اویل ایندا‌ستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

جوشکاری میله گردهای بتن مسلح

استفاده از فرآیندهای مختلف جوشکاری ، بخصوص روش الکترود دستی که در صنعت ما به جوش برق معروف میباشد ، جهت اتصال قطعات به یکدیگر بواسطه سرعت، راحتی و هزینه تمام شده ناچیز آن نسبت به دیگر روشهای اتصال از قبیل پیچ و مهره و پرچکاری در دنیای امروز رواج و گسترش بیسابقه یافته است. از ابتدای پیدایش فرآیند الکترود دستی یکی از اصلی ترین کاربردهای آن، جوشکاری اتصالات ساختمانی بوده است. بندرت میتوان سازه‌ای را یافت که بصور مختلف در آن از جوشکاری استفاده نشده باشد. با این همه در کشور ما به دانش و فن جوشکاری در صنعت ساختمان کمتر بها داده میشود. مقاله حاضر که برگردان WELDING CONCRETE - REINFORCING BARS از انتشارات موسسه لینکلن میباشد با هدف گسترش دانش جوشکاری در صنایع ساختمانی تهیه شده است، باشد که مفید واقع گردد.

مقدمه :

بتون ساده مقاومت کششی بسیار کمی دارد. اما با مسلح کردن بتون بوسیله توری های سیمی یا میله گردهای فولادی مقاومت کششی اجزاء بتونی بمیزان قابل توجهی افزایش میبابد. در سازه‌ای مرکب از بتون و فولاد، تنشهای کششی توسط فولاد و تنشهای فشاری توسط بتن تحمل میگردند. میزان میله گرد یا توری لازم جهت مسلح کردن بتون بادرنظر گرفتن بارهای مورد انتظار از ۱% برای تیرها BEAMS و دالها SLABS تا ۶% برای بعضی از ستونها متفاوت است.

برای اطمینان از اتصال محکم و یکپارچه بین بتن و فولاد، میله‌گردها را آجدار میکنند، آجدار کردن میله‌های فولادی در کشور آمریکا عمدتا" برمبنای استاندارد ASTM[1] صورت‌میگیرد. از آنجائیکه ضریب انبساط حرارتی فولاد و بتن یکسان میباشد، تغییرات دما تنشهای جدیی را بین فولاد و بتن بوجود نمی‌آورد.

دربتون مسلح، جوشکاری میله‌گردها اغلب امری اجتناب‌ناپذیر است. بولتن شماره D12.1 انجمن جوشکاری آمریکا AWS[2] شامل توصیه‌های عملی برای جوشکاری میله گردهای بتن مسلح است.

میله گردهای آجدار با قطرهای مختلفی تولید میشوند و در استاندارد ASTM با ارقام ۳ الی ۱۸ مشخص شده اند. درجدول شماره [۱]، شماره مشخصه، قطر، وزن و اطلاعات دیگر آورده شده است.

جدول شماره [۱]

قطر میله گردهای فولادی آجدار

شماره	قطر (in.)	سطح مقطع (sq in.)	پیرامون (in.)	وزن (lb/ft)
۳	۰/۳۷۵	۰/۱۱	۱/۱۷۸	۰/۳۷۶
۴	۰/۵۰۰	۰/۲۰	۱/۵۷۱	۰/۶۶۸
۵	۰/۶۲۵	۰/۱۳	۱/۹۶۳	۱/۰۴۳
۶	۰/۷۵۰	۰/۴۴	۲/۳۵۶	۱/۵۰۲
۷	۰/۸۷۵	۰/۶۰	۲/۷۴۹	۲/۰۴۴
۸	۱/۰۰۰	۰/۷۹	۳/۱۴۲	۲/۶۷۰
۹	۱/۱۲۸	۱/۰۰	۳/۵۴۴	۳/۴۰۰
۱۰	۱/۲۷۰	۱/۲۷	۳/۹۹۰	۴/۳۰۳
۱۱	۱/۴۱۰	۱/۵۶	۴/۴۳۰	۵/۳۱۳
۱۴	۱/۶۹۳	۲/۲۵	۵/۳۲۰	۷/۶۵۰
۱۸	۲/۲۵۷	۴/۰۰	۷/۰۹۰	۱۳/۶۰۰

خواص و مشخصات میله گردهای بتن مسلح

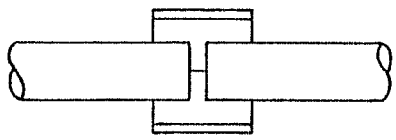
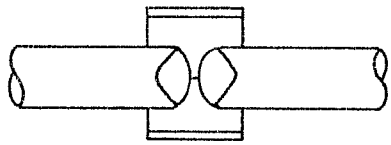
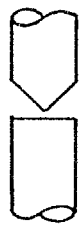
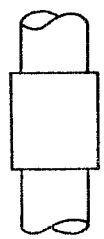
مشخصه اصلی استاندارد ASTM در ساخت میله‌گردها پائین نگهداشتن میزان فسفر محصول تولیدی در حد کمتر از ۰/۰۵% میباشد. گرچه خریدار میتواند ترکیب شیمیائی و دیگر اطلاعات مهم برای خود را، از سازنده مطالبه کند. اما تولید کننده در نحوه تولید، نوع فولاد تغذیه شده به دستگاههای ساخت، ترکیب شیمیائی و دیگر موارد بغیر از میزان فسفر محدودیت ندارد.

جوش پذیری میله‌گردها در استاندارد ASTM جزو مشخصات اصلی نیست. اگر جوشکاری میله گردها اجتناب ناپذیر باشد، توصیه میشود که خریداران جوش پذیری را بعنوان یکی از ملاحظات اصلی در قراردادهای خرید در نظر گیرند.

میله گردها معمولا" از کشیدن شمشها، ریلهای راه آهن غیرقابل استفاده و محورهای ماشین آلات و لوکوموتیوها تولید میشوند. جدول شماره [۲] شامل اطلاعاتی از میله‌گردهای استاندارد میباشد.

طرح اتصال مناسب با توجه به قطر، وضعیت جوشکاری و بارهای وارده

جدول شماره (۳)

نوع درز اتصال		قطر میله
	درز سربه‌سر ساده با پلیت یا نبشی تقویتی	کوچکتر از ۱۹ میلیمتر
	پخ یکطرفه با پلیت یا نبشی تقویتی	۱۵ تا ۲۸ میلیمتر
	پخ یکطرفه بدون تقویتی	۱۵ تا ۲۸ میلیمتر
	پخ دوطرفه	بزرگتر از ۲۵ میلیمتر
	پخ دو طرفه برای میله‌های عمودی	بزرگتر از ۲۵ میلیمتر
	غلاف تقویتی، برای میله‌های عمودی، فقط در اتصالات تحت تنشهای فشاری	بزرگتر از ۳۵ میلیمتر

جدول شماره [۲]

مشخصات میله گردهای فولادی آجدار

مشخصات	نوع فولاد مصرفی	اندازه	درجه	حداقل مقاومت تسلیم	حداقل مقاومت کششی
A 615-68	شمش	۳-۱۸	۴۰	۴۰،۰۰۰	۷۰،۰۰۰
			۶۰	۶۰،۰۰۰	۹۰،۰۰۰
			۷۵	۷۵،۰۰۰	۱۰۰،۰۰۰
A 616-68	ریل راه آهن	۳-۱۱	۵۰	۵۰،۰۰۰	۸۰،۰۰۰
			۶۰	۶۰،۰۰۰	۹۰،۰۰۰
A 617-68	محورهای فولادی	۳-۱۱	۴۰	۴۰،۰۰۰	۷۰،۰۰۰
			۶۰	۶۰،۰۰۰	۹۰،۰۰۰

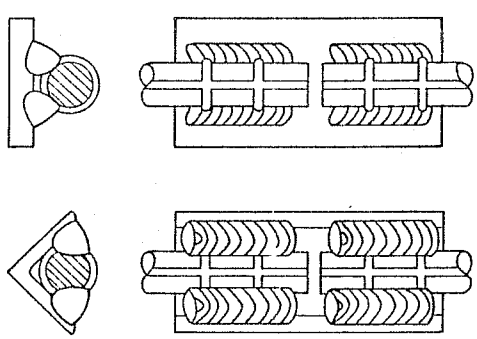
طراحی درز اتصال

شکل و نوع درز اتصال در درجه اول بقطر میله گرد و درمرحله بعدی به وضعیت جوشکاری (عمودی یا افقی بودن درز جوش) و امکان دسترسی به محل جوش، بستگی دارد. در جدول شماره [۳] طرح اتصال مناسب برای قطرهای مختلف توصیه شده است. جوش سربه‌سر ساده STRAIGHT BUTT WELD در جوشکاری میله گردها بیش از دیگر انواع مورد استفاده قرار میگیرد و چون تنشهای وارده اغلب بصورت یکنواخت و هم جهت با محور طولی میله‌ها میباشد، اگر انتخاب الکترود بنحوصحیحی صورت‌گیرد، جوشهای سربه‌سر میتوانند ۱۰۰% مقاومت میله اصلی را دارا باشند.

جوشکاری میله‌های نازک بصورت سربه‌سر بسیار مشکل میباشد. بهمین جهت در جوشکاری میله‌های با قطر کمتر از ۱۹ میلیمتر همانطور که در شکل [۴] دیده میشود از یک‌قطعه پلیت یا نبشی بعنوان واسطه استفاده میگردد.

شکل شماره [۴]

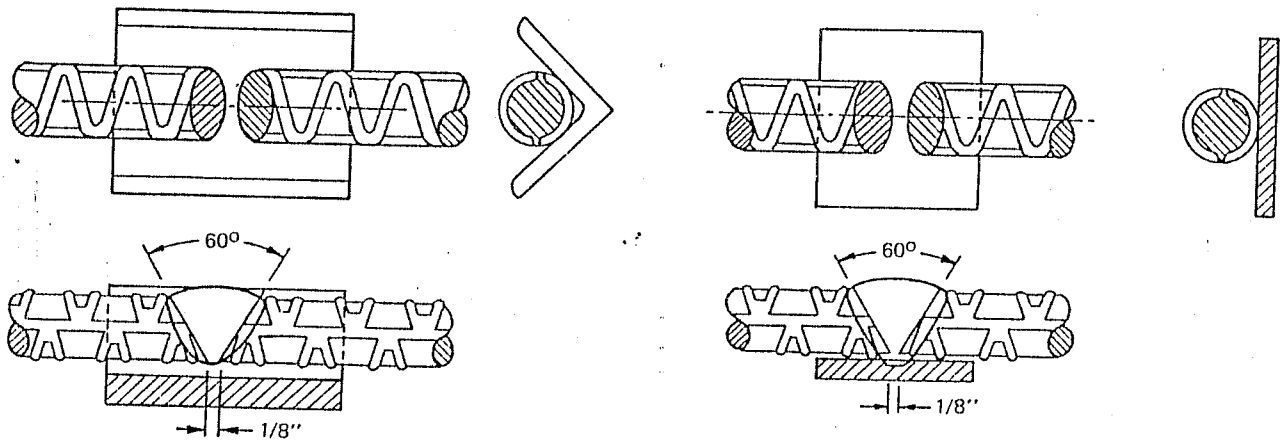
جوشکاری غیرمستقیم میله‌های نازکتر از ۱۹ میلیمتر با نبشی یا پلیت واسطه



روش اتصال میله‌های باقطر بین ۱۵ تا ۲۸ میلیمیتر با پخ زدن، دوسر میله‌ها و استفاده از پلیت یا نبشی تقویتی در شکل شماره [۵] نشان داده شده است. در صورت استفاده از پلیت با ضخامت تا حدود ۳ میلی متر ، همزمان با پیشرفت جوشکاری مطابق روش ترسیم شده در شکل ۶ میتوان بوسیله چکش پلیت را کاملا" دور محل اتصال پیچید.

شکل شماره [۵]

جوش سر به سر میله‌های باقطر متوسط با استفاده از پلیت و نبشی تقویتی



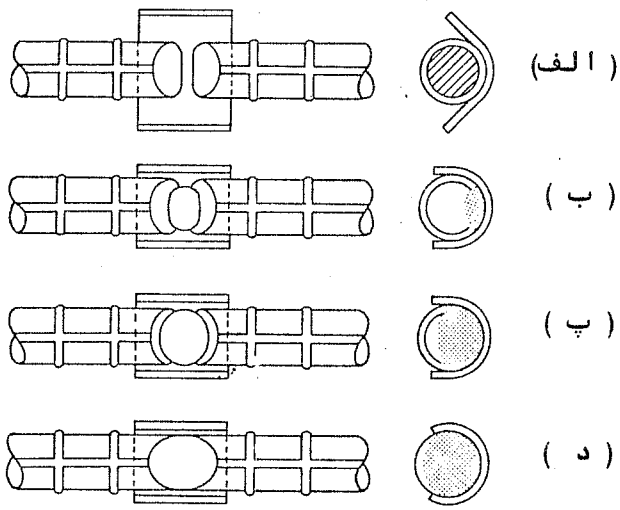
شکل شماره [۶]

جوشکاری میله‌های قطر متوسط با استفاده از پلیت نازک‌تقویتی

الف) پلیت‌قبل از شروع جوشکاری به میله‌ها خال جوش میگردد.

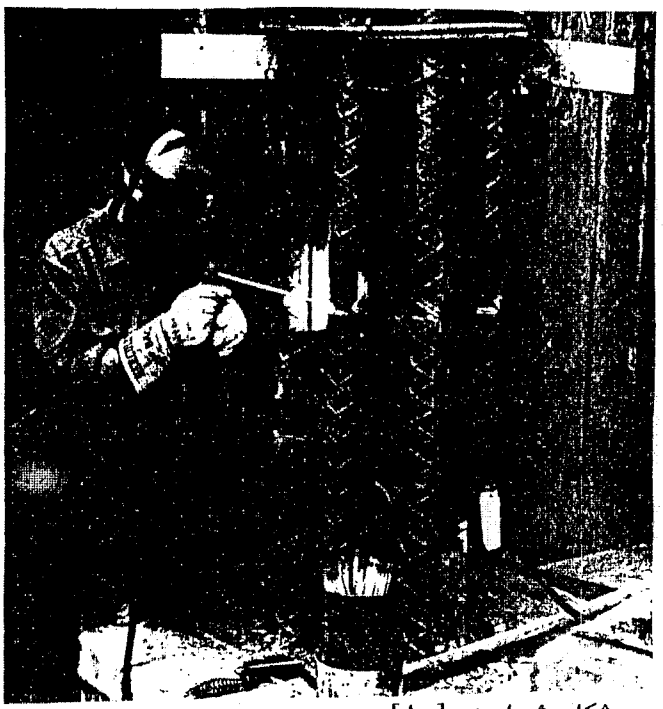
ب‌وپ) در هر مرحله متناسب با پیشرفت جوشکاری پلیت دور محل اتصال پیچیده میشود.

د) نمای محل اتصال بعد از اتمام کار

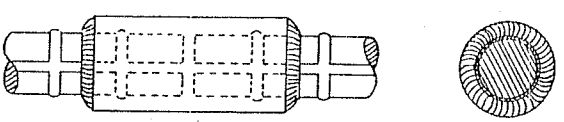


در عین حال جوشکاری میله‌های قطر متوسط بدون وصله تقویتی مطابق با شکل [۷] نیز امکان پذیر است.

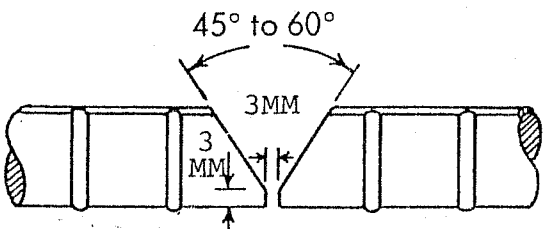
میله‌گردهای باقطربالاتراز ۲۸ میلیمیتر را بایستی باپخ یکطرفه‌یا دوطرفه جوشکاری کرد (به‌شکلهای [۷] و [۸] نگاه‌کنید). در ستونهای حجیم بتونی که تنشهای وارده‌به آن اغلب بصورت‌فشاری است، گاهی اوقات‌درز اتصال باغلاف‌تقویتی طبق شکل [۱۱] توصیه‌میگردد. اتصال رویهم (LAP) با جوش‌یکطرفه فقط در مواقعی که تنشهای خمشی ملایم مطرح باشد قابل استفاده است زیرا در این حالت دو میله‌گرد جوش‌شده در یک‌محور قرارندارند. این نوع اتصال برای میله‌های ضخیم یا نازک‌توصیه نمی‌گردد، مگر آنکه تنشهای وارده به اتصالات دقیقا" محاسبه و مشخص‌شده باشند. روش‌بهتر اما پرهزینه‌تر برای این مواردا‌ستفاده‌ازدو میله‌گرد کوتاه‌برای تقویت‌درز اتصال طبق شکل شماره [۱۳] میباشد.



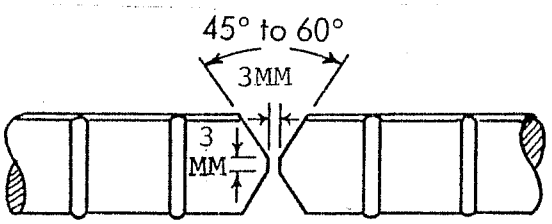
شکل شماره [۱۰] :
جوشکاری میله‌گردهای عمودی .
بعلت امکان دسترسی راحت‌به هر دو
طرف‌میله پخ دوطرفه انتخاب‌شده است



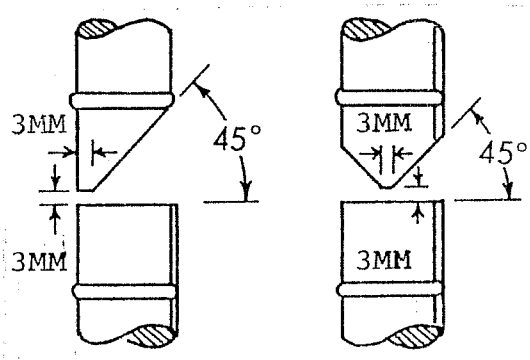
شکل شماره [۱۱] :
درزاتصال باغلاف‌تقویتی جهت تنشهای فشاری



(پخ یکطرفه)
شکل شماره [۷] :
درزاتصال باپخ یکطرفه‌برای میله‌های
با قطر بزرگتر از ۲۸ میلی متر



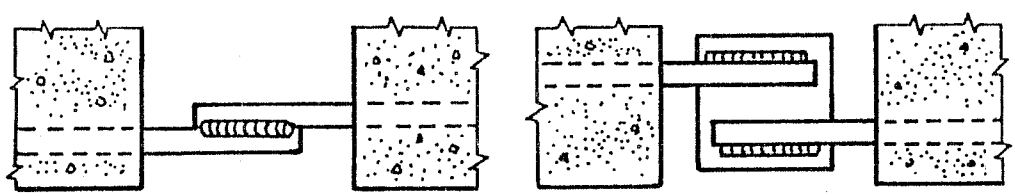
(پخ دوطرفه)
شکل شماره [۸] :
درزاتصال باپخ دوطرفه‌برای میله‌های
با قطر بزرگتر از ۲۸ میلی متر

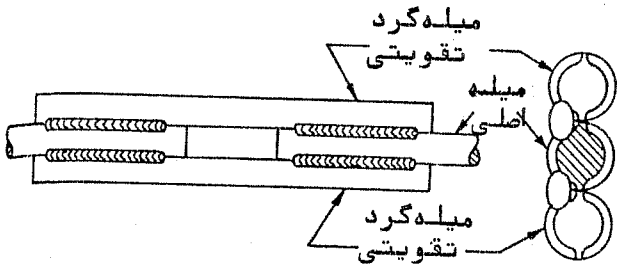


شکل شماره [۹] :
درزاتصال برای جوش‌سربه‌سر میله‌های
عمودی‌انتخاب‌نوع درز بنحوه دسترسی
بنحوه‌دسترسی به عمل جوش‌بستگی دارد

شکل شماره [۱۲] :

جوش رویهم یکطرفه با بارهای ملایم





شکل شماره [۱۳] :

جوش رویهم دوطرفه با میله‌گرد تقویتی

روشهای جوشکاری

در اتصالات همراه با تقویتی لازم است‌که درز اتصال در ریشه جوش‌دارای فاصله باشد. چون جوشکار در این حالت راحت‌تر میتواند درز اتصال را پر کند و جوش‌کیفیت‌بهتری خواهد داشت. الکترود مورد استفاده باید از نوع کم هیدروژن AWS A5.1 EXX18 بوده و از نظر مقاومت مکانیکی با میله گرد اصلی همخوانی داشته باشد. دانستن ترکیب شیمیائی میله‌گردها قبل از انجام جوشکاری حائز اهمیت‌است. این اطلاعات‌رامیتوان از فروشنده یاتولیدکننده میله‌گردها درخواست‌نمود. از آنجائیکه ترکیب‌شیمیائی میله‌ها میتواند کاملا" متفاوت باشد، ضروری است که قبل از شروع جوشکاری اصلی نمونه‌هائی مطابق باشرایط واقعی کار تهیه‌گردد تا پس‌از جوشکاری آزمایشات‌لازم روی آنها انجام گیرد. به این ترتیب معین میگردد که درز اتصال، الکترود مصرفی و وضعیت جوشکاری بنحو درستی انتخاب شده‌اند یا خیر؟

جدول شماره [۱۴]

پیش گرمایش در جوشکاری میله گردهای بتن مسلح

دمای پیش گرمایش °C (سانتی گراد)	نوع الکترود: انواع دیگر	نوع الکترود: کم هیدروژن	ترکیب شیمیائی: منگنز	ترکیب شیمیائی: کربن
درصورتیکه دمای محیط کمتر از صفر باشد تا ۳۰ درجه سانتیگراد پیش گرم شود.	تمام الکترودهای رده E 70XX یا E 60XX	لازم ندارد	تا ۱/۶	تا ۰/۳
۴۰ درجه سانتی‌گراد درصورتی که دمای محیط کمتر از صفر باشد	———	E 70XX	تا ۱/۹	۰/۳۵ تا ۰/۳۱
۴۰ درجه	تمام الکترودهای رده E 70XX یا E 60XX	———		
۱۰۰ درجه	توصیه نمی‌شود	E 70XX	تا ۱/۳	۰/۳۶ تا ۰/۵
۲۰۰ درجه	توصیه نمی‌شود	E 70XX	تا ۱/۳	۰/۴۱ تا ۰/۵
فقط پس از تهیه روش جوشکاری و آزمایش آن قابل اجراء است	توصیه نمی‌شود	از نوع استحکام بالا	تا ۱/۳	۰/۸ تا ۰/۵۱

جوشکاری میله گردهای بتون مسلح را در صورتیکه حجم جوش زیاد باشد، میتوان با فرآیندهای تحت پوشش گاز نظیر جوش Co2 و مفتولهای محتوی پودر FLUX CORED-WIRE هم انجام داد. چون جوشکاری میله‌ها اغلب در کارگاه ساختمانی صورت میگیرد، محدودیت اصلی در جوش Co2 محافظت حوضچهٔ جوش در مقابل باد میباشد. در جدول شماره [۱۵] نمونه ای از شرایط جوشکاری Co2 آورده شده است.

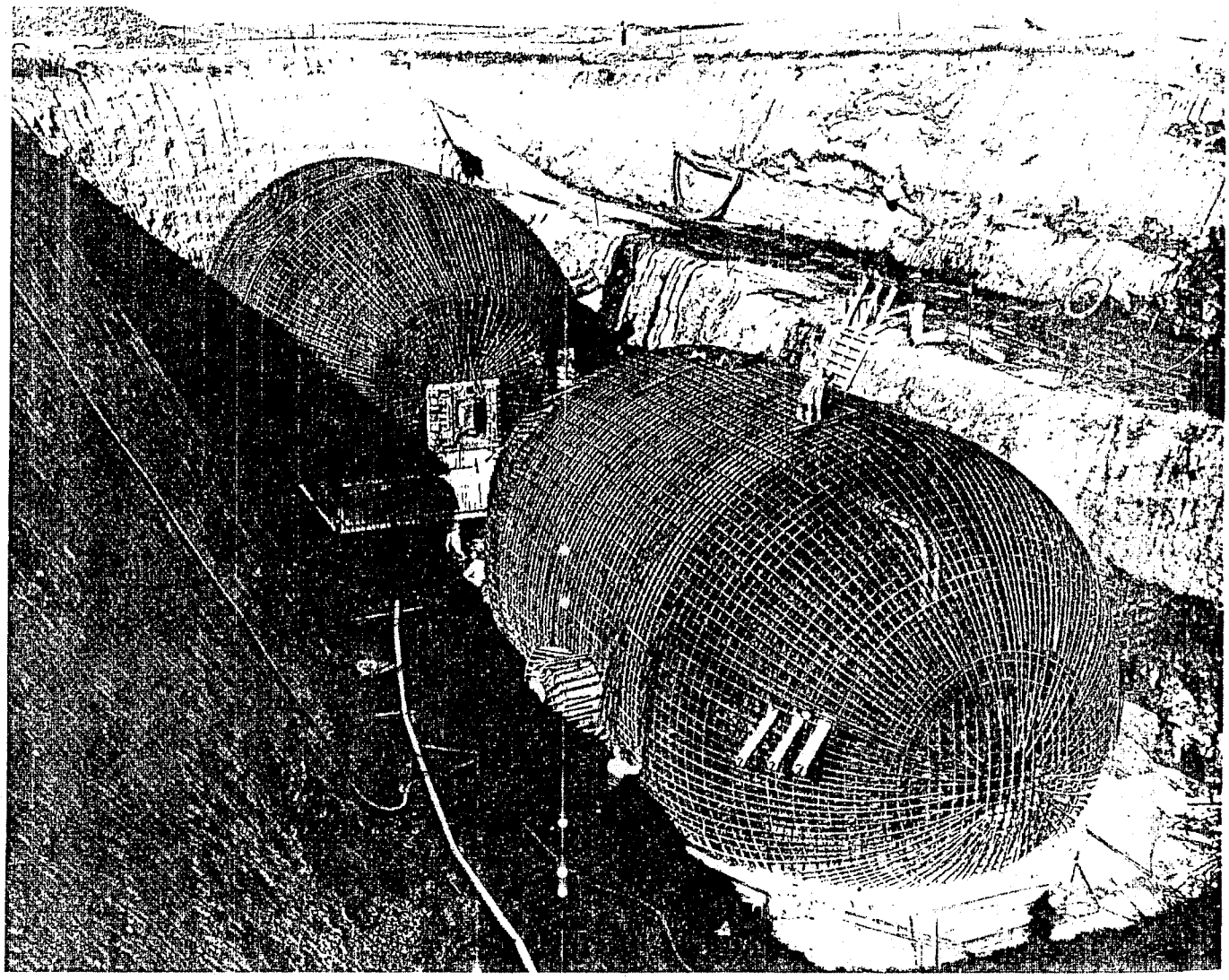
جدول شماره [۱۵]

روش جوشکاری در پناه گاز محافظ میله گردهای بتن مسلح

ولتاژ قوس	آمپر جوشکاری	قطر میله
۲۰	۱۲۰	TO ۸
۲۲	۱۵۰	۹-۱۱
۲۲	۱۶۰	۱۴،۱۸

این روش بر مبنای گاز محافظ Co2 و با مفتول ۰/۹ میلی متر تهیه شده و برای درزهای افقی و عمودی مناسب است.

درز اتصال میتواند پخ یکطرفه یا دوطرفه داشته باشد (فاصله ریشه جوش در حدود ۲/۵ میلی متر باید باشد). نوع اتصال برای وضعیتهای افقی و عمودی یکسان بوده و برای حصول به بهترین نتیجه توصیه میگردد که در جوشکاری میله‌های با قطر کمتر از ۴۳ میلی متر شرایط پیش‌گرمایش مندرج در جدول شماره [ ] رعایت‌گردد. میله‌گردهای با قطر بزرگتر از ۴۳ میلی متر بدون توجه به دمای محیط به پیش‌گرمایش نیاز دارند.



جـــوشکاری میله‌گردهای بتن مسلح در یک ایستگاه پرتاب موشک

پانوشتها

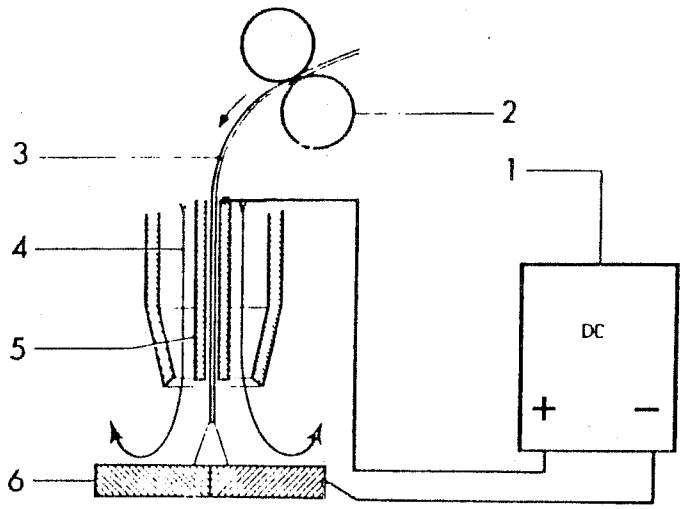
۱- انجمن آمریکایی آزمایش مواد ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL

۲- انجمن جوشکاری آمریکا AWS AMERICAN WELDING SOCIETY

استاندارد A5.1 انجمن جوشکاری آمریکا در مورد الکترودهای روپوش‌دار غیرآلیاژی از نوع فولاد نرم میباشد. در این استاندارد علامتها با حروف E شروع و بدنبال آن یک‌عدد چهار رقمی می‌آید. دو رقم سمت‌چپ‌نشان دهنده حداقل مقاومت‌کششی فلز جوش بر حسب‌هزار پوند براینچ مربع (PSI) است. دومین رقم سمت‌راست‌بیانگر حالت‌یا وضعیت جوشکاری است‌و رقم آخر از این اعداد معرف‌نوع جریان برق، روپوش‌و دیگر مشخصات‌میباشد. بعنوان مثال در الکترود E 7018 حرف E معرف‌الکترود روپوشدار، عدد 70 نشان دهنده حداقل 70 هزار پوندبراینچ مربع مقاومت‌کششی، عدد 1 بیانگر امکان استفاده در همه حالات‌ممکنه (افقی، تخت، سقفی، سربالا، سرازیر) و عدد 8 شاخص‌نوع روپوش‌از رده قلیائی کم هیدروژن دارای پودر آهن است‌که جهت استفاده از جریان پیوسته الکترود مثبت (DC-EP) مناسب‌می‌باشد.

۳- جوشکاری در پناه گاز محافظ MIG/MAG METAL INERT GAS/METAL ACTIVE GAS

فرآیند جوشکاری در پناه محافظ که در کشور ما به جوش Co2 معروف‌شده‌است‌از رده‌ء جوشهای قوس‌الکتریکی است و همانطور که از نام آن پیداست‌حوضچه جوش‌با جریانی از گاز محافظت‌میگردد. جریان برق مورد استفاده از نوع DC الکترود مثبت است‌و الکترود با فشردن دگمه‌ای در انبر جوشکاری بطور خودکار به درز اتصال انتقال می‌یابد. گاز محافظ دراین فرآیند معمولا" گاز Co2 (بی‌اکسیدکربن) می‌باشد. درعین حال گاز آرگون، هلیم و یا مخلوطی از گازها هم قابل استفاده است. مخلوط آرگون و Co2 قوس‌پایدارتر و یکنواخت‌تری ایجاد کرده و جوش‌حاصل ظریف‌تر، پا پاشش کمتر و مقاومت به ضربه بیشتری خواهد بود. مخلوط آرگون - Co2 برای لوله‌ها و ورقهای نازک و کم آلیاژی مناسب است. شکل صفحه بعد نمای عوامل اصلی فرآیند جوشکاری در پناه گاز محافظ را نشان میدهد.



۱- منبع قدرت
۲- تغذیه کننده الکترود
۳- الکترود (مفتول پیوسته)
۴- گاز محافظ
۵- نازل راهنما
۶- قطعه

* منابع مراجعه :

امیرحسین کوکبی — الکترود جوشکاری آلومینیوم — جامعه ریخته‌گران
ادب آوازه — الکترود — انجمن جوشکاری ایران (اصفهان)