بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی عمران

عنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد

تحلیل تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری در ستون‌های قوطی شکل

تهیه و تنظیم:

مجتبی ملک‌زاده

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر شهابیان

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر رضایی پژند

زمستان ۱۳۹۰

به نام خدا

گواهی

گواهی می شودکه تاکنون، این پایان نامه برای احراز یک درجه علمی ارایه نشده است و تمامی مطالب بجز در مواردی که نام منبع آورده شده است، نتیجه کار پژوهشی دانشجو می‌باشد .

مجتبی ملک‌زاده- دانشجو

تاریخ

دکتر فرزاد شهابیان - استاد راهنما

تاریخ

این پایان نامه که بوسیله آقای مجتبی ملک‌زاده تدوین و به هیات داوران زیر ارایه گردیده است، بعنوان بخش پژوهشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته سازه، مورد تائید شورای تحصیلات تکمیلی گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد.

دکتر فرزاد شهابیان- استاد راهنما

دکتر محمد رضایی پژند- استاد مشاور

دکتر عباس کرم الدین –استاد مدعو

دکتر شهناز دانش- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

قدردانی

در آغاز، بایستی از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر فرزاد شهابیان، که کمک‌های ارزنده‌ای جهت انتخاب موضوع، گردآوری و تنظیم مطالب نمودند، و همواره پاسخگوی سؤالات اینجانب بودند، صمیمانه تشکر - نمایم. همچنین، از تمام اساتیدی که در طول دوران تحصیل راهنمایم بوده‌اند، قدردانی می‌نمایم. در انتها، این پایان‌نامه را به دستان پرمهر مادر عزیز و پدر بزرگوارم تقدیم می‌کنم.

تحلیل تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری در ستون‌های قوطی شکل

چکیده

در عملیات جوشکاری بعد از مرحله‌ی سرد شدن جسم تنش‌هایی در آن باقی می‌ماند که به آنها تنش‌های پسماند می‌گویند. در روش اجزای محدود با استفاده از یک تحلیل حرارتی، تاریخچه دمایی جسم به دست می‌آید که از آن به عنوان بارگذاری در تحلیل مکانیکی استفاده می‌شود. نتایج حاصل از تحلیل مکانیکی، تنش‌های پسماند را در اختیار قرار می‌دهد. در این پایان‌نامه، با استفاده از روش اجزای محدود غیرخطی در نرم‌افزار ANSYS، تحلیل حرارتی و مکانیکی جوش برای یک ستون ساخته شده از ورق انجام گرفته و تنش‌های پسماند به دست آمده است. توزیع تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری باعث تغییر رفتار ستون می‌گردد. این تغییر رفتار به علت ایجاد تغییر در نمودار تنش- کرنش ستون می‌باشد. در ادامه، رفتار ستون با اثر تنش‌های پسماند با حالت بدون تنش‌های پسماند، مقایسه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که برای طراحی ایمن ستون‌ها، باید اثر تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش‌های پسماند جوشکاری، تحلیل حرارتی، تحلیل مکانیکی، ستون‌های قوطی شکل.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل یکم- مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۱

۱-۲- آشنایی با فرآیند جوشکاری ۲

۱-۲-۱- تعریف جوش ۲

۱-۲-۲- انواع اتصال جوشی ۳

۱-۲-۳- انواع جوش ۳

۱-۲-٤- جوش گوشه ٤

۱-۲-۵- جوش شیاری ۵

۱-۲-٦- وضعیت قرارگیری قطعه کار ۵

۱-۳- روش‌های جوشکاری ٦

۱-۳-۱- روش‌های جوشکاری الکتریکی ٦

۱-۳-۲- جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روکش‌دار (SMAW) ۷

۱-۳-۳- جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز با الکترود تنگستن (GTAW) ۸

۱-۳-٤- جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز با الکترود مصرفی (GMAW) ۸

۱-۳-۵- جوشکاری قوس الکتریکی زیر پودری (FCAW) ۹

۱-٤- ساماندهی پایان‌نامه ۹

فصل دوم- پایه‌های تحلیل جوش ۱۱

۲-۱- پیشگفتار ۱۱

۲-۲- تحلیل حرارتی ۱۱

۲-۲-۱- منبع حرارتی ۱٤
۲-۲-۱-۱- بازده منبع حرارتی ۱۵
۲-۲-۱-۲- بار حرارتی ناشی از قوس جوشکاری ۱۵
۲-۲-۱-۳- نرخ تولید گرما ۱٦
۲-۲-۱-٤- دمای ورودی ۱۷
۲-۲-۲- مشخصه‌های ماده در تحلیل حرارتی ۱۸
۲-۲-۳- تغییر فاز ۱۸
۲-۲-٤- نتیجه‌های تحلیل حرارتی ۲۱
۲-۳- تحلیل مکانیکی ۲۱
۲-۳-۱- تحلیل غیرخطی با فن اجزای محدود ۲۲
۲-۳-۱-۱- فن نیوتن- رافسون ۲۲
۲-۳-۲- مشخصه‌های ماده در تحلیل مکانیکی ۲٤
۲-۳-۳- سخت‌شوندگی و معیار تسلیم ۲۵
۲-۳-٤- نتیجه‌های تحلیل مکانیکی ۲۸
۲-٤- جمع‌بندی ۲۸

فصل سوم- تنش‌ها و تغییرشکل‌های ناشی از جوشکاری ۲۹
۳-۱- پیشگفتار ۲۹
۳-۲- تنش‌های ناشی از جوشکاری ۲۹
۳-۳- تغییرشکل‌های ناشی از جوشکاری ۳۱
۳-٤- تنش‌ها و تغییرشکل‌های جوشکاری ۳۲
۳-۵- تنش‌های پسماند ۳٤
۳-۵-۱- تنش‌های پسماند طولی ناشی از جوشکاری ۳٤
۳-۵-۲- تنش‌های پسماند عرضی ناشی از جوشکاری ۳٦
۳-٦- روش‌های تعیین تنش‌های پسماند ٤۰

۳-۷- روش‌های کاهش تنش‌های پسماند ٤٦
۳-۸- جمع‌بندی ٤٩

فصل چهارم- الگوسازی فرآیند جوشکاری درANSYS ۵۰
٤-۱- پیشگفتار ۵۰
٤-۲- مشخصه‌های مورد نیاز تحلیل ۵۰
٤-۲-۱- هندسه قطعه کار ۵۰
٤-۲-۲- خواص مواد ۵۱
٤-۲-۳- مشخصه‌های منبع حرارتی ۵۲
٤-۳- تحلیل حرارتی ۵۲
٤-۳-۱- جزء حرارتی ۵۳
٤-۳-۲- فن تولد و مرگ اجزاء ۵٤
٤-۳-۳- نتیجه‌های تحلیل حرارتی ۵٦
٤-٤- تحلیل مکانیکی ۵۸
٤-٤-۱- جزء مکانیکی ۵۸
٤-٤-۲- الگوسازی تنش‌های پسماند ۵۹
٤-٤-۲-۱- اثر شبکه‌بندی بر نتیجه‌های تنش پسماند ٦۰
٤-٤-۲-۲- تنش‌های پسماند طولی ٦۱
٤-٤-۲-۳- تنش‌های پسماند جانبی ٦۳
٤-۵- جمع‌بندی ٦٤

فصل پنجم- الگوسازی ستون‌های قوطی شکل ٦۵
۵-۱- پیشگفتار ٦۵
۵-۲- مشخصه‌های مورد نیاز تحلیل ٦۵
۵-۲-۱- هندسه قطعه کار ٦۵

۵-۲-۲- خواص مواد ٦٦
۵-۳- تحلیل حرارتی ٦٦
۵-٤- تحلیل مکانیکی ۷۱
۵-٤- ۱- اثر توالی جوشکاری بر تنش‌های پسماند ۷۵
۵-٤- ۲- اثر ابعاد ستون بر تنش‌های پسماند ۷۸
۵-۵- اثر تنش‌های پسماند بر نمودار تنش- کرنش ستون ۸۰
۵-٦- اثر تنش‌های پسماند بر مقاومت فشاری ستون ۸۳

فصل ششم- نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای ادامه‌ی پژوهش ۸۷
٦-۱- پیشگفتار ۸۷
٦-۲- نتیجه‌گیری ۸۸
٦-۳- پیشنهاد برای ادامه کار ۸۹

مراجع ۹۰

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱)- گزینه‌های مختلف رفتار مادی غیر ارتجاعی در نرم‌افزار ANSYS..... ۲۷

جدول (٤-۱)- مشخصه‌های مواد مورد نیاز در تحلیل حرارتی ۵۱

جدول (٤-۲)- مشخصه‌های مواد مورد نیاز در تحلیل مکانیکی..... ۵۲

جدول (٤-۳)- مشخصه‌های منبع جوشکاری..... ۵۲

جدول (٤-٤)- نتیجه‌های بیشینه و کمینه تنش پسماند در شبکه‌بندی‌های شکل(٤-۸) و مرجع [۲٤] . ٦۱

جدول (۵-۱)- نتیجه‌های بیشینه و کمینه تنش پسماند در توالی‌های مختلف..... ۷٦

جدول (۵-۲)- نتیجه‌های بیشینه و کمینه تنش پسماند در توالی‌های مختلف در مقطع میانی ستون.... ۷۸

جدول (۵-۳)- گام‌های بارگذاری در ستون ۸۱

جدول (۵-٤)- تنش و کرنش متوسط سطح مقطع در هر گام بارگذاری..... ۸۲

جدول (۵-۵)- طول و ضریب لاغری ستون‌ها..... ۸٤

جدول (۵-٦)- نتیجه‌های بار نهایی ستون برای دو تحلیل..... ۸٤

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱)- نواحی تشکیل دهنده جوش ۲
شکل (۱-۲)- انواع اتصال‌های جوشکاری ۳
شکل (۱-۳)- انواع جوش مورد استفاده در اتصال‌ها ٤
شکل (۱-٤)- انواع جوش گوشه در اتصال‌ها ٤
شکل (۱-۵)- انواع آماده‌سازی لبه ۵
شکل (۱-٦)- انواع وضعیت‌های قرارگیری صفحه‌های جوشکاری شده ۵
شکل (۱-۷)- جوش قوس الکتریکی با الکترود روکش‌دار (SMAW) ۷
شکل (۱-۸)- تجهیزات جوشکاری در روش (GMAW) ۹
شکل (۲-۱)- مقطع گوسی متحرک در حین جوشکاری ۱٦
شکل (۲-۲)- تغییر خواص فولاد نرمه معمولی نسبت به دما ۱۸
شکل (۲-۳)- نمودار آنتالپی- دما برای یک ماده آلیاژی ۲۰
شکل (۲-٤)- مراحل فن نیوتن- رافسون ۲٤
شکل (۲-۵)- تغییرات سطح تسلیم بر اثر سخت‌شوندگی همسانگرد و جنبشی ۲٦
شکل (۲- ٦)- نمودار تنش- کرنش برای سخت‌شوندگی همسانگرد و جنبشی ۲۷
شکل (۳-۱)- چندین حالت از تغییرشکل‌های ناشی از جوشکاری در صفحه‌ها ۳۱
شکل (۳-۲)- سامانه سه میله‌ای برای شبیه‌سازی جوش ۳۳
شکل (۳-۳)- توزیع تنش‌های طولی ناشی از جوشکاری ۳۵
شکل (۳-٤)- نمایش سه بعدی از توزیع تنش‌های پسماند طولی ناشی از جوشکاری ۳٦
شکل (۳-۵)- تنش‌های پسماند عرضی ناشی از جوشکاری یک پاسه ۳۷
شکل (۳-٦)- نمایش سه بعدی از توزیع تنش‌های پسماند عرضی ۳۸
شکل (۳-۷) تنش‌های پسماند عرضی در راستای عمق ۳۹

شکل (۳-۸)- مدل دو بعدی جریان انتقال حرارت ٤١
شکل (۳-۹)- هندسه قطعه کار و مدل سه بعدی قطعه کار در نرم‌افزار ٤١
شکل (۳-۱۰)- تغییرات دما و تنش در مسیر۱ ..... ٤٢
شکل (۳-۱۱)- اتصال سپری: الف- نمونه آزمایشگاهی ب- مدل اجزاء محدود ٤٢
شکل (۳-۱۲)- تغییر شکل جسم پس از جوشکاری ٤٣
شکل (۳-۱۳)- سطح مقطع جوش و مدل ساخته شده در نرم‌افزار ٤٣
شکل (۳-۱٤)- تاریخچه دمایی برای چند نقطه بر روی سطح داخلی لوله ٤٤
شکل (۳-۱۵)- الف)- توزیع تنش پسماند طولی در سطح داخلی لوله ب)- توزیع تنش پسماند شعاعی در سطح داخلی لوله ٤٤
شکل (۳-۱٦)- الف)- توزیع تنش پسماند طولی در سطح بیرونی لوله ب)- توزیع تنش پسماند شعاعی در سطح بیرونی لوله ٤٥
شکل (۳-۱۷)- سه نوع توالی مورد تحلیل ٤٧
شکل (۳-۱۸- الف) تنش طولی بر روی محور x ٤٨
شکل (۳-۱۸- ب) تنش طولی بر روی محور y ٤٨
شکل (٤-۱)- مشخصه‌های قطعه کار مدل شده ٥١
شکل (٤-۲)- مدل جزء محدود صفحه در نرم افزار ANSYS ٥٣
شکل (٤-۳)- هندسه جزء SOLID90 ..... ٥٤
شکل (٤-٤)- توزیع دما و جهت جوشکاری ٥٦
شکل (٤-۵)- تاریخچه دمایی سه نقطه از مقطع میانی صفحه ٥٧
شکل (٤-٦)- دمای گره‌های مدل در زمان ١٦ ثانیه ٥٨
شکل (٤-۷)- جزء SOLID186 ..... ٥٩
شکل (٤-۸)- ۳ شبکه‌بندی مورد تحلیل ٦٠
شکل (٤-۹)- توزیع تنش پسماند طولی در مقطع میانی صفحه ٦٢
شکل (٤-۱۰)- توزیع تنش پسماند طولی بر روی محور جوش ٦٢
شکل (٤-۱۱)- توزیع تنش پسماند جانبی در مقطع میانی صفحه ٦٣

شکل (٤-١٢)- توزیع تنش پسماند جانبی بر روی محور جوش ٦٤
شکل (٥-١)- مشخصه‌های قطعه کار مدل شده ٦٦
شکل (٥-٢)- مدل اجزاء محدود ستون و توالی جوشکاری ٦٧
شکل (٥-٣)- توزیع دما و جهت جوشکاری ٦٧
شکل (٥-٤)- تاریخچه دمایی چهار نقطه در مقطع ابتدایی ستون ٦٨
شکل (٥-٥)- تاریخچه دمایی چهار نقطه در مقطع میانی ستون ٦٨
شکل (٥-٦)- تاریخچه دمایی چهار نقطه در مقطع انتهایی ستون ٦٩
شکل (٥-٧)- تاریخچه دمایی ٥ نقطه روی محور جوش در مقاطع مختلف ستون ٧٠
شکل (٥-٨)- دمای گره‌های مدل در زمان ١٢٥ ثانیه ٧٠
شکل (٥-٩)- توزیع تنش پسماند جانبی در راستای X ٧١
شکل (٥-١٠)- توزیع تنش پسماند جانبی در راستای Y ٧٢
شکل (٥-١١)- توزیع تنش پسماند طولی در راستای Z ٧٢
شکل (٥-١٢)- توزیع تنش پسماند فن مایزز در ستون ٧٣
شکل (٥-١٣)- توزیع تنش طولی در چند مقطع میانی از ستون ٧٤
شکل (٥-١٤)- مقایسه تنش‌های پسماند در سه راستای X، Y و Z در مقطع میانی ستون ٧٥
شکل (٥-١٥)- ٤ توالی جوشکاری ممکن در ستون ٧٦
شکل (٥-١٦)- تنش پسماند در جهت Z در مقطع میانی ستون برای ٤ توالی جوشکاری ٧٧
شکل (٥-١٧)- ٣ مقطع مورد تحلیل در ستون ٧٨
شکل (٥-١٨)- تنش پسماند در ابتدای وجه راست ستون در مقطع میانی ٧٩
شکل (٥-١٩)- تنش پسماند در وسط وجه راست ستون در مقطع میانی ٧٩
شکل (٥-٢٠)- منحنی تنش و کرنش برای وجه پایینی سطح مقطع در گام چهارم بارگذاری ٨٢
شکل (٥-٢١)- اثر تنش‌های پسماند بر روی منحنی تنش- کرنش ستون ٨٣
شکل (٥-٢٢)- اثر تنش‌های پسماند بر رفتار ستون‌ها ٨٥
شکل (٥-٢٣)- منحنی بار- تغییرمکان محوری در ستون کوتاه ٨٥
شکل (٥-٢٤)- منحنی بار- تغییرمکان محوری در ستون بلند ٨٦

فصل یکم

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

برای اتصال دو قطعه، روش‌های مختلفی وجود دارد. مهم‌ترین این روش‌ها استفاده از جوش، پیچ و پرچ می‌باشد. در این میان استفاده از جوش در ساختمان‌سازی در ایران بسیار رایج است. در سطح جهانی، قدمت استفاده از جوش در ساخت اسکلت فولادی شاید به ۱۰۰ سال برسد. در کشور ما نیز شاید بتوان قدمتی ۵۰ ساله برای استفاده از جوشکاری در ساختمان تصور نمود. طی این سال‌ها، پیشرفت‌های قابل توجهی در شناخت جوش و توسعه فن‌آوری مربوطه صورت گرفته است.

مهم‌ترین دلیل‌های استفاده از جوش را می توان به طور خلاصه به صورت زیر نوشت:

۱- برای اتصال دو قطعه به هم محدودیتی در ضخامت وجود ندارد.

۲- آب‌بندی کامل درز اتصال و عدم شل‌شدن (دایمی بودن).

۳- سرعت بالای تولید.

٤- استحکام بالا (ساختار یکپارچه).

۵- اقتصادی بودن اتصال.

٦- انعطاف‌پذیری در طراحی جوش (تنوع فرآیندهای جوشکاری و قابلیت انجام شدن دستی یا خودکار).

اما با در نظر گرفتن این مزایا فرآیند جوشکاری دارای معایب زیر نیز می‌باشد.

۱- اتصال دایمی بوده و امکان جداسازی قطعات وجود ندارد.

۲- نیاز به بازرسی.

۳- نیاز به مهارت در روش‌های دستی وتجهیزات گران قیمت در روش‌های خودکار.

اما مهم‌ترین عیب در یک قطعه جوشکاری شده تولید تنش و تغییرشکل 'پسماند[1]' در قطعه می‌باشد. در واقع این تنش‌ها و همچنین تغییرشکل‌های ناخواسته ناشی از جوشکاری مهم‌ترین عواملی هستند که باعث ضعیف شدن اتصال جوشی و ناکارایی آنها در تحمل طولانی مدت بارها شده‌اند. با وجود این معضلات، جوشکاری هنوز به عنوان بهترین روش اتصال قطعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. از همین‌رو، در زمینه رفتار جوش در موارد گوناگون مطالعه شده و استانداردهای مناسبی ارایه گردیده است و از این استانداردها به طور جدی در طراحی و اجرای اتصال‌های جوش استفاده می‌شود و می‌توان از مشکل‌ها به وجود آمده در قطعات جوشکاری شده پیشگیری نمود [۱].

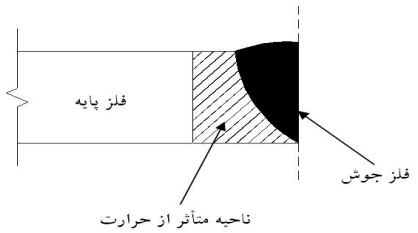
۱-۲- آشنایی با فرآیند جوشکاری

۱-۲-۱- تعریف جوش

بر اساس استاندارد ANSI/AWS A3.0-89 که مشتمل بر تعریف‌ها و عبارت‌های استاندارد جوشکاری می‌باشد، جوشکاری عبارتست از:

یک فرآیند اتصال‌دهی که یک ماده یکپارچه را به وسیله حرارت‌دهی تا دمای جوش، با و یا بدون اعمال فشار و با یا بدون استفاده از ماده پرکننده، تولید می‌کند.

یک قطعه جوشکاری شده شامل ۳ ناحیه است، که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است [۱].



شکل (۱-۱)- نواحی تشکیل دهنده جوش

1 Residual

۱-۲-۲- انواع اتصال جوشی

در شکل (۱-۲) انواع اتصال‌های جوشی نشان داده شده است. این اتصال‌ها عبارتند از:

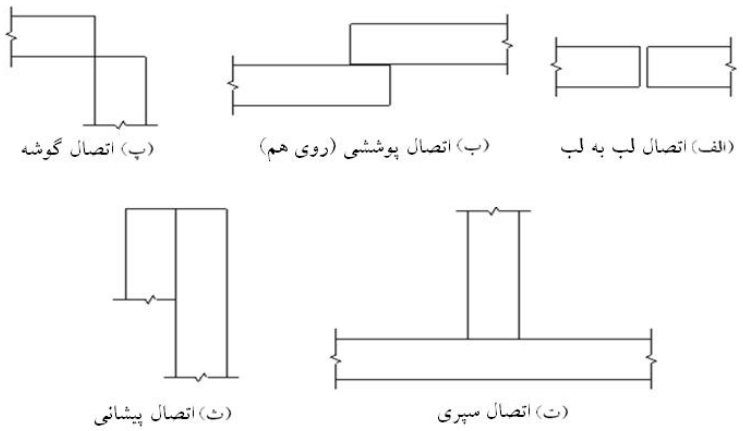
الف– اتصال لب به لب

ب– اتصال پوششی (روی‌هم)

پ– اتصال گوشه

ت– اتصال سپری

ث– اتصال پیشانی



شکل (۱-۲)- انواع اتصال‌های جوشکاری

۱-۲-۳- انواع جوش

انواع اتصال‌ها را می توان به روش‌های متفاوتی جوشکاری نمود. در شکل (۱-۳) انـواع جـوش نشـان داده شده است که عبارتند از:

الف– 'جوش شیاری[۲]'

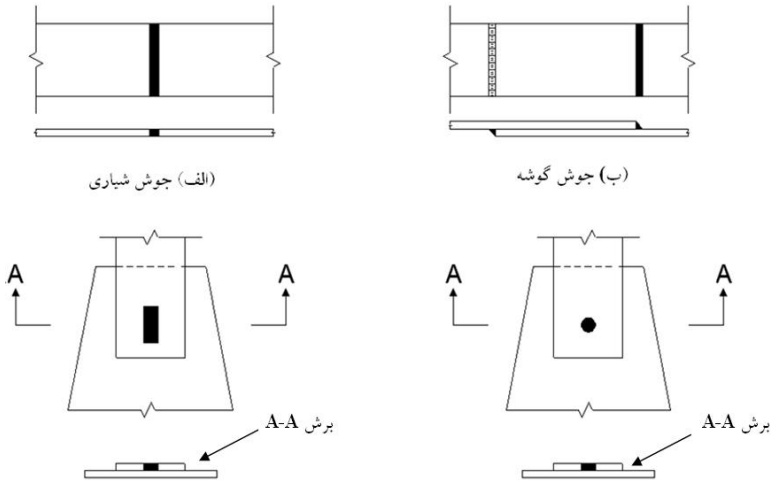
ب– 'جوش گوشه[۳]'

پ– جوش کام

ث– جوش انگشتانه

2 Groove weld
3 Fillet weld

دو نوع جوشکاری شیاری که به آن جوش 'سربه‌سر[4]' هم می‌گویند و جوش گوشه پر کاربردترین جوش‌ها می‌باشند. کاربرد جوش کام و انگشتانه به موارد خاص محدود می‌شود.



شکل (۱-۳)- انواع جوش مورد استفاده در اتصال‌ها

۱-۲-٤- جوش گوشه

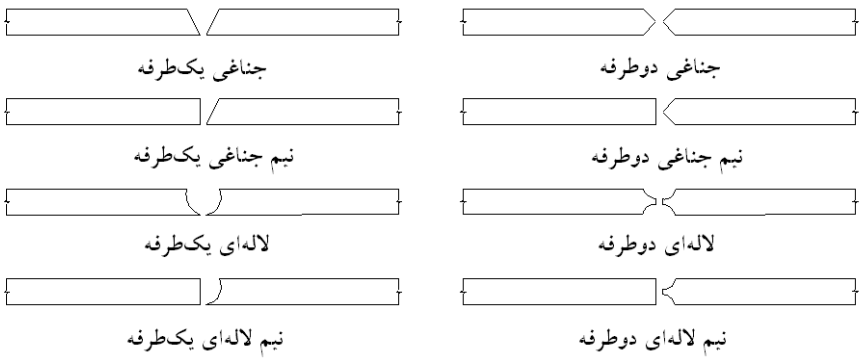
جوش گوشه متداول‌ترین جوش در ساختمان‌های فولادی است. انواع اتصال‌های روی‌هم، اتصال سپری و اتصال قائم قابلیت جوشکاری گوشه‌ای را دارند. در شکل (۱-٤) انواع جوش گوشه در اتصال‌های مختلف نشان داده شده است.

شکل (۱-٤)- انواع جوش گوشه در اتصال‌ها

4 Butt weld

۱-۲-۵- جوش شیاری

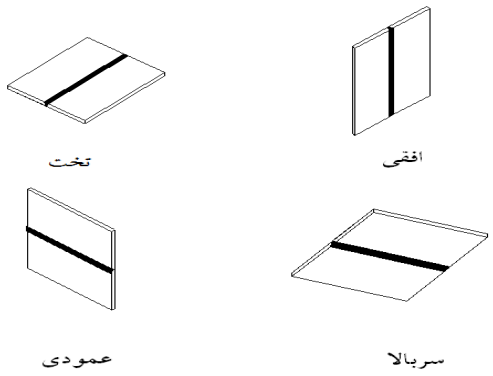
برای اتصال دو لبه به صورت سربه‌سر از جوش شیاری استفاده می‌شود. در صفحه‌های نازک (ضخامت کمتر از ۳ میلیمتر) احتیاجی به آماده‌سازی لبه‌ها نمی‌باشد. اما در صفحه‌های ضخیم برای نفوذ کامل جوش احتیاج به آماده‌سازی لبه‌های قطعه کار می‌باشد. جوش شیاری می‌تواند به دو صورت یک طرفه و دو طرفه انجام شود. در شکل (۱-۵) انواع آماده‌سازی لبه نشان داده شده است.



شکل (۱-۵)- انواع آماده‌سازی لبه

۱-۲-٦- وضعیت قرارگیری قطعه کار

چهار وضعیت قرارگیری برای درز اتصال در جوش‌های گوشه و شیاری وجود دارد، در شکل (۱-٦) این چهار وضعیت نشان داده شده است [۲].



شکل (۱-٦)- انواع وضعیت‌های قرارگیری صفحه‌های جوشکاری شده

۱-۳- روش‌های جوشکاری

روش‌های مختلفی برای جوشکاری وجود دارد که عبارتند از:

الف– جوشکاری قوسی (با الکترود مصرفی و با الکترود غیر مصرفی)

ب– جوشکاری مقاومتی (از حرارت خود فلز پایه استفاده می‌شود)

پ– جوشکاری با سوخت گاز (استیلن)

ت– جوشکاری ترمیت (واکنش گرمازا)

ث– جوشکاری با پرتوهای پر انرژی (لیزر و پرتو الکترونی)

۱-۳-۱- روش‌های جوشکاری الکتریکی

پر کاربردترین نوع جوشکاری، جوشکاری قوسی می‌باشد. در این نوع جوشکاری منبع اصلی حرارت در جوشکاری، قوس الکتریکی می‌باشد.

روش‌های متنوعی برای جوشکاری الکتریکی وجود دارد که در حالت کلی به روش‌های دستی و روش‌های خودکار تقسیم می‌شوند. روش دستی که در کارگاه‌های ساختمانی بسیار متداول است، جوشکاری قوسی با الکترود روکش‌دار نامیده می‌شود. در این روش هدایت انبر توسط کارگر انجام شده و طول الکترود که روی آن روکش پوشانده شده است، محدود بوده و با ذوب هر الکترود، الکترود باید تعویض گردد. در روش‌های خودکار، الکترود به صورت ممتد و مداوم بوده و بدون روکش (لخت) است. هدایت الکترود توسط ماشین انجام شده و جای جوشکار را عمل‌گر جوشکاری می‌گیرد. عمده‌ترین روش‌های جوشکاری خودکار و نیمه خودکار عبارتست از:

۱- 'جوشکاری با الکترود روکش‌دار[۵]' (SMAW)

۲- 'جوشکاری تحت حفاظت گاز با الکترود تنگستن[۶]' (GTAW)

۳- 'جوشکاری تحت حفاظت گاز با الکترود مصرفی[۷]' (GMAW)

٤- 'جوشکاری قوس الکتریکی تو پودری[۸]' (FCAW)

5 Shielded Metal Arc Welding
6 Gas Tungsten Arc Welding
7 Gas Metal Arc Welding
8 Flux Cored Arc Welding