیرش جوش فورجینگ می‌بایست انجام شود؟
پاسخ: تست التراسونیک، کشش، خمش و بازرسی چشمی
۳. مراحل انجام جوش فورجینگ چیست؟
پاسخ: جوش فورجینگ دارای سه مرحله اصلی شامل: تمیزکاری، حرارت‌دهی و اعمال فشار هیدرولیکی است.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

وصله آرماتور از موارد مهم و قابل‌توجه در سازه‌های بتن‌آرمه است و مباحث مقررات ملی و نشریه‌های گوناگون، در زمینه طراحی، اجرا و نظارت، ضوابط خاصی را مدنظر قرار داده‌اند تا بادقت و کیفیت مناسب انجام شود. روش‌های مختلفی برای وصله آرماتورها وجود دارد، از جمله وصله پوششی، مکانیکی، جوشی و اتکایی که در مورد مزایا و معایب هر یک از آنها در این مقاله به‌صورت کامل توضیحات ارائه شد. انتخاب روش مناسب وصله وابسته به نظر طراح، کارفرما، شرایط پروژه و... بستگی دارد و توجه به این امر می‌تواند به صرفه‌جویی در هزینه، مصالح، کاهش وزن سازه، زمان، کیفیت و استحکام سازه کمک کند.

منابع

۱. بررسی انواع روش جوشکاری مانند جوشکاری ذوبی و زیر آبی
۲. مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش سال ۱۳۹۹.
۳. بررسی تجهیزات جوشکاری مانند تجهیزات ایمنی
۴. استاندارد ملی شماره ۲۲۴۴۲ - اتصال میلگردهای فولادی جوشکاری شده به روش فشاری گازی (فورجینگ)
۵. آموزش اصول بازرسی جوش مخرب و غیرمخرب
۶. طراحی ستون بتنی؛ محاسبه تعداد میلگرد در هر ستون
۷. طراحی تیر بتنی؛ گام‌به‌گام محاسبه تعداد میلگرد تیر بتنی در ایتبس



کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای شرکت مهندسی سبز سازه محفوظ می باشد و هرگونه کپی برداری، تقلید یا باز نشر غیرقانونی بوده و تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

