بنام مهندس هستی

اجرای ساختمان های فولادی

جواد رزاقی

استادیار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه گیلان

مراجع

۱. مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی
۲. مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمانی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی
۳. آیین نامه اتصالات در سازه های فولادی، نشریه شماره ۲۶۴ سازمان برنامه
۴. آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران، نشریه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه
۵. راهنمای جوش و اتصالات جوشی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
۶. تجهیز و سامان دادن کارگاه جوشکاری، نشریه شماره ۲۱ سازمان برنامه
۷. طرح، محاسبه و اجرای کف ستونها، مرحوم دکتر قالیبافان
۸. اصول نوین جوشکاری، اردشیر هنربخش

مزایای سازه های فولادی

مزایای سازه های فولادی ناشی ازعوامل زیر است:

۱. **مشخصات عالی فولاد**

۲. **تقسیم مناسب کار (ساخت در کارخانه و نصب در محل)**

مهم ترین این مزایا عبارتند از:

- **مقاومت بالا**
  - امکان اجرای سازه های با وزن کمتری
  - پایین آمدن وزن مرده سازه و اقتصادی شدن طرح
  - مناسب بون برای دهانه ها و ابعاد بزرگ
- **ضریب ارتجاعی زیاد**
  - تامین سختی (EI) زیاد با حداقل مصرف مصالح
  - ظریف بودن اعضا واشغال فضای کم درسازه

مزایای سازه های فولادی

- **شکل پذیری بالا**
  - انطباق بسیار خوب بر فرضیات محاسباتی و قانون هوک
  - قابلیت بسیار خوب جذب انرژی ناشی از بارهای دینامیکی
  - عملکرد عالی در برابر بارهای پیش بینی نشده
  - عدم بروز خرابی و گسیختگی ناگهانی
  - خودیاری مصالح در جهت متعادل نمودن تنش ها (زیرکی مصالح)
  - ایجاد ظرفیت مقاومتی اضافی در سازه
- **مرغوبیت ساخت**
  - کیفیت بالا وهمگن تر بودن مصالح بدلیل ساخت در کارخانه
  - اطمینان بیشترازمشخصات مکانیکی، استفاده از ضرایب اطمینان کمتر
  - کاهش هزینه وزمان جهت آزمایشات کنترل کیفیت مصالح

مزایای سازه های فولادی

- سرعت اجرا
  - استفاده از خاصیت پیش ساختگی
  - بازگشت سرمایه در زمان کوتاه تر
- مزایای معماری
  - ظریف بودن قطعات
  - سهولت ایجاد فرم های خاص و پیچیده و متنوع
- مزایای زیست محیطی
  - قابلیت بازیافت مصالح
  - وارد آمدن آسیب کمتر به منابع طبیعی
- سهولت توسعه، تقویت و تعمیر سازه

معایب سازه های فولادی

۱ـ مقاومت کم در برابر خوردگی

۲ـ مقاومت کم در برابر حریق

۳ـ ایمنی کم در مرحله اجرا

۴ـ نیاز به دقت بالا در هنگام نصب

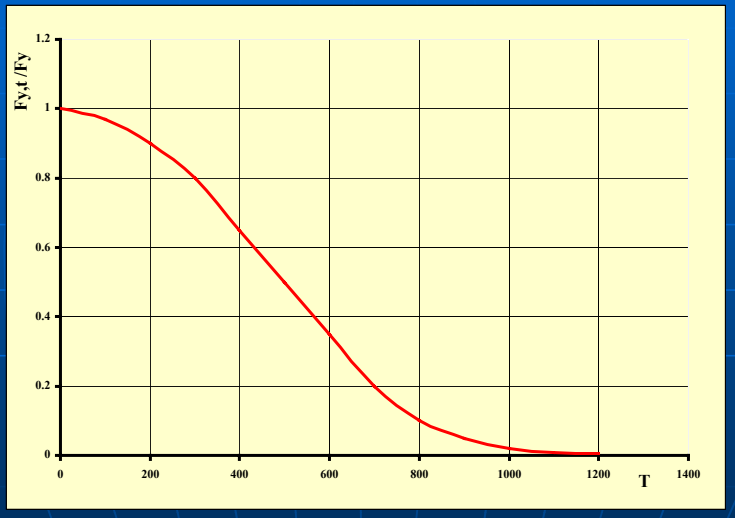
۵ـ محدودیت نسبی در ابعاد مقاطع

۶ـ عوارض ناشی از خستگی

مقاومت کم در برابر خوردگی

پوسیدگی شدید سازه فولادی

مقاومت کم فولاد در برابر حریق



منحنی کاهش مقاومت جاری شدن بازاء افزایش دما

مقاومت کم در برابر حریق

پوشش های مخصوص جهت محافظت در برابر حریق و خوردگی

ایمنی کم در مراحل اجرائی

- خطرات ناشی از سقوط و پرتاب قطعات فلزی
- خطرات مربوط به سقوط از ارتفاع
- خطرات مربوط به برق گرفتگی (در حین جوشکاری)
- خطرات ناشی از اشعه (در حین جوشکاری)
- خطرات مربوط به ناپایداری اسکلت در مرحله نصب

نیاز به دقت بالا در هنگام نصب

- لزوم استفاده از پرسنل کارآزموده
- لزوم تهیه نقشه های دقیق کارگاهی با مقیاس مناسب
- نیاز به کنترل های متعدد در مراحل مختلف اجرائی
- افزایش هزینه تمام شده

محدودیت های نسبی در ابعاد مصالح

- تاثیر پذیری جزئیات طراحی از مقاطع متداول در بازار آهن آلات
- اجبار به استفاده از مقاطع مرکب در غیاب پروفیل های استاندارد
- افزایش زمان و هزینه اجرا جهت ساخت مقاطع مرکب
- افزایش آسیب پذیری ناشی از کیفیت نامناسب اتصالات

عوارض ناشی از خستگی

در اثر اعمال بارهای تکراری (از نظر شدت و علامت) استحکام فولاد پایین آمده و مصالح دچار خرابی از نوع ترد شکنی میشود

خرابی پل میسوری آمریکا ناشی از پدیده خستگی در اتصالات

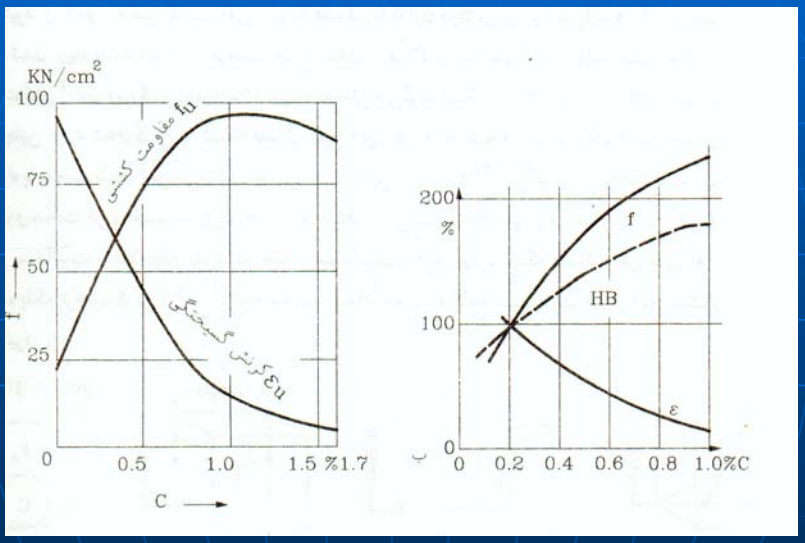
فولاد ساختمانی

در ساختمان سازی آهن در حالت خام مورداستفاده قرارنمیگیرد و با افزودن آلیاژهای مختلف به مصرف میرسد، کربن مهمترین عنصر آلیاژی آهن است که با تغییرمقدارآن کلیه خواص فولاد عوض میشود.

افزایش میزان کربن در فولاد سبب:

- بالا رفتن مقاومت (f) ، حد خطی و سختی (HB)
- پائین آمدن کرنش (ε) ، شکل پذیری، جوش پذیری ، مقاومت در برابر نیروهای ضربه ای، دینامیکی و ارتعاشی میشود.

فولاد ساختمانی



روابط بین مشخصات فولاد ودر صد کربن

فولاد ساختمانی

تقسیم بندی انواع فولاد برحسب درصد کربن:

- فولاد نرمه معمولی برای مصارف ساختمانی (0.1-0.3) %
- فولاد با کربن متوسط، فولاداعلای ساختمانی (0.3-0.6) %
- فولاد پر کربن ، فولاد ابزار (0.6-1.7) %

فولاد با کربن زیاد در ساخت وسایل اتصال پیچ، ابزار ماشین کاری ، اره ، فنر، ساچمه و امثال آن بکار میرود.

سایر ترکیبات مهم شامل:
منگنز (جهت افزایش استحکام و سختی)
سیلیسیوم (برای افزایش استحکام و مقاومت در برابر سایش)
ونیکل، کرم ، مس، تیتانیوم، تنگستن و .... میباشند که سببب بالا رفتن استحکام ، شکل پذیری و مقاومت در برابر خوردگی میشود.

ناخالصی های مضر فولاد گوگرد و فسفراند (سبب ترد شدن فولاد میشوند).

شکل دهی سرد

شکل دهی سرد در ساخت میلگرد و همچنین مقاطع فولادی سبک بکار میرود. پس از عمل شکل دهی، فلز به حالت اولیه برنمیگردد ودر آن تغییرشکلهای غیر ارتجاعی بوجود میآید.

تاثیرات شکل دهی سرد :

- کاهش کرنش گسیختگی و شکل پذیری فولاد،
- افزایش شکنندگی وحد جاری شدن فولاد (در پروفیل های سبک افزایش مقاومت جاری شدن فولاد فقط در محل خم ها روی میدهد).
- در فولاد های سرد فرم داده شده، پدیده پیری مصالح (از دست رفتن مقاومت در طول زمان) نیز مشاهده میشود.

معایب فوق میتواند با انتخاب روش تولید مناسب کاهش یابد.

به دلیل کاهش جوش پذیری در محل های خم شده، جوشکاری در این نقاط فقط با اتخاذ تدابیر خاص مجاز است.

فولاد ساختمانی

مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی :

St 37 → F_y= 2.30 t/cm^2 ; F_u= 3.4 ~ 4.7 t/cm^2
St 44 → F_y= 2.70 t/cm^2 ; F_u= 4.1 ~ 4.5 t/cm^2
St 52 → F_y= 3.50 t/cm^2 ; F_u= 4.9 ~ 6.3 t/cm^2

مشخصات نورد ذوب آهن اصفهان در مورد پروفیل های تا IPE180 مطابق آئین نامه روسی (GOST) و در خصوص نیمرخ های جدید براساس آیین نامه های ISO یا DIN میباشد.

مشخصات نورد ذوب آهن اهواز براساس آئین نامه DIN میباشد.

انواع پیچ ها

- انواع پیچ ها
  - پیچ های معمولی
  - پیچ های اعلاء

انواع پیچ ها طبق استاندارد های ISO و یا DIN

پیچ های معمولی:

گروه مقاومتی 4.6, 5.6 (عدد اول F_u برحسب t/cm^2 و حاصل ضرب قسمت اعشاری در عدد صحیح مقدار F_y را بیان می کند)

پیچهای اعلاء:

گروه مقاومتی 8.8, 10.9, 12.9

پیچ های طبق استاندارد ASTM

A325, A490

A325 مشابه گروه مقاومتی 8.8 بوده و A490 مشابه10.9 است.

مدارک فنی

هر ساختمان فولادی به تناسب اهمیت خود باید دارای مجموعه ای از

- نقشه های محاسباتی
- نقشه های کارگاهی
- نقشه های نصب

و مدارک مربوط به مشخصات فنی خصوصی باشد.

نقشه های کارگاهی و نقشه های نصب میتوانند به تناسب عملیات اجرائی تهیه و به نظارت تحویل شوند که پس از بررسی از نظر کامل بودن اطلاعات اجرائی و عدم وجود ایرادات فنی، تصویب و ابلاغ میشوند.

مشخصات فنی خصوصی باید حاوی کلیه اطلاعات لازم برای اجرای پروژه با کیفیت صحیح و مطلوب باشد که ممکن است در حاشیه نقشه ها قید شده یا در دفترچه های جداگانه به سازنده تحویل شود.

مدارک فنی

نقشه های محاسباتی:

در این نقشه ها مشخصات کلیه اعضاء ، فواصل ، تراز ها و ابعاد کلی سازه درآن قید میشوند به نحوی که با استناد به آنها نقشه های کارگاهی قابل تهیه میباشند.

این نقشه ها حاوی اطلاعات کلی در مورد اتصالات جوشی و پیچی و سایر اطلاعات ضروری مهندسی میباشند.

نقشه های کارگاهی:

براساس نقشه های محاسباتی و برای سهولت اجرا تهیه میشوند. جزئیات این نقشه ها مفصل تر است، برای هر عضویک شماره تعیین شده که جزئیات دقیق با مقیاس مناسب برای آن رسم میشود.

کلیه اتصالات با ذکر جزئیاتی مانند ابعاد و نوع جوشها یا تعداد و اندازه و نوع پیچها ارائه میشود. لیستوفر قطعات ضمیمه نقشه های کارگاهی است.

نقشه های نصب:

توسط سازنده اسکلت تهیه و برای نصب اعضاء در پای کار استفاده میشوند.

این نقشه ها دارای اطلاعات کافی در مورد نصب هر قطعه و موقعیت آن نسبت به قطعات دیگر است.

مدارک فنی

مشخصات فنی خصوصی شامل:

مشخصات مصالح:

شامل مشخصات مواد مصرفی پروژه شامل قطعات فولادی، پیچ ها ومهره ها، واشرها، واشرهای نشانگر مستقیم کشش (DTI)، الکترودها و برشگیرها میباشد.

دستورالعمل ها :

- دستور العمل بستن پیچ و مهره ها، روشهای اجرای پیش تنیدگی در اتصالات اصطکاکی مانند روش چرخش مهره، آچار کالیبر، پیچ یا قطعه جداشونده (TC)، نشانگر های مستقیم کشش (DTI)
- مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) شامل مشخصات فنی فولادی که جوشکاری میشود، نوع اتصال، مشخصات جوش ، مشخصات کامل روش جوشکاری ، نوع و مشخصات الکترود ، جریان و منبع تغذیه و سایر اطلاعات وابسته میباشد.
- دستورالعمل بازرسی شامل روشهای بازرسی و کنترل مواد و اتصالات است.
- سایر دستورالعمل های لازم برای اجرای کار

اجرای سازه های فولادی

مراحل مختلف اجرائی شامل قسمت های زیر است:

۱. شالوده ریزی

اجرای سازه های فولادی

۲- ساخت

اجرای سازه های فولادی

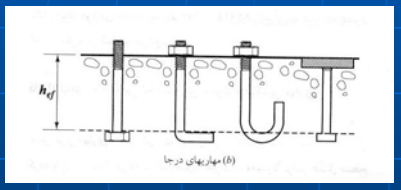
۳- نصب

شالوده ریزی

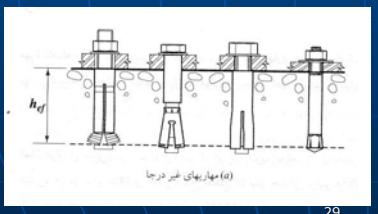
- **مسائل مهم در اجرای شالوده های سازه های فولادی**
  - **تامین دقت لازم**
    - قرار گیری محور بولتها در محل لازم درپلان (تلرانس مجاز= ۳ م م)
    - قرار گیری بولتها درترازارتفاعی لازم (تلرانس مجاز = ۵ م م)
  - **تامین مقاومت لازم**
    - تامین مقاومت مناسب بتن
    - اجرای صحیح و تامین مقاومت مناسب اجزای فلزی شامل کف ستون و اتصالات آن

انواع پیچ های مهاری (بولتها)

- **تقسیم بندی بولتها از نظرنحوه نصب**
  - درجا (نصب قبل از بتن ریزی)



  - غیر درجا (نصب بعد از بتن ریزی)



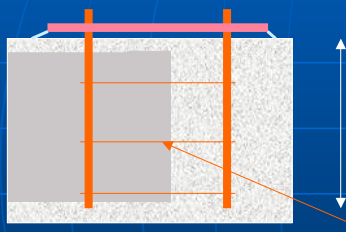
انواع پیچ های مهاری (بولتها)

- پیچ مهاری ساده
- پیچ مهاری با قلاب انتهائی
- پیچ مهاری با خم ۹۰ درجه
- پیچ مهاری با مهره انتهائی

انواع پیچ های مهاری درجا

- **پیچ های مهاری ساده**

در ساختمانهای کم اهمیت بکار میرود



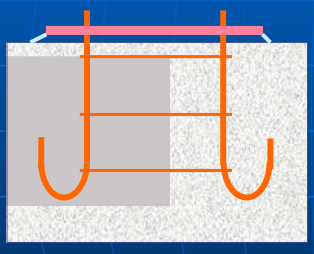
- طول مهاری بطور تقریبی:
  - آرماتور ساده: 60d
  - آرماتور آجدار: 50d
  - در صورت استفاده از تنگ

اعداد فوق به ۵۰ و ۴۰ تغییر می یابد

انواع پیچ های مهاری درجا

- **پیچ های مهاری با قلاب انتهائی**

در ساختمانهای معمولی بکار میرود



- طول مهاری تقریبی:
  - آرماتور ساده: ۵۰d
  - آرماتور آجدار: ۴۰d
  - در صورت استفاده از تنگ

اعداد فوق به ۴۰ و ۳۰ تغییر می یابد

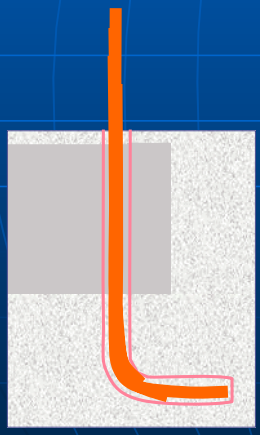
حداقل قطر خم: ۶d (تا قطر ۳۴ م.م)

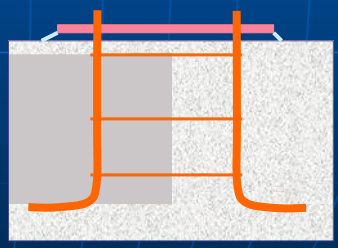
حداقل طول مستقیم بعد از خم : ۴d

انواع پیچ های مهاری درجا

- **پیچ های مهاری با خم ۹۰ درجه**

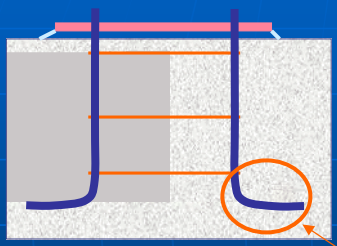
در ساختمانهای معمولی بکار میرود
معمولا مقاومت بیرون کشیدگی این پیچها کمتر از مقاومت کششی فولاد است،
برای نیروهای بزرگ توصیه نمیشود.





انواع پیچ های مهاری درجا

- **پیچ های مهاری با خم ۹۰ درجه**



• طول مهاری* بطور تقریبی برابر ۱۶d است.

(با آرماتور آجدار آ-۳ وبتن ۳۰۰ و وجود تنگ)

• در صورت عدم استفاده از تنگ، این طول بیشتر از ۲۰d خواهد شد.

* نباید کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد.

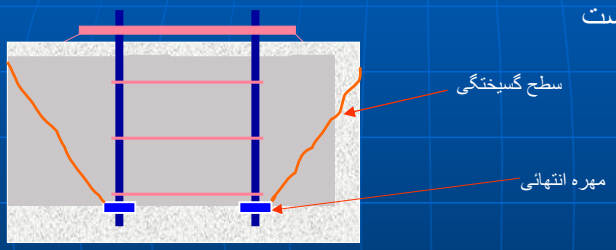
حداقل قطر خم: ۶d (تا قطر ۳۴ م.م)

حداقل طول مستقیم بعد از خم : ۱۲d

انواع پیچ های مهاری درجا

- **پیچ های مهاری با مهره انتهائی**

بولتها دو سر رزوه بوده وبرای نیروهای کششی متوسط و سنگین مناسب است



طول مهاری براساس آیین نامه بتن تعیین شده و بستگی دارد به: مقاومت بتن، مقاومت فولاد، فاصله مهره تا لبه، وضعیت بتن در هنگام بارگذاری (وجود ترک) و ...

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- **انواع پیچ های مهاری غیر درجا(نصب بعد از بتن ریزی)**

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب
- پیچ مهاری کلنگی
- پیچ مهاری کاشتنی

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

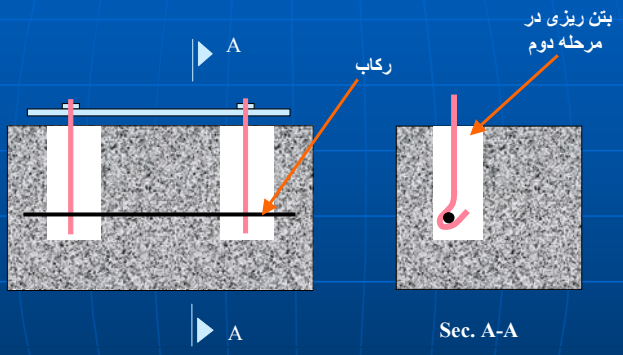
- **پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب**

از این پیچ ها در موارد وجود نیروهای کششی بزرگ استفاده میشود.

نحوه اجرا: در محل های لازم بوسیله قالب بندی با چوب، فلز یا پلاستوفوم (موسوم به جعبه) ، فضای مربوط به محل نصب پیچ ها ی مهاری جاسازی میشود. میلگرد " رکاب " در داخل پی قرارداده شده و سپس بتن ریزی انجام میشود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

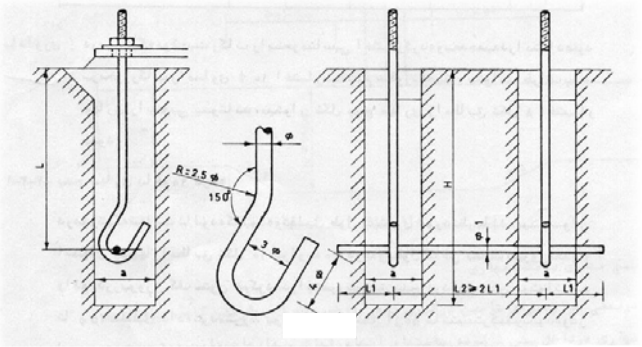
- **پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب**



بعد از بتن ریزی پی، بولتها در فضای خالی تعبیه شده در بتن نصب وسپس در بتن ریزی مرحله دوم، فضای جعبه با بتن پر میشود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب



ابعاد ومشخصات اجرائی پیچ های با قلاب و رکاب

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب

مشخصات و ابعاد پیچ مهاری با قلاب انتهائی

مشخصات پیچ مهاری		ابعاد حداقل ومشخصات رکاب			ابعاد حداقل قبل جعبه	
قطر خارجی پیچ	طول پیچ در داخل بتن	قطر	L	L_1	a	H
۱۶	۳۵۰	۲۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۲۰	۴۰۰
۱۸	۴۱۵	۲۰	۳۰۰	۲۵۰	۱۳۰	۴۵۰
۲۰	۴۸۰	۲۵	۳۵۰	۲۵۰	۱۴۰	۵۲۵
۲۲	۵۴۰	۲۵	۴۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۵۷۵
۲۵	۶۱۰	۳۰	۴۵۰	۳۰۰	۱۷۰	۶۵۰
۲۸	۶۸۰	۳۰	۵۰۰	۳۵۰	۱۹۰	۷۰۰
۳۰	۷۴۰	۳۲	۵۵۰	۳۵۰	۲۰۰	۷۷۵
۳۲	۸۰۰	۳۲	۶۰۰	۴۰۰	۲۲۰	۸۲۵

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

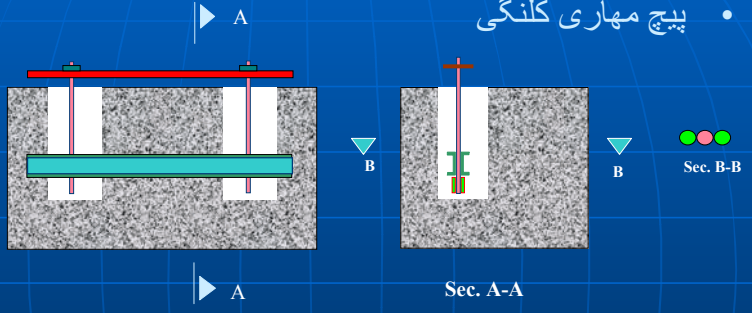
- **پیچ مهاری کلنگی**

از این پیچ ها در موارد وجود نیروهای کششی بسیاربزرگ استفاده میشود.

نحوه اجرا: مانند پیچ های با قلاب انتهائی و رکاب، درمحل های لازم فضای مربوطه با قالب بندی تعبیه میشود،
بجای رکاب از پروفیل ناودانی استفاده میشود و سپس بتن ریزی انجام میگردد.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری کلنگی



در انتهای بولت از زائده هائی (معمولا به قطرخود بولت) استفاده میشود.
جهت کنترل راستای آنها در حین نصب و نیز جهت حمل بولتها در بالای بولت یک قلاب همراستا با زائده های انتهائی بکار میرود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری کاشتنی

این نوع بولتها در موارد نیاز به دقت زیاد در نصب و در عین حال وجود نیروهای بزرگ کششی استفاده می شود.

نحوه اجرا: بعد از بتن ریزی اصلی ، بوسیله دریل، محل بولت سوراخ شده و سپس بولت جاگذاری میشود.

انواع مختلف این بولتها شامل بولتهای ساده که بوسیله چسب های مخصوص به جداره سوراخ متصل میشوند و بولتهای دارای مهار مکانیکی مخصوص میباشند.

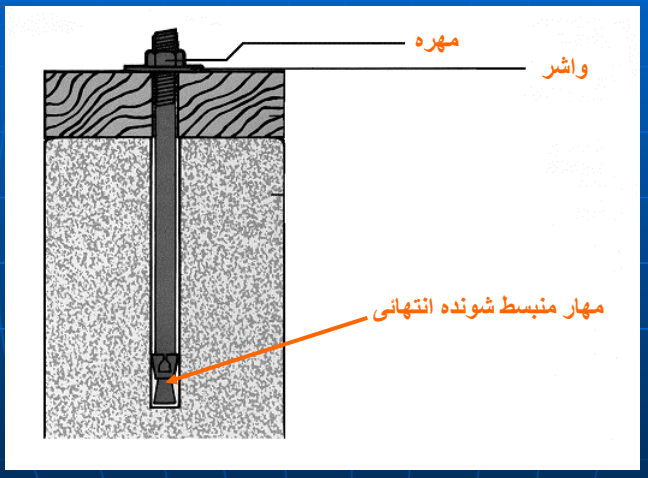
انواع پیچ های مهاری غیر درجا

بولتهای غیر درجا (کاشتنی)

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

اجرای بولتهای غیر درجا (کاشتنی)

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



بولت کاشتنی با مهار مکانیکی

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

بولت کاشتنی با مهار مکانیکی

47

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

پوشش زانده انتهائی جهت مرحله نصب

مهار مکانیکی انتهائی

48

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

سوراخ کاری بتن فونداسیون

سوراخ ایجاد شده

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

سیستم ویژه مهره سر بولت

کارگذاری بولت

شالوده ریزی

- **روشهای مختلف نصب کف ستون**
  - روش صنعتی، اتصال ستون به کف ستون در کارخانه
  - روش سنتی ، اتصال ستون به کف ستون در پای کار

شالوده ریزی

- روشهای مختلف نصب کف ستون
  - روش صنعتی، اتصال ستون به کف ستون در کارخانه
  - روش سنتی ، اتصال ستون به کف ستون در پای کار

روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار:

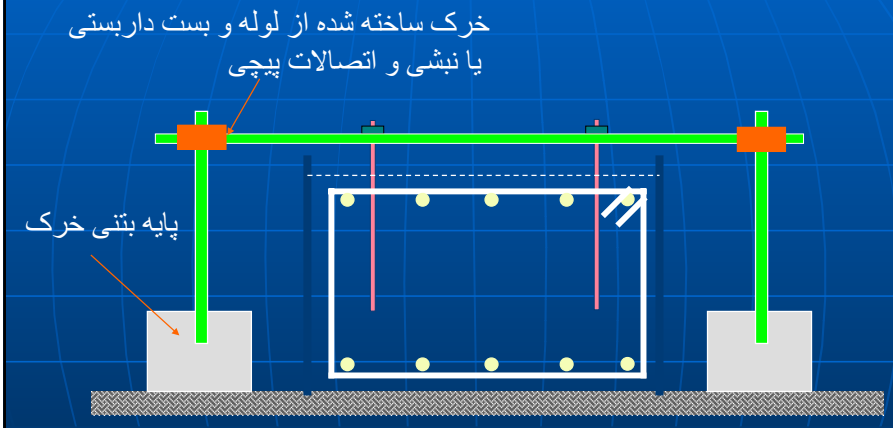
نصب میل مهار ها و بتن ریزی پی،

- تثبیت بولتها با شابلن، مهار به شبکه آرماتوربندی، قالب، قطعات کارگذاشته شده دربتن مگر، خرک و یا سایر سیستم ها در مورد بولتهای با ابعاد بزرگ

روش صنعتی اجرای کف ستون

نصب بولت با استفاده از سیستم نگهدارنده فلزی

روش صنعتی اجرای کف ستون



نصب بولت با استفاده از خرک

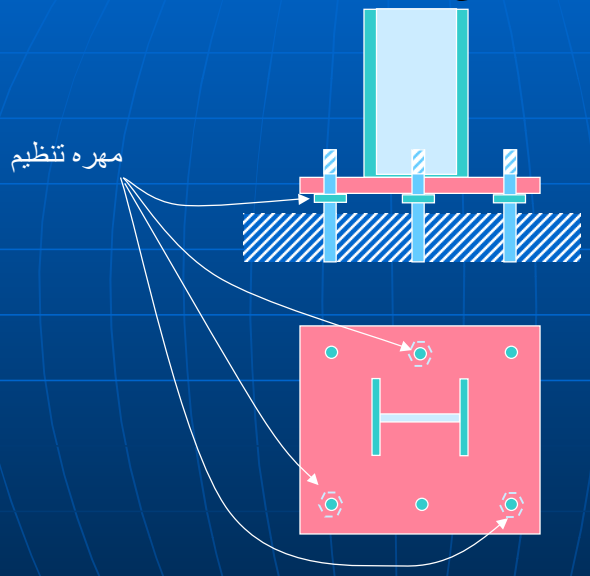
روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار(ادامه)

اتصال ستون به کف ستون درکارخانه

- انجام کلیه اتصالات، (جهت سهولت نصب گشادتر کردن سوراخ ها حداکثر تا ۳ س.م.بیش از قطر بولت مجاز است)

روش صنعتی اجرای کف ستون



نصب کف ستون با سه مهره غیر در یک امتداد

روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار(ادامه)

گروت ریزی زیر کف ستون با دوغاب

- ملات یا بتن ساخته شده با مواد منبسط شونده

روش صنعتی اجرای کف ستون

- روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون

روش صنعتی اجرای کف ستون

روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون، استفاده از پدستال، نصب با پد گذاری

روش صنعتی اجرای کف ستون

روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون، استفاده از پدستال

روش صنعتی اجرای کف ستون

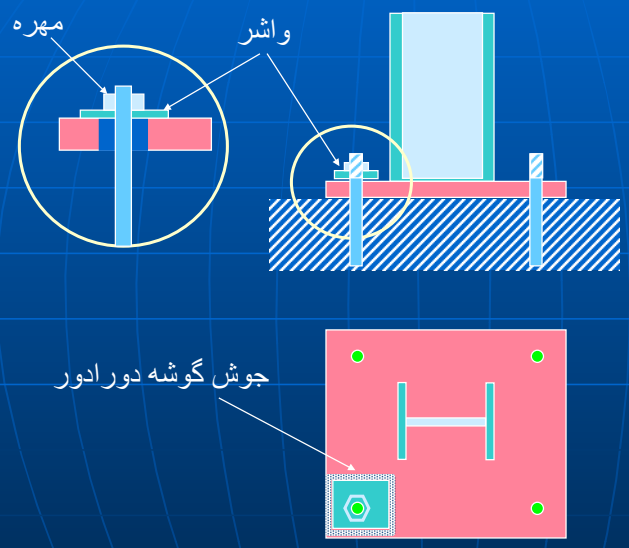
مراحل کار(ادامه)

- برداشتن پد ها وگوه ها یا دور کردن مهره ها از زیر کف ستون، و گروت ریزی فضای باقیمانده،

تثبیت کف ستون

- واشر گذاری در محل سوراخ های گشاد شده (با ورق بضخامت حداقل ۱۰ م.م.)
- آچارکشی نهائی مهره ها، جلوگیری از شل شدن با خال جوش یا استفاده از دو مهره روی هم که درخلاف جهت همدیگر بسته میشوند.
- اجرای بتن محافظتی روی کف ستون با موادمنبسط شونده

روش صنعتی اجرای کف ستون



واشر گذاری زیر مهره ها

روش صنعتی اجرای کف ستون

روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون، استفاده از پدستال

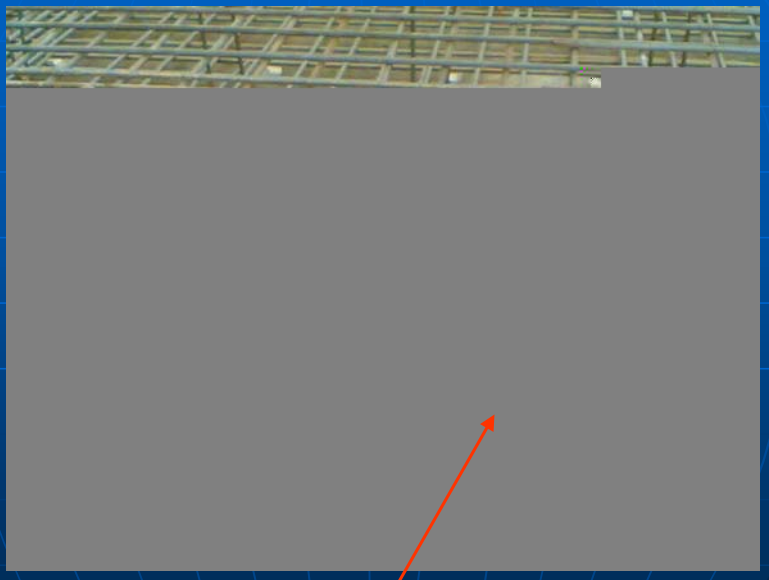
روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار:

نصب میل مهار ها

- تثبیت بولتها با استفاده از کف ستون اصلی به عنوان شابلن
- مهار بولتها در عمق پی با استفاده از حداقل ۳ تنگ

روش سنتی نصب کف ستون



کاربرد تنگ ها درنصب بولتها

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار(ادامه):

بتن ریزی

- ایجاد فاصله از سطح بتن تا زیر کف ستون
- توجه ویژه به تراکم بتن در زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

فضای خالی زیر کف ستون برای رگلاژ بعدی

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار(ادامه)

نصب کف ستون و رگلاژآن شامل:

- برداشتن شابلن
- دوغاب ریزی روی بتن
- اجرای ماهیچه بتنی

روش سنتی نصب کف ستون

فضای خالی زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

آماده سازی جهت اجرای ماهیچه زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

اجرای ماهیچه بتنی زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

رگلاژ نهائی کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار (ادامه)

نصب ستون و اجرای اتصالات مربوط به سخت کننده

تثبیت کف ستون

- واشر گذاری در محل سوراخ های گشاد شده
- آچارکشی نهائی و فیکس کردن مهره ها
- اجرای بتن محافظتی

مرحله ساخت

عملیات ساخت شامل موارد زیر است:

- تهیه مصالح
- تهیه نقشه های کارگاهی
- برش قطعات
- گرد هم آوردن،اتصال و ساخت اعضا مثل: ستونها، خرپاها، شاهتیرها و اتصال قطعات لازم مانند ورق های اتصال بادبند، نبشی های نشیمن و ..

کنترل کیفی مصالح

تهیه مصالح

کنترل های لازم :

- کنترل کیفی مصالح شامل:

کنترل مشخصات مکانیکی فولاد

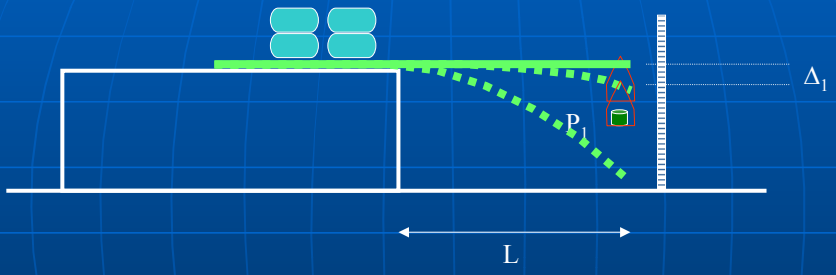
کنترل مشخصات مکانیکی پیچ ها، مهره و واشر ها

کنترل مشخصات الکترود ها

کنترل مشخصات گل میخ ها و سایرمصالح مورد استفاده

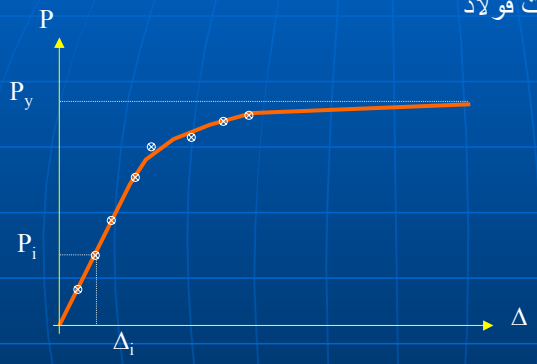
کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



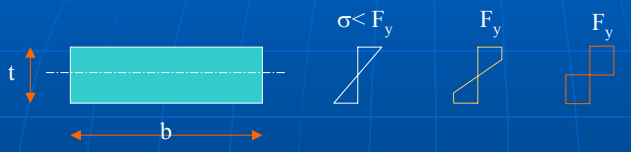
کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



$$M_{ext} = P_y L$$

$$M_{\text{int}} = 2F_y(bt/2)(t/4)$$

$$M_{ext} = M_{\text{int}} \Rightarrow P_y L = 2F_y(bt/2)(t/4)$$

$$F_y = \frac{4P_y L}{bt^2}$$

کنترل کیفی مصالح

خرابی و انهدام پیچ با کیفیت نامرغوب

کنترل کیفی مصالح

الکترود پارس

ای - آر - ۱۲

علامت شناسائی: دره

استاندارد DIN 1913 - BS.E. 317 - AWS.E.6013

نوع پوشش: روتیلی

جایگیری: ۲۰۰درصد

مشخصات ویژه و خواص جوشکاری:

این الکترود دارای روپوش متوسط بوده و از جهت کلیه حالات جوشکاری بجز بالاسری سر و صورتی بطرف پائین به می‌آید. برای هر دو جریان AC و DC مناسب بوده و جوشکاری با آن به راحتی انجام می‌پذیرد. با یک ضربه آرام به آسانی جرقه زده و سرباره آن به راحتی کنده می‌شود. دارای نرخ متوسط و با سطح جوش صاف بوده و محل جوش کاملاً پر می‌باشد.

موارد مصرف:

این الکترود برای انواع جوشکاری فولادهای کم کربن ساختمانی، مخصوصاً اسکلت سازی، درب و پنجره و ورقکاری و جوشکاری انواع فولادها با ST52 توصیه می‌گردد.

خواص مکانیکی فلز جوش:

استحکام کششی: ۴۹-۵۹ میانگین ۵۴ کیلوگرم بر میلیمتر مربع

استحکام تسلیم: ۴۰-۴۹ میانگین ۴۵ کیلوگرم بر میلیمتر مربع

درصد ازدیاد طول: ۲۰-۳۰ میانگین ۲۶

مقاومت به ضربه در ۲۹ درجه سانتیگراد: ۸۲ ژول/سانتیمتر مربع

جدول ترکیب شیمیائی فلزجوش (درصد):

کربن	سیلیس	منگنز	فسفر	گوگرد
۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳

توجه:

خواص مکانیکی و شیمیائی فلز جوش این الکترود براساس میانگین آزمایشات به عمل آمده از سوی شرکت سازنده (واگ) مرکز تحقیقات کاربردی ایران و مرکز پژوهش ماشینکاری بازی استخراج گردیده است.

شدت جریان جوشکاری (آمپر):

۲/۵×۴۵۰ میلیمتر ۶۰-۹۰	۴×۴۵۰ میلیمتر ۱۲۰-۱۹۰
۳/۲×۴۵۰ میلیمتر ۱۰۰-۱۴۰	۵×۴۵۰ میلیمتر ۱۶۰-۲۱۰
۴×۴۵۰ میلیمتر ۱۲۰-۱۷۰	۶×۴۵۰ میلیمتر ۲۲۰-۲۷۰

دستورالعمل انبارکردن و نگهداری

برای استفاده مطلوب از این الکترود و حفظ خواص آن، الکترودها بایستی در جای خشک نگهداری شوند در صورت سرایت رطوبت الکترودها بایستی قبل از استفاده برای مدت یک ساعت در درجه حرارت ۳۵۰ - ۱۰۰ سانتیگراد نگهداری و سپس مورد استفاده قرار گیرد.

شرکت تولیدی الکترود پارس دارنده گواهینامه ایزو ۹۰۰۲ از توف آلمان

- کنترل مشخصات الکترودها:

استاندارد AWS 1.1 یا استاندارد ۸۷۱ ایران

کنترل ظاهری مصالح

کنترل مشخصات ظاهری شامل:

- تطبیق ابعاد اجزاء با مقادیرمفروض در طراحی
- بررسی میزان آسیب دیدگی ظاهری

خم شدگی
تاب برداشتن
دندان موشی

تفکیک قطعات آسیب دیده ، عدم استفاده برای اعضاء حساس سازه ای

- بررسی میزان زنگ زدگی و آلودگی قطعات

عدم استفاده از قطعات با زنگ زدگی های شدید در قطعات و اتصالات مهم

کنترل ظاهری مصالح

کنترل مشخصات ظاهری پروفیل ها

الزام به تطبیق مشخصات هندسی پروفیلها با مفروضات طراحی (جدول اشتال).

مشخصات پروفیلهای تولیدی ذوب آهن اصفهان از سایت زیرقابل دریافت است:

http://www.esfahansteel.com

ناوداني 16	ابعاد(mm)				سطح مقطع A cm^2	*وزن یکمتر W Kg	مدول مقطع Wx Cm^3	ممان اینرسي Jx Cm^4
	ارتفاع h	عرض بال b	ضخامت جان S	ضخامت بال t				
ذوب آهن	160	64	5.0	8.4	18.1	14.20	93.4	747
اشتال	160	65	7.5	10.5	24.0	18.80	116	925

کنترل ظاهری مصالح

کنترل وسایل اتصال شامل:

•الکترود ها

-مناسب بودن نوع الکترود برای جوشکاری های مربوطه

-سالم بودن روکش

-مرطوب نبودن

-تاریخ مصرف (حداکثر۶ ماه بعد از تولید)

کنترل ظاهری مصالح

کنترل وسایل اتصال (ادامه):

- پیچ و مهره ها:

-مرغوبیت نوع (توجه به گروه مقاومتی پیچ)

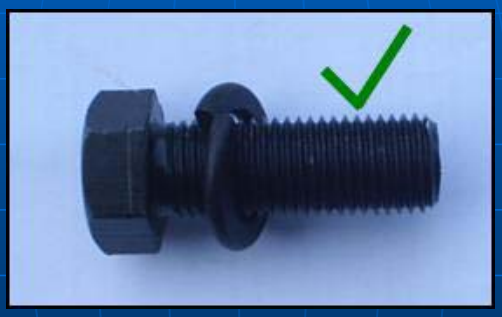
-مناسب بودن طول گیر

-مناسب بودن طول و نوع رزوه

(در میل مهارهای کف ستونها ، سطح مقطع خالص > ۷۰% سطح مقطع میلگرد اولیه)

-جفت و جور بودن پیچ و مهره

کنترل ظاهری مصالح



کنترل مشخصات پیچ

کنترل ظاهری مصالح

- رفع عیب از مصالح:

- عدم استفاده از مصالح معیوب در قطعات اصلی بخصوص ستونها
- تاب گیری قطعات توسط شعله، چکش کاری، اعمال نیرو توسط جک و..[1]
- تقسیم قطعات معیوب و کاربرد آنها در قطعات کوچکتر
- زدودن زنگ زدگی وآلودگی ها با ماسه پاشی، برس سیمی و..

نقشه های کارگاهی

موارد لازم برای لحاظ کردن در نقشه های اجرائی:

۱- تطبیق اندازه های نقشه با مقادیر واقعی وبرداشت های محلی

۲-اصلاح جزئیات اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی شامل:

- تعیین ترتیب مناسب اتصال؛ تعیین نوع جوش (درکارخانه یا پای کار)
- استفاده ازپیچ بجای جوش در جزئیات با دسترسی مشکل و نامناسب
- به حداقل رساندن جوشکاری درمحل
- تعیین وضعیت جوش (تخت ؛ قائم و..)؛ اولویت دادن به جوشهای تخت و افقی

۳- تعیین ابعاد برش ورق ها با توجه با حداقل پرت

۴- در نظر گرفتن رواداری های مجازو لازم برای نصب

نقشه های کارگاهی

۱- تطبیق اندازه های نقشه با مقادیر واقعی وبرداشت های محلی

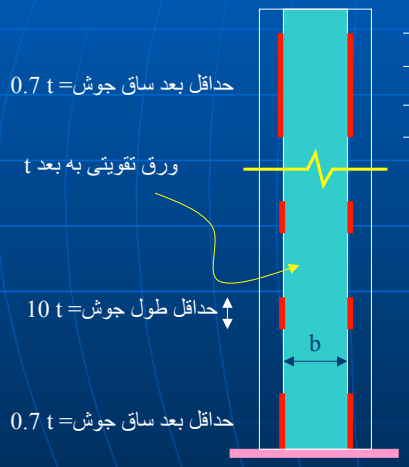
توجه به فاصله از پلاک های مجاور و در صورت لزوم اصلاح موقعیت محورهای ساختمان

توجه به رقوم استقرار پی و در صورت لزوم اصلاح نقشه های ستونها

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی

ستونهای مرکب



نقشه های کارگاهی

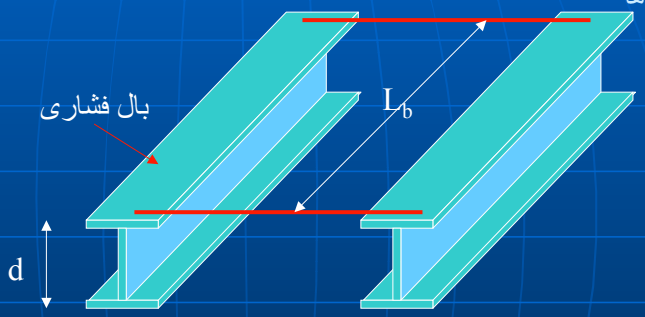
۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

ستونهای با بست های قطری

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیر ها



$$L_b \le Min\begin{cases} 13b_f \\ 583\dfrac{A_f}{d} \end{cases}$$

L_b طول مهار نشده بال فشاری ، س.م

b_f پهنای بال فشاری، س.م

A_f سطح مقطع بال فشاری، س.م.م

d ارتفاع کل نیمرخ، س.م

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

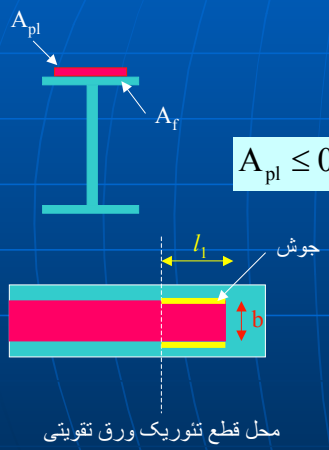
تیر ها

کمانش جانبی بال فشاری

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیرها



پاره ای از ضوابط تقویت بال تیرها :

حداکثر مساحت ورق تقویتی:

$$A_{pl} \le 0.7(A_{pl} + A_f)$$

اضافه طول ورقهای تقویتی :

$$l_1 = 2b$$

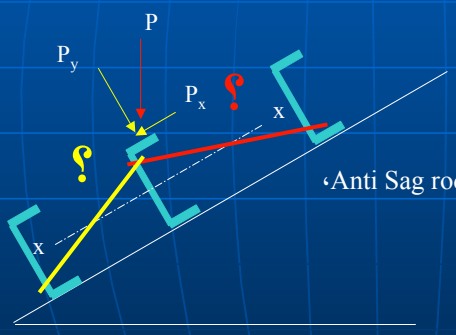
نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیرها

خمش دو محوره:

در مورد پروفیلهای ناودانی و زد به جهت غالب لنگرها توجه شود.



جهت تعیین نحوه قرار گیری میل مهارها Anti Sag rod، محاسبه لازم است!!

تاثیر نحوه قرار گیری مهیل مهارها

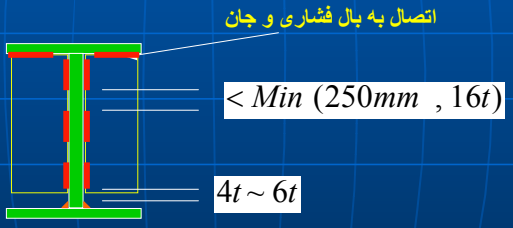
تاثیر نحوه قرار گیری مهیل مهارها

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیرها

سخت کننده های عرضی جان

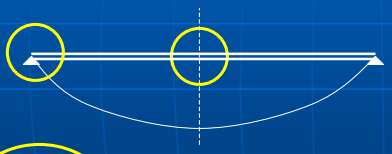


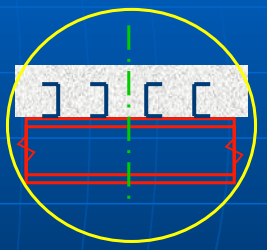
نقشه های کارگاهی

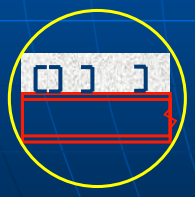
۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیرهای مرکب

۱. اهمیت نحوه قرار گیری برشگیرها
۲. اهمیت برشگیرهای انتهائی
۳. پوشش بتن روی برشگیر > ۲٫۵ س.م.
۴. فواصل برشگیر ها < ۸ × ضخامت دال







نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

تیرهای مرکب

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی

اتصالات

انواع وسایل اتصال:

- پیچ
- جوش

پیچ : کیفیت تمام شده مطمئن تر، قیمت تمام شده گرانتر، نیاز به اجرای دقیقتر

جوش: کیفیت تمام شده نا مطمئن تر، هزینه تمام شده کمتر، امکان تنوع بیشتر.

انتخاب وسیله اتصال : " جوش در کارخانه – پیچ در کارگاه"

نقشه های کارگاهی

اتصالات

نقشه های کارگاهی

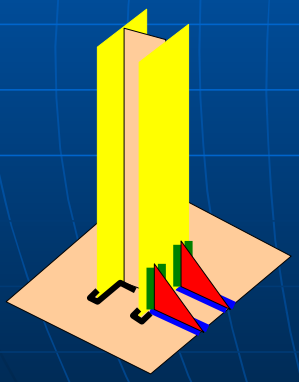
۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی

اتصالات کف ستون

۱- اتصال سخت کننده ها به کف ستون،

۲- اتصال سخت کننده ها به ستون ،

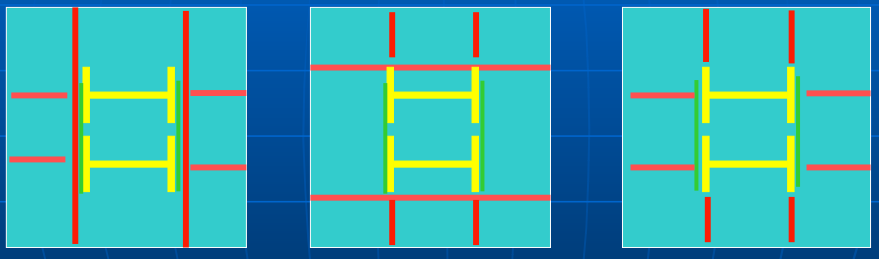
۳- اتصال ستون به کف ستون ،



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

اتصالات سخت کننده های کف ستون



a b c

حالات مختلف قرار گیری سخت کننده های کف ستون

حالت a → حداقل مقدار جوشهای ۱ و۳

حالت c → حداکثر مقدار جوشهای ۱ و۳

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

اتصالات سخت کننده های کف ستون

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

نقشه های کارگاهی

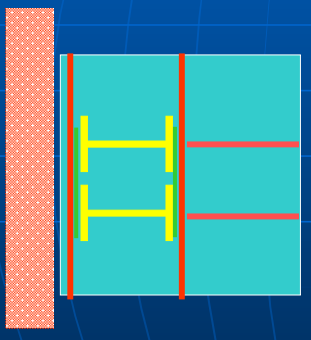
۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

اتصالات سخت کننده های کف ستون

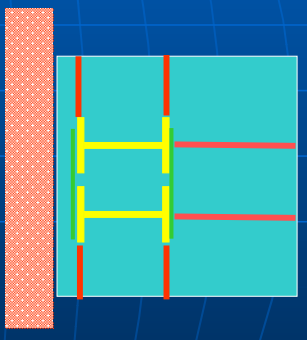
نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

اتصالات کف ستون کناری



عدم امکان جوشکاری در لبه کناری



امکان جوشکاری بیشتردر لبه

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی(ادامه)

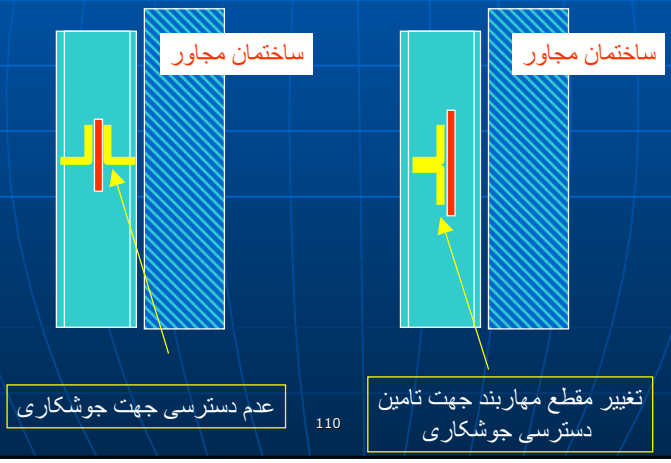
اتصالات سخت کننده های کف ستون

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهار بندی ها:

لزوم توجه به محدودیت های اجرائی



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

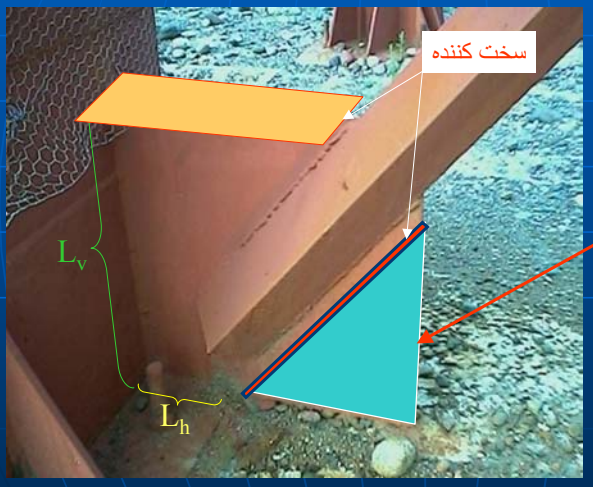
اتصالات مهار بندی ها

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

اصلاح جزئیات با در نظر گرفتن ابعاد سایر قطعات و شرایط اجرائی



طول ناچیز جوش L_h دراتصال پای ستون

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

جوش یکطرفه به ستون؟

عدم اتصال به کف ستون

متقارب نبودن محور اعضاء اصلی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

عدم تامین طول جوش قائم

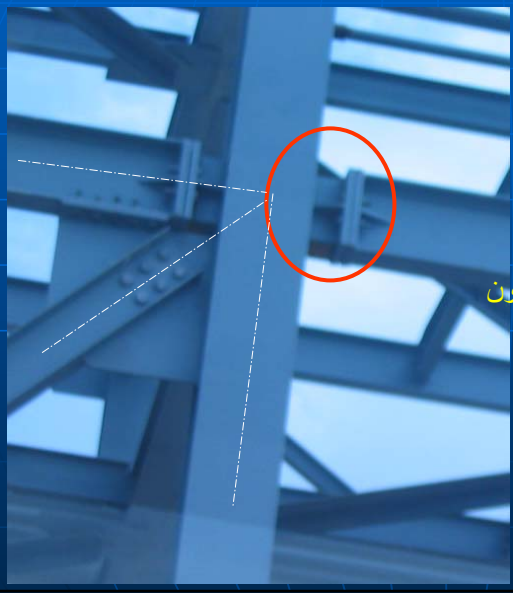
نقشه های کارگاهی

۲- ا
امه)
اتص

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



جزئیات مناسب اتصال در سیستم قاب ساده + مهار بندی همگرا

تامین عملکرد مفصلی تیر به ستون

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

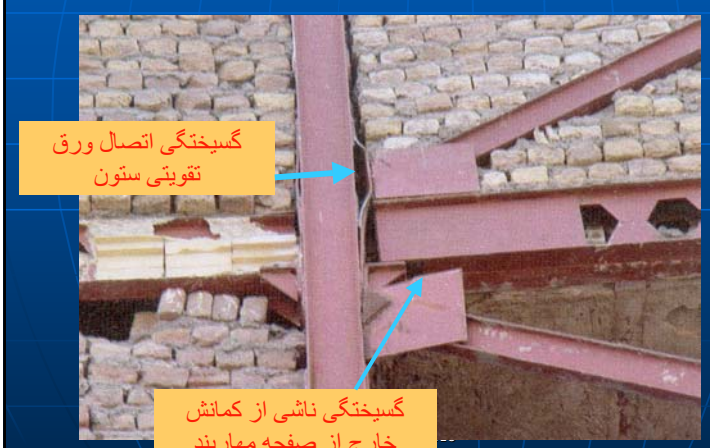
نقشه های کارگاهی

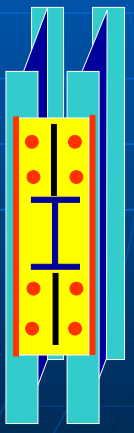
۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

اتصال کامل ورق کمکی به بال ستون

جوش کامل در طرفین با بعد $0.7t$ همراه با جوشهای انگشتانه





نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

کمانش خارج از صفحه مهاربند

نقشه ها

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات ب

اتصالات مهاربندی ها

استفاده از سخت کننده های لبه برای:

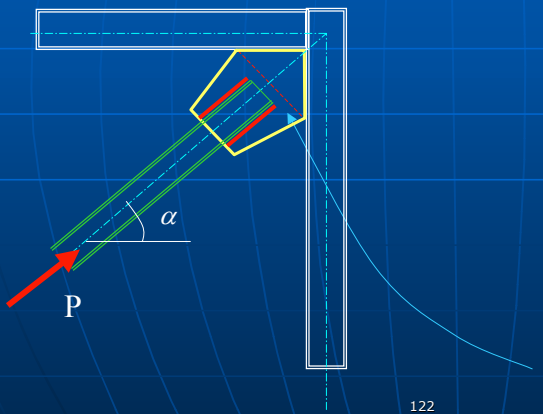
۱. تامین صلبیت کافی ورق اتصال

۲. جلوگیری از پارگی جوش براثر کمانش خارج از صفحه مهاربند

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

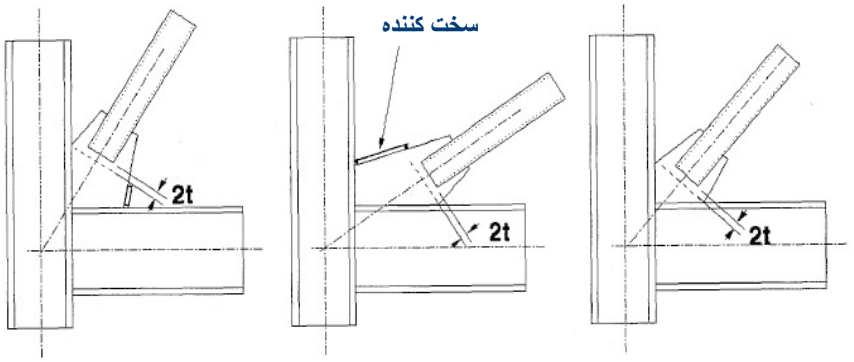


- تامین فاصله آزاد خمش 2t

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



اتصال مهار بند به گوشه قاب ، تامین فاصله آزاد خمش جهت ایجاد مفصل پلاستیک

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

استفاده از پیچ بجای جوش در پای کار

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

استفاده از پیچ بجای جوش در پای کار

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

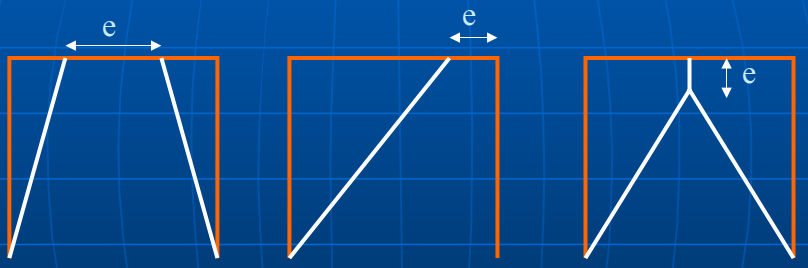
اتصالات مهاربندی ها

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

مهاربندی های واگرا

وجود تیر پیوند(به طول e) طرح شده با ضوابط خاص الزامی است.



ترکیب با مهار بند همگرا مجاز نیست

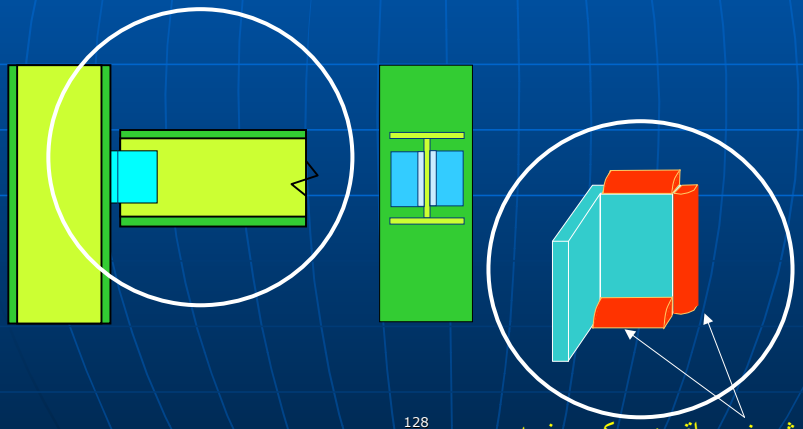
جان تیر پیوند باید از یک ورق تک بدون تقویت و سوراخ تشکیل شود، لذا:

استفاده از تیرهای دوبل ولانه زنبوری مجاز نیست.

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات ساده تیر به ستون با نبشی جان و جوش



خطوط جوش غیر واقع در یک صفحه

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصالات ساده با نبشی جان

استفاده از پیچ بجای جوش در پای کار

عدم اتصال بالها جهت تامین مفصلی بودن اتصال

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

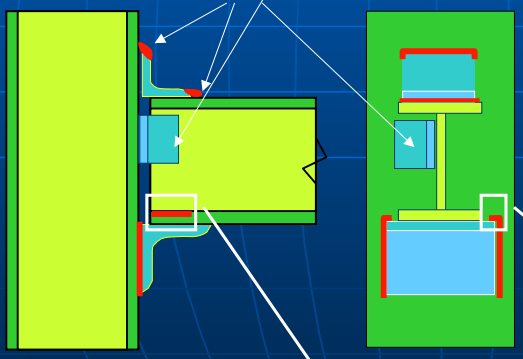
اتصال با نشیمن انعطاف پذیر

تدابیر لازم برای حلوگیری از چپ شدن تیر

نبشی جان به جای نبشی روسری

نبشی روسری L10×100

فقط در امتداد لبه ها جوش شود



طول جوش = ۵ س م

لبه برگشتی = ۱,۵ س م

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با ت

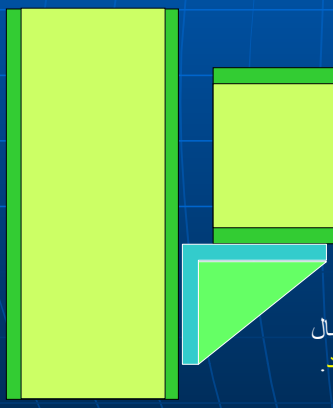
اتصال با نشیمن انعطاف پذیر

عملکرد نیمه صلب اتصال بعلت
جوش لبه های قائم نبشی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

- اتصال با نشیمن تقویت شده

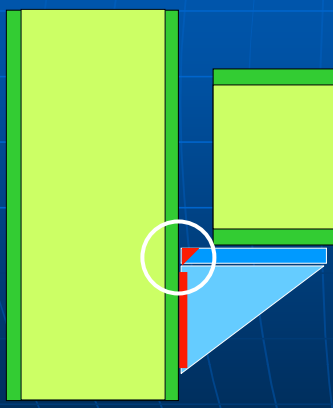


نبشی نشیمن تقویت شده اتصال
استاندارد نشیمن صلب تلقی نمیشود.

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

- اتصال با نشیمن تقویت شده

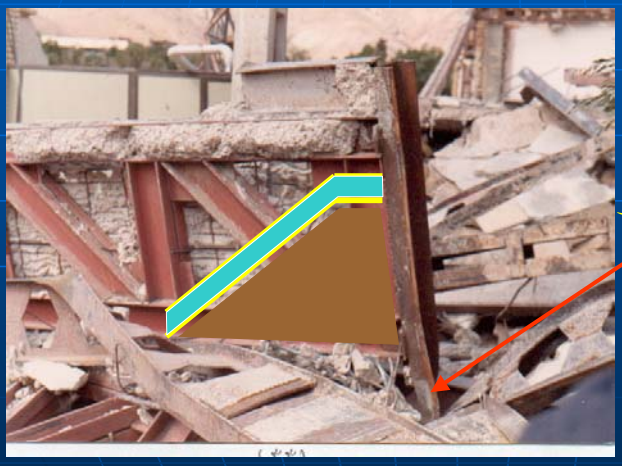


افزایش مقاومت در صورت استفاده از
جوش شیاری در صفحه افقی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصال مفصلی



تناسب سختی تیر وستون

کمانش موضعی ستون ناشی از لنگر بزرگ انتقالی از تیر

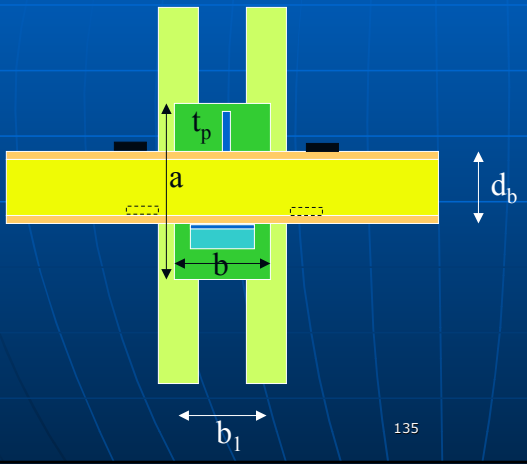
کاهش صلبیت تیر در محل اتصال

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

اتصال خورجینی یکطرفه مجاز نیست!

- اتصال خورجینی با نشیمن انعطاف پذیر

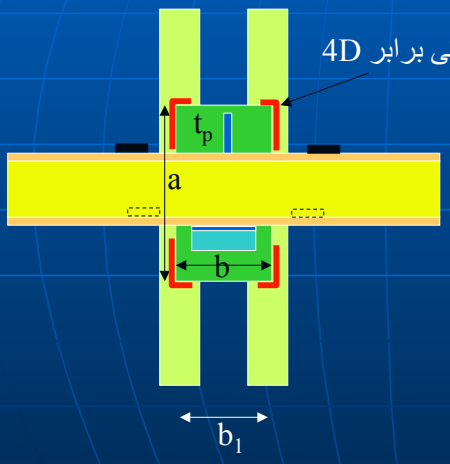


۱-ستون دوبل با نیمرخ IPE
۲-تیر خورجینی
۳-ورق کمکی
۴-لچکی فوقانی
۵-نبشی نشیمن
۶-ورق مهاری بالائی
۷-ورق مهاری پائینی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

• اتصال خورجینی با نشیمن انعطاف پذیر



$a \geq 2b_1 + d_b$

$b \geq b_1$

$t_p \geq \max(0.04b_1, 10mm)$

ابعاد ورق های مهاری مشابه بال تیر

حداقل ضخامت ورقهای مهاری =10mm

ورق مهاری پائینی چسبیده به ستون

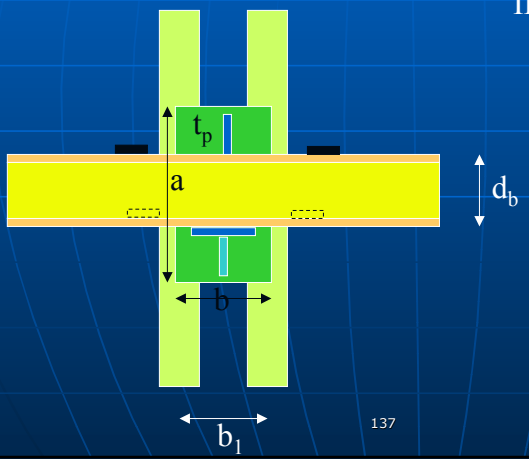
10≤فاصله ورق مهاری بالائی تا ستون≤ 1

فواصل ورقهای مهاری از هم در طول تیر $60r_y$

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

• اتصال خورجینی با نشیمن صلب



۱-ستون دوبل با نیمرخ IPE

۲-تیر خورجینی

۳-ورق کمکی

۴-لچکی فوقانی

۵- نشیمن صلب تحتانی

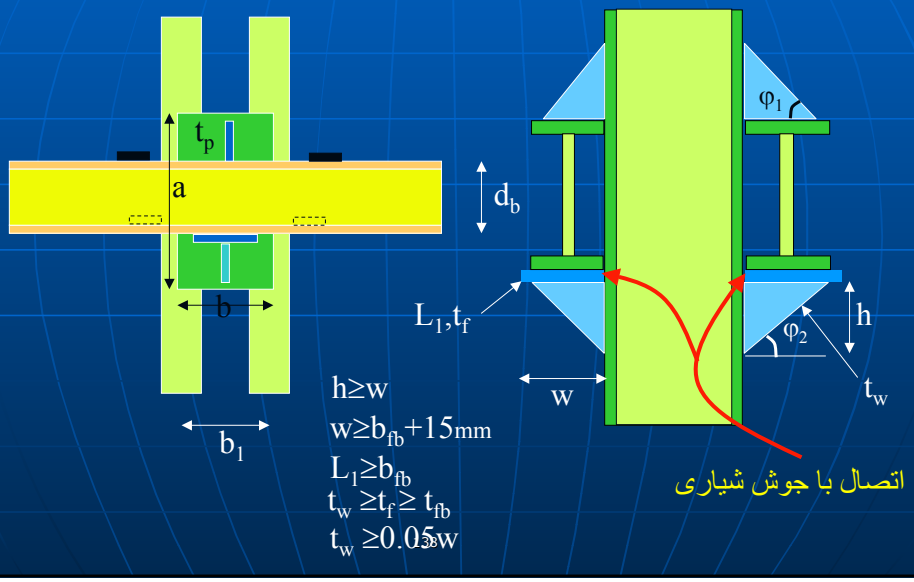
۶-ورق مهاری بالائی

۷-ورق مهاری پائینی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع واتصالات با توجه به جنبه های اجرائی ومبانی طراحی (ادامه)

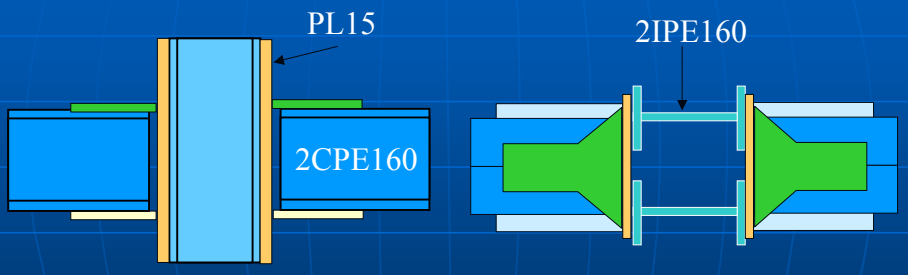
• اتصال خورجینی با نشیمن صلب



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

نتایج مطالعات آزمایشگاهی

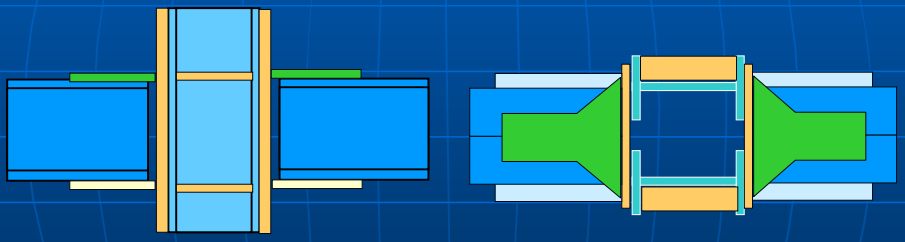


نمونه ۱، درصد گیرداری ۵۱ درصد

خرابی با خم شدن ورق تقویتی ستون و گسیختگی جوش آن

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

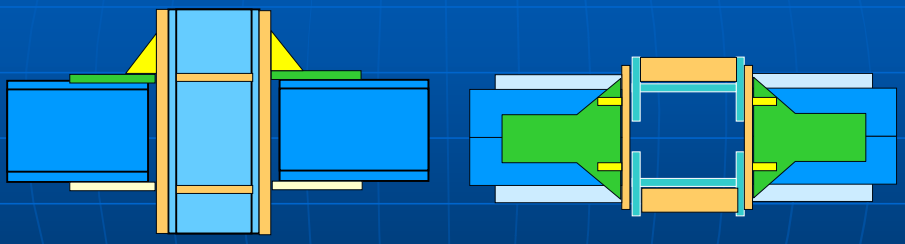


نمونه ۲، درصد گیرداری ۶۹ درصد

نوع خرابی مشابه حالت قبل + پارگی جوش سخت کننده ها

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

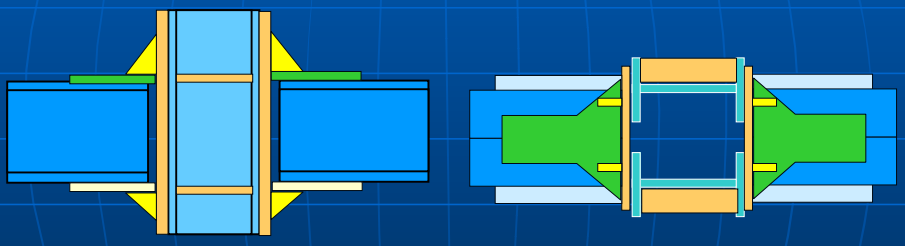


نمونه ۳، درصد گیرداری ۷۷ درصد

خرابی جوش سخت کننده ها + پارگی جوش لچکی ها از محل تماس با ورق کششی

نقشه های کارگاهی

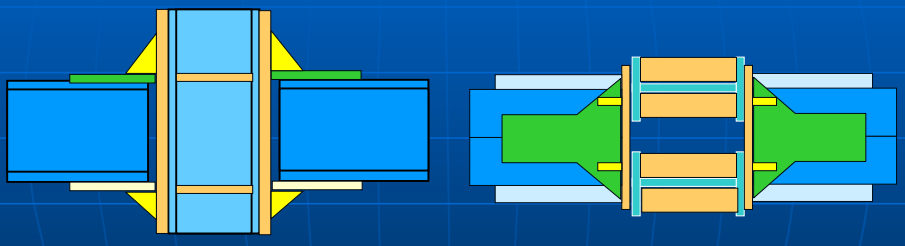
اتصالات صلب متداول در ایران



نمونه ۴، درصد گیرداری مشابه حالت قبل
خرابی مشابه حالت ۳، کمی افزایش لنگر نهائی اتصال

نقشه های کارگاهی

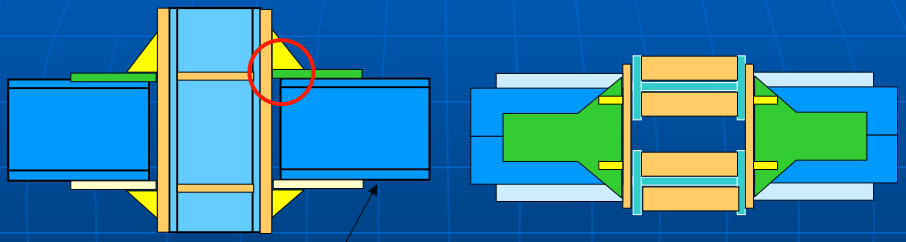
اتصالات صلب متداول در ایران

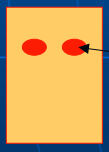


نمونه ۵، درصد گیرداری مشابه حالت قبل

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران



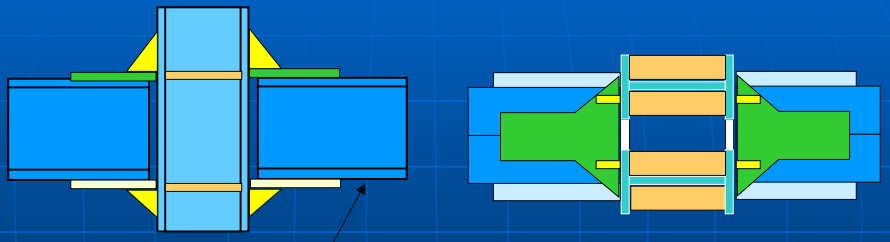


جوش کام در ورق تقویتی ستون ،
روبروی بال کششی تیر

نمونه ۶، درصد گیرداری ۹۰ درصد
ایجاد مفصل خمیری در انتهای ورق اتصال

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

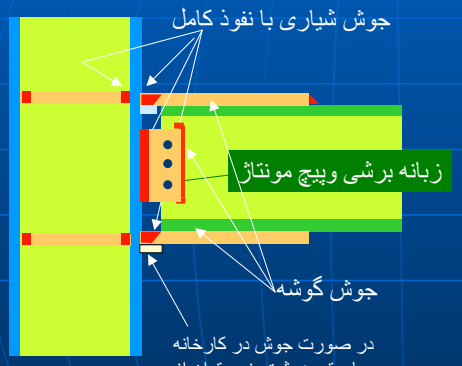


نمونه ۷، حذف ورق تقویتی ستون،
درصد گیرداری ۹۰ درصد، تشکیل مفصل خمیری در
انتهای ورق اتصال

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

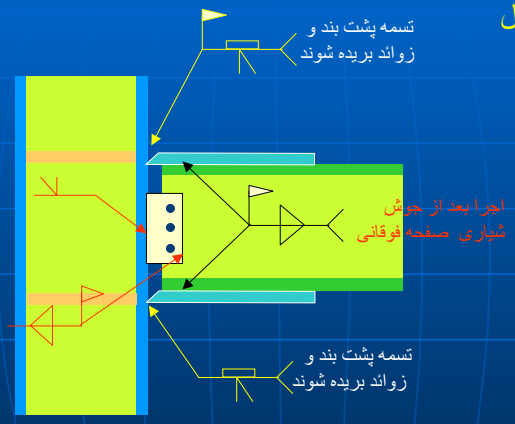
اتصال با ورقهای با ل



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

اتصال با ورقهای با ل



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب، جوش شیاری بال پائین

جوش ریشه، شیارزنی پشت با استفاده از سنگ زنی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب، جوش شیاری بال پائین

جوش ریشه، شیارزنی پشت با استفاده از سنگ زنی

نقشه های کارگاهی

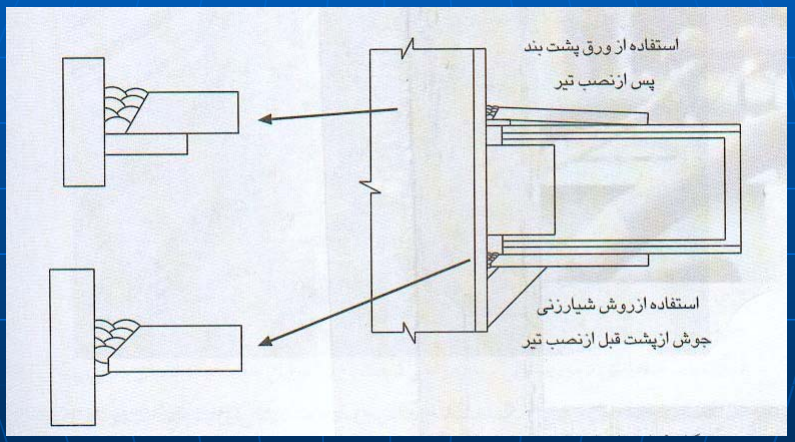
اتصالات صلب، جوش شیاری بال پائین

جوش ریشه، عدم تامین نفوذکامل

جوش ریشه، تامین نفوذکامل

نقشه های کارگاهی

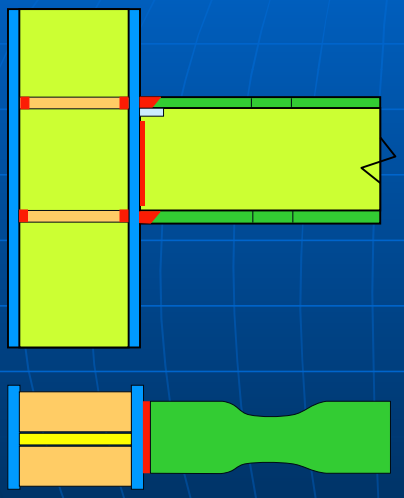
اتصالات صلب، جوش شیاری بال ها

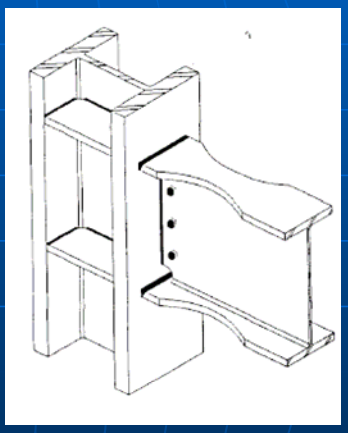


جوش ریشه، تامین نفوذکامل

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

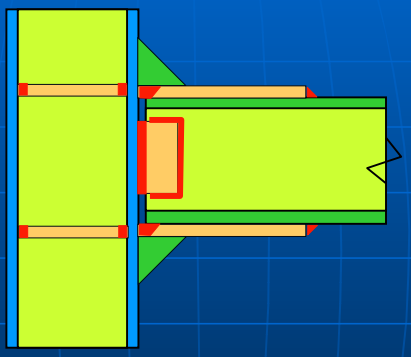




اتصال استخوانی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

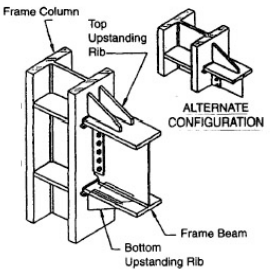


اتصال تقویت شده

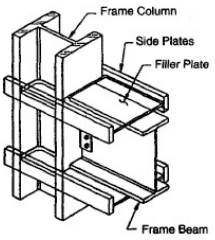
نقشه های کارگاهی

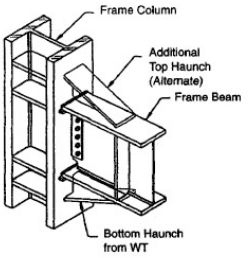
اتصالات صلب

اتصالات تقویت شده پیشنهادی آیین نامه سازه های فولادی آمریکا



(b) Upstanding Rib





نقشه های کارگاهی

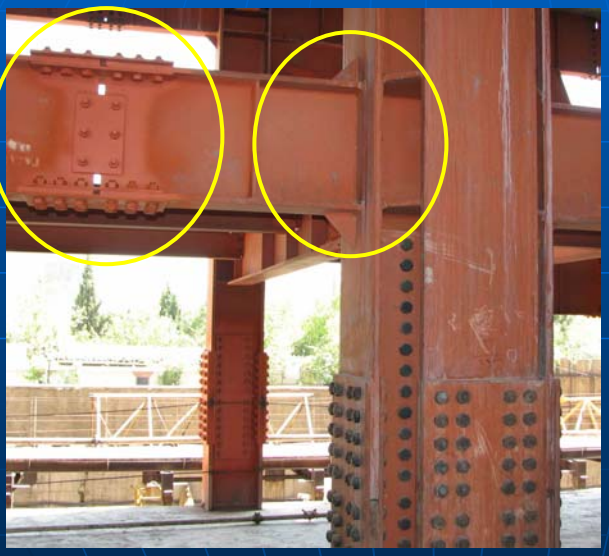
اتصالات صلب

عدم اتصال کامل ورق سخت کننده

استفاده ازجوش گوشه یکطرفه بجای جوش شیاری با نفوذ کامل!

نقشه های کارگاهی

اتصالات درختی
Tree Connection



نقشه های کارگاهی

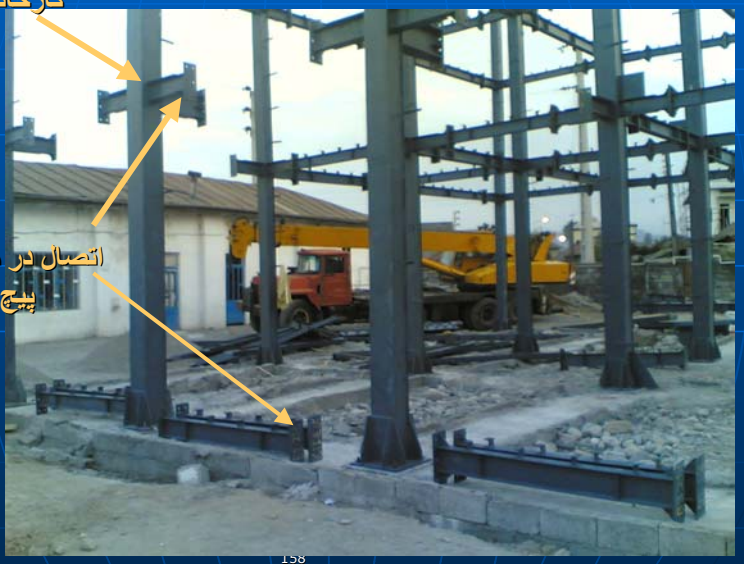
اتصالات درختی
Tree Connection

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

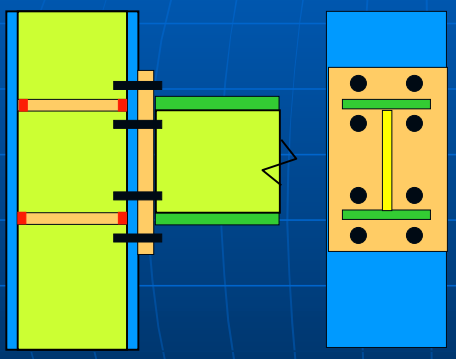
اتصال در
کارخانه با جوش

اتصال در محل با
پیچ



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب



اتصال پیچی با ورق سر

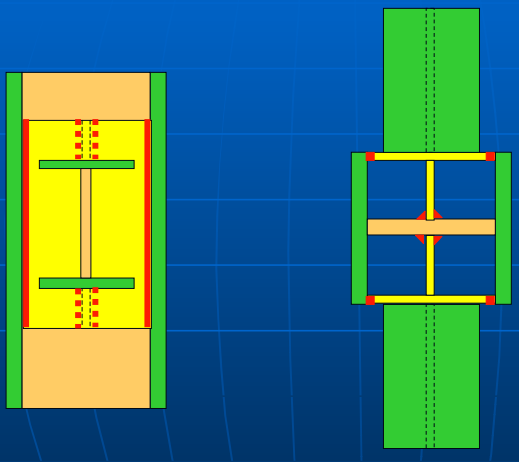
نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

استفاده از تعداد و نوع
نامناسب پیچها ← انهدام اتصال

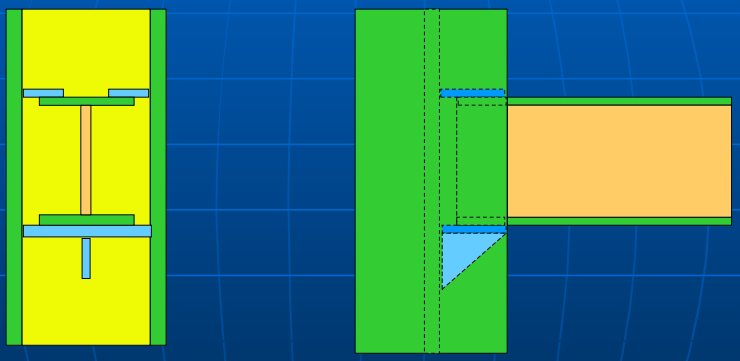
نقشه های کارگاهی

اتصال صلب تیر به جان ستون



نقشه های کارگاهی

اتصال صلب تیر به جان ستون



برش قطعات

روشهای مختلف:

گیوتین، قیچی، پانچ برقی،

مته،

برش حرارتی (اتوماتیک، دستی)؛ شیارزنی با الکترود ذغالی و ..

برش گرمائی (برش با شعله هوا گاز)

- برشکاری باید به کمک ریل گذاری و استفاده از دستگاه اتوماتیک انجام شود
- لبه های بریده شده با شعله باید عاری از ناهمواریهای بیش از ۴ م م باشد. ناهمواری ها و زخم های بیش از ۴ م م را باید با سنگ زدن و در صورت لزوم تعمیرکاری با جوش هموار کرد.
- در قطعات اتصالات جوشی به ضخامت بیش از ۴۰ م م باید پیش گرمایش تا دمای حداقل ۶۵ درجه قبل از برشکاری انجام شود.

برش قطعات

برش با قیچی در اتصالات جوشی با رعایت شرایط زیر مجاز است :

- قطعات به ضخامت تا ۱۰ م م به شرط تمیزکاری سطح برش
- قطعات به ضخامت تا ۱۶ م م، فقط برای جوشهای گوشه مشروط به :
  سنگ کاری یا ماشین کاری به عمق حداقل ۲ م م. و به طول حداقل ۲۰ م م
  از ابتدا و انتهای قسمتی که باید جوشکاری شود.

پخ زنی لبه ها

با استفاده ازبرش حرارتی، سنگ زنی مجاز است

استفاده از دستگاه پخ زن با ساز و کار لهیدگی مجاز نیست.

برش قطعات

برش ودور ریز لبه فابریک

بعلت وجودترک های ناشی از نورد،
لبه ها نباید مصرف شوند

دستگاه برش چند مشعله

برش قطعات

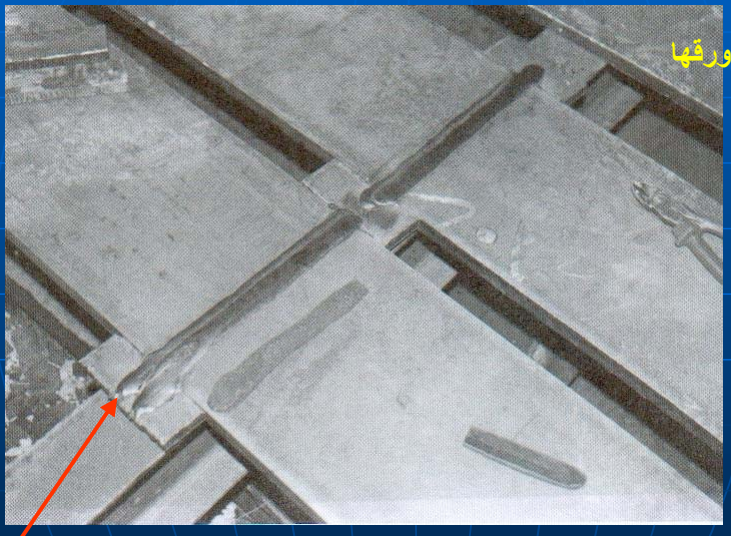
برش ودور ریز لبه فابریک

بعلت وجودترک های ناشی از نورد،
لبه ها نباید مصرف شوند

دستگاه برش چند مشعله

برش قطعات

سرهم کردن ورقها



نصب ناودان در انتهای درز

برش قطعات

سوراخ کاری

لازم است در نقشه ها محل سوراخهائی که فقط باید بوسیله مته ایجاد شود مشخص شود.

وسایل مجاز برای سوراخکاری:

- مته، همه حالات
- منگنه، فقط برای ورقهای به ضخامت تا ۱۲ م م مجاز است

سوراخ منگنه ای یا قطر کامل

وقتی مجاز است که:

- قطر سوراخ بزرگتر از ضخامت ورق باشد.
- قطعات بدون هرگونه زخمه و در تماس کامل با هم باشند.
- در قطعات روی هم منگنه کاری در یک جهت باشد.

برش قطعات

منگنه زنی و گشاد کردن سوراخ

وقتی مجاز است که:

قطر سوراخ منگنه ای حداقل ۲م م کمتر از قطر کامل سوراخ باشد و بعد از سوار شدن قطعات، تا قطر نهائی گشاد شود.

سوراخ های لوبیائی:

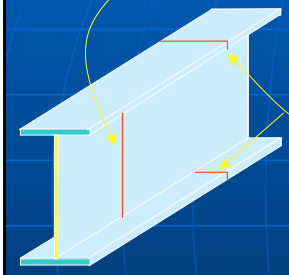
روشهای ایجاد:

- منگنه زنی در یک مرحله
- مته کردن یا منگنه کردن دو یا چند سوراخ در طرفین و صاف کردن لبه ها
- برش های ماشینی

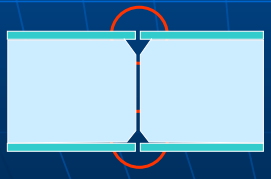
ساخت اعضاء

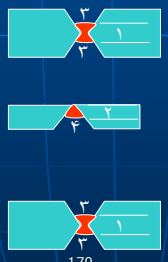
وصله مقاطع

بهتر است محل جوش درز بال و جان در یک صفحه واقع نشوند.



ترتیب مناسب جوشها در وصله های کارگاهی





بال فوقانی

جان

بال تحتانی

رنگ آمیزی

حداقل ضخامت قطعات فولادی برای جلوگیری از خوردگی،

۱- اجزاء واقع در فضای خارجی و در معرض عوامل جوی	۶ میلیمتر
۲- اجزاء واقع در فضای خارجی و در محیط های خشک	۵ میلیمتر
۳- اعضاء با مقطع لوله یا قوطی کاملا آب بندی شده	۴ میلیمتر
۴- اعضاء با مقطع لوله یا قوطی، در محیط محفوظ از خوردگی	۳ میلیمتر

نحوه زدودن لایه های سطحی زنگ زده:

قطعاتی که داخل بتن قرار میگیرندودارای زنگ زدگی سطحی زیادی نیستند. تمیز کاری لازم نیست

قطعاتی که داخل ساختمان، آجرکاری و غیره قرار میگیرند. تمیز کاری با برس سیمی

برای قطعات نما و واقع در هوای آزاد. ماسه پاشی

رنگ آمیزی

مواد تشکیل دهنده رنگ:

رنگدانه، رنگ مایه (مواد چسباننده)، حلال

نقش رنگدانه: مانند نقش سنگدانه در بتن، رنگ، قوام و پایائی رنگ را تعیین میکند.

نقش رنگ مایه (مواد چسباننده): مانند سیمان در بتن، فضای خالی بین سنگدانه ها را پر میکند.

شامل روغن ها، رزین ها و امثالهم است. سیالیت رنگ ناشی از آن است.

نقش حلال (تینر): مانند نقش آب در بتن، باعث کارپذیری رنگ میشود. بعدا می پرند، سخت شدن رنگ بعلت فعل و انفعالات شیمیائی بین رنگدانه و رنگ مایه است.

رنگهای روغنی: گیرش ناشی از تبخیر حلال و سخت شدن رنگ مایه و رنگدانه است.

رنگهای اپوکسی: گیرش بعلت تشکیل بلور در رنگ مایه است ، رنگ بسیار سخت بوده وخوب می چسبد.

رنگ آمیزی

شرایط محیطی	نوع و ضخامت رنگ		
	قطعه فولادی داخل دیوار و نازک کاری	قطعه فولادی بصورت روباز ، در محیط بسته	قطعه فولاد ی در معرض شرایط جوی
معتدل رطوبت نسبی کمتر از ۵۰% مثل تهران	۴۰ میکرون ضد زنگ (رنگ الکیدی غنی از روی)	۴۰ میکرون آستر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون آستر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی
سخت رطوبت نسبی بیش از ۸۰% مثل **رشت**	۴۰ میکرون آستر (اپوکسی غنی از روی)	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی
بسیار سخت و ساحلی رطوبت نسبی بیش از ۸۰% همراه با بخار کلرمثل بندر عباس	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی پورتان	نیاز به مطالعه خاص دارد

حداقل ضخامت رنگ آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

رنگ آمیزی

شرایط محیطی	نوع و ضخامت رنگ		
	قطعه فولادی داخل دیوار و نازک کاری	قطعه فولادی بصورت روباز ، در محیط بسته	قطعه فولاد ی در معرض شرایط جوی
معتدل رطوبت نسبی کمتر از ۵۰% مثل تهران	۴۰ میکرون ضد زنگ (رنگ الکیدی غنی از روی)	۴۰ میکرون آستر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون آستر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی
سخت رطوبت نسبی بیش از ۸۰% مثل **رشت**	۴۰ میکرون آستر (اپوکسی غنی از روی)	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی
بسیار سخت و ساحلی رطوبت نسبی بیش از ۸۰% همراه با بخار کلرمثل بندر عباس	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی یورتان	نیاز به مطالعه خاص دارد

حداقل ضخامت رنگ آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

174

نصب

در مرحله نصب ، قطعات ساخته شده در مراحل قبلی گردهم آمده وبوسیله اتصالات جوشی ویا پیچی به هم متصل شده وسازه را شکل میدهند.

هرگونه بی دقتی و تنزل کیفیت در این مرحله سبب شده تا:

- یکپارچگی سازه کاهش یابد
- عملکرد ناصحیح اتصالات سبب دور شدن رفتار سازه از مدل محاسباتی گردد
- نا پایداری های کلی یا جزئی در سازه بوجود آید.

نصب

انواع وسائل اتصال

پیچ و مهره:

اتصالات پیچی به دو طریق نیروی برشی را میتوانند انتقال دهند:

- توسط نیروی برشی بوجود آمده در مقطع پیچ، اتصال اتکائی
- با فشردن دو قطعه به هم و ایجاد اصطکاک، اتصال اصطکاکی

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

ازکار برد پیچ های هم اندازه با رده های مقاومتی مختلف خودداری شود.

طول پیچ باید به اندازه ای باشد که بعد از محکم کردن آن، حداقل یک دندانه کامل بیرون بماند.

دراتصال اصطکاکی با پیچ های ۱۰,۹ و اعلاء تر ، در صورت استفاده از فولاد نرمه معمولی برای قطعات متصل شونده، استفاده از واشر سخت الزامیست

در صورت وجود پوشش حفاظتی روی اعضاء ، استفاده از واشر الزامیست

وجود رنگ:

- در اتصال اتکائی مجاز است.
- در اتصال اصطکاکی بدون پوشش، در فاصله نزدیکتر از قطر پیچ یا ۲۵ م م باید پاک شود.

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها:

- تمام اتصالات اتکائی باید تا حد بست اولیه محکم شوند.
- حد بست اولیه نشان دهنده حالتی است که تمام سطوح در تماس کامل باشند در صورت وجود فضای خالی، اتصال باید باز شده و درصورت لزوم از صفحه پرکننده استفاده شود.

- درصورتی که نتوان سوراخ پیچ ها را بوسیله میله تنظیم در یک راستا قرار داد، با صلاحدید طراح (کنترل تنشهای کششی درمقطع خالص)میتوان سوراخ پیچ ها را گشادکرد و از پیچ بزرگتراستفاده نمود.

قبل و در حین اجرای اتصال اصطکاکی باید
- ابزارهای مورد استفاده در محکم کردن پیچها تنظیم شوند
- از اعمال نیروی کششی لازم اطمینان حاصل شود.

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

روش های محکم کردن مهره ها دراتصال اصطکاکی :

چرخش مهره:

ابتدا پیچها از صلب ترین قسمت اتصال، تا حد بست اولیه محکم میشود
بعد از حصول اطمینان از محکم شدن کلیه پیچها، کشش نهائی لازم با انجام چرخش اضافی ایجاد نمود.

طول پیچ $< 4d$ ، یک سوم دور
$4d <$ طول پیچ $< 8d$، یک دوم دور
$8d <$ طول پیچ $< 12d$، دو سوم دور

آچار تنظیم:

دقت عملکرد باید روزانه کنترل شود
باید واشر سخت در زیر اعضاء تحت چرخش بکار رود

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

پیچهای ویژه:

با رسیدن به نیروی کششی خاص، عضو شاخص متصل به کله آنها به صورت پیچشی کنده میشود.

واشرهای ویژه DTI:

برآمدگی واشر نشاندهنده نیروی محوری پیچ است.

جوشكاري

جوش :

جوشكاري عبارتست از ايجاد پيوستگی مولكولی بين دو يا چند فلز با يا بدون حرارت ، با يا بدون استفاده از فلز واسطه پركننده.

حرارت لازم براي جوشكاري

حرارت لازم براي جوشكاري به طرق مختلف تامين ميشود مانند:

۱. قوس الكتريكي (مثل قوس الكتريكي با الكترود روپوش دار)
۲. مقاومت الكتريكي (مثل انواع جوشكاري هاي مقاومتي)
۳. احتراق (تركيب اكسيژن با سوخت هاي گازي)
۴. ساير روشها غيرمتداول در مهندسی عمران مثل (مثل جوشكاري ترميت ، جوشكاري اصطكاكي ، جوشكاري پرتو الكتروني و امثالهم)

جوشكاري

تعاريف:

روية جوش (Weld Face) : سطح جوش از طرفي كه جوشكاري انجام شده را روية جوش مي نامند.

حوضچة جوش (Weld Pool) : حجم موضعي فلز مذاب در يك جوش را حوضچة جوش گويند

فلز پايه (Base Metal) : فلزي است كه بايد جوشكاري شود.

فلز جوش (Weld Metal) : قسمتي از فلز پايه و فلز پركننده است كه در جريان جوشكاري ذوب شده است.

جوشكاري

منطقة متاثر از جوش (Heat Affected Zone – HAZ) :

قسمتي از فلز پايه راكه ساختار و خواص مكانيكي آن براثر حرارت جوشكاري تغيير پيدا كرده است را منطقة متاثر از جوش مي نامند

چالة جوش (Crater) : فرو رفتگي در ابتدا و انتهاي جوش را چاله جوش می گویند.

الکترود (Electrode) : فلز واسطه جوشکاری است که در ایجاد قوس وپایداری آن، محافظت از فلز مذاب و کیفیت جوش نقش مهمی دارد

جوشكاري قوسي با الكترود روپوش دار

Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

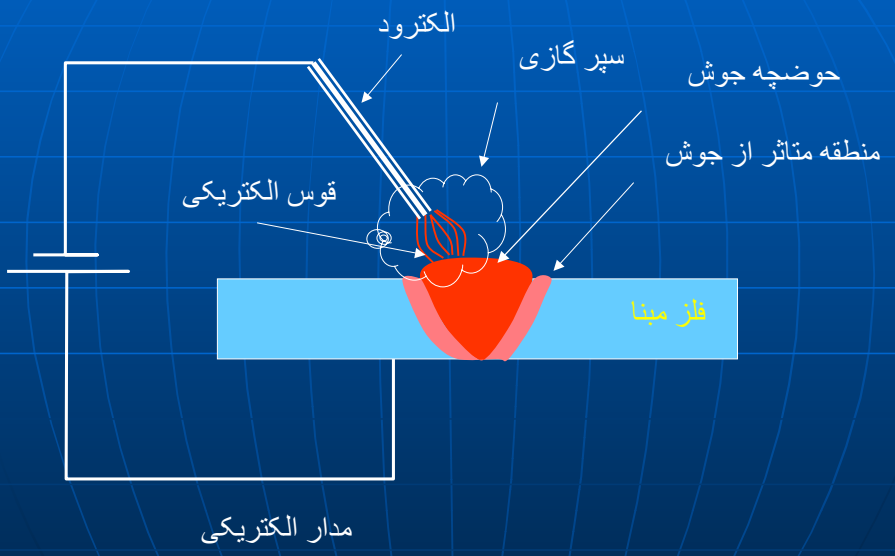
دراين روش ، قوس بين يك الكترود روپوش دار و قطعه كار زده مي شود و حرارت لازم براي ذوب كردن فلز پايه و الكترود تأمين مي شود.

كار محافظت از حوضچة مذاب در اين فرآيند بر عهدة پوشش الكترود مي باشد كه اين پوشش در هنگام جوشكاري در اثر حرارت تجزيه شده و از فلز جوش محافظت مي كند.

گازهای متصاعد شده از سرباره، تشکیل یک سپر گازی را داده و در حین جوشکاری مانع نفوذ گازهای مضر موجود در هوای اطراف به داخل منطقه جوش می شوند.

بعد از سرد شدن جوش سرباره روی سطح آن رسوب نموده كه ا ين رسوب نقش پوشش حرارتي را داشته و از سرد شدن سريع جوش جلوگيري مينمايد. همچنين سرباره داراي تركيباتي مي باشد كه به فلز جوش اضافه شده و به اين ترتيب عناصر از دست رفتة منطقة جوش در حين جوشكاري جايگزين مي شود.

جوشکاری قوسی با الکترود روکش دار (ادامه)



اجزاء مدار الکتریکی

الکترود و فلز مبنا قسمتي از مدار الکتريکي هستند که شامل قسمتهای زیر است .

۱. منبع تغذية نيرو
۲. کابل هاي جوشکاري ، (يکي از دو کابل از منبع نيرو به قطعه کار و ديگري به نگه دارندة الکترود متصل است).
۳. نگه دارندة الکترود (انبر) ،
۴. اتصال قطعه کار ،
۵. قطعه کار (فلز مبنا)
۶. الکترود.

نحوه انتقال فلز

ذوب فلز پايه تقريباً بلافاصله پس از شروع قوس صورت مي گيرد.

انتقال فلز ، در صورتي كه جوش ها در حالت تخت يا افقي صورت گيرند ، به طرق زيرانجام مي گيرد.

۱. نيروي ثقل ،
۲. انبساط گازي ،
۳. نيروهاي الكتريكي و الكترومغناطيسي
۴. كشش سطحي

در ساير حالات غير تخت يا افقي، ثقل عليه نيروها عمل مي كند.

قوس الكتريكي

اگر دو سر مثبت و منفي يك مولد برق به هم خورده و در فاصلة كمي از يكديگر قرار گيرند در اثر اختلاف پتانسيل موجود بين آنها جرقه هايي زده مي شود. اين جرقه ها موجب يونيزه شدن هواي بين دو قطب شده و باعث عبور جريان برق و تكميل مدار و تشكيل قوس الكتريكي مي گردد.

چون مقاومت الكتريكي قوس زياد است حرارت قابل ملاحظه اي توليد مي شودكه ازآن مي توان براي ذوب دو قطعه فلز و اتصال آنها به يكديگر استفاده نمود.

ولتاژ قوس بين ۱۶ الي ۴۰ ولت و آمپراژ در محدودة ۲۰ الي ۵۵۰ آمپر قرار دارد.

براي روشن كردن قوس الكتريكي و نگهداري قوس به ولتاژ بيشتري لازم است ، چون مقداري از ولتاژ صرف يونيزه كردن فاصلة هوايي بين الكترود و قطعه كار مي شود.

حداكثر ولتاژ قوس با توجه به مسائل ايمنی (برق گرفتگی) محدود می شود. آمپراژ بيشتر سبب ايجاد حرارت بيشتر می شود

جريان می تواند متناوب يا يكنواخت باشد.

قوس الكتريكى

مهم ترين عوامل موثر برقوس:

۱. آمپراژ
۲. ولتاژ
۳. فاصلة بين نوك الكترود و فلز پايه
۴. جنس الكترود
۵. نوع جريان الكتريكي

شدت جريان

عوامل موثر بر كيفيت در جوشكاري قوسي :

۱ـ شدت جريان

شدت جريان = مقدار آمپر عبوري از مدار جوشكاري.
شدت جريان متناسب است با قطر الكترود مصرفي،هر چه قطر الكترود بيشتر باشد ، شدت جريان مصرفي بيشتر است.
ميزان آمپر طبق توصيه سازنده الكترود تعيين ميشود.
در صورت عدم دسترسي:

مقدار آمپر جوشكاري = قطر الكترود ضربدر عدد ۳۵ يا ۴۰

براي قطعات ضخيم از شدت جريان بيشتري استفاده مي شود.

شدت جریان

تناسب تقریبی شدت جریان با قطر الکترود و ضخامت ورق در وضعیت تخت

قطر الکترود بر حسب میلیمتر	ضخامت ورق بر حسب میلیمتر	شدت جریان بر حسب آمپر	ولتاژ تقریبی بر حسب ولت
3.25-2.25	4-2	100-60	17-15
4-3.25	6-4	150-100	20-17
5-4	10-6	200-150	22-20
6-5	بزرگتر از 10	400-200	22

ولتاژ یا طول قوس

۲ ـ ولتاژ قوس (طول قوس)

طول قوس عبارت است از فاصلة بين سر الكترود تا سطح قطعه مورد جوشكاري به هنگام برقراري قوس، طول قوس در هنگام جوشكاري تأثير زيادي بر روي جوش مي گذارد.

در زیر طول قوس کوتاه و بلند نشان داده شده است .

طول بلند:
صدای یکنواخت، امکان اکسیداسیون و پراکندگی

طول کوتاه:
صدای شکسته، مناسب برای بیشتر حالات جوشکاری

سرعت پیشروی

۳- سرعت پيشروي

سرعت حرکت دست به عوامل زير بستگي دارد

پهناي جوش

سرعت پيشروي کم سبب نفوذ و پهناي جوش زياد و سرعت پيشروي زياد سبب نفوذ و پهناي کم جوش مي شود.

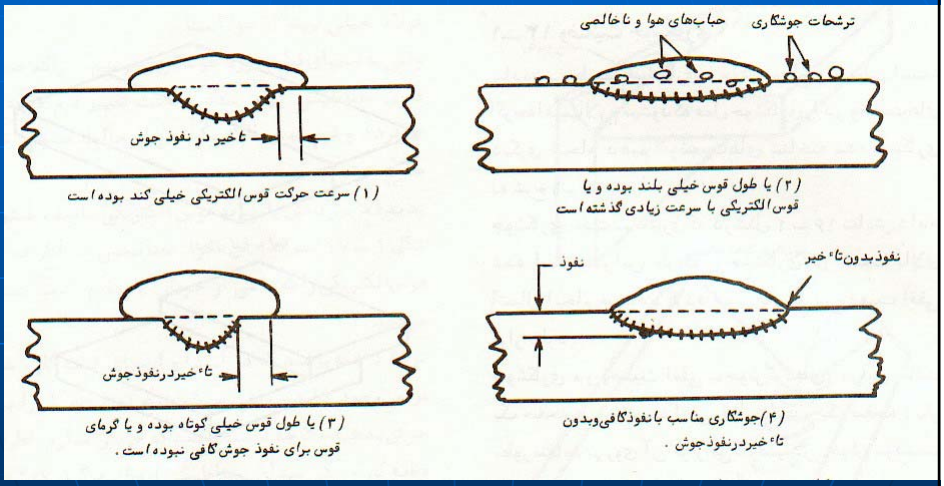
قطر الکترود

با افزايش قطر الکترود بايد سرعت پيشروي را کاهش داده شده تا الکترود به اندازة کافي رسوب داده شود.

ضخامت ورق

با افزايش ضخامت ، بايد سرعت حرکت پيشروي را کاهش داد تا لبه هاي اتصال ذوب و در هم آميخته شوند.

ولتاژ یا طول قوس



(۱) سرعت حرکت قوس الکتریکی خیلی کند بوده است

(۲) یا طول قوس خیلی بلند بوده و یا قوس الکتریکی با سرعت زیادی گذشته است

(۳) یا طول قوس خیلی کوتاه بوده و یا گرمای قوس برای نفوذ جوش کافی نبوده است .

(۴)جوشکاری مناسب با نفوذ کافی وبدون ناخیردرنفوذجوش .

تاثیر طول قوس وسرعت پیشرفت جوشکاری

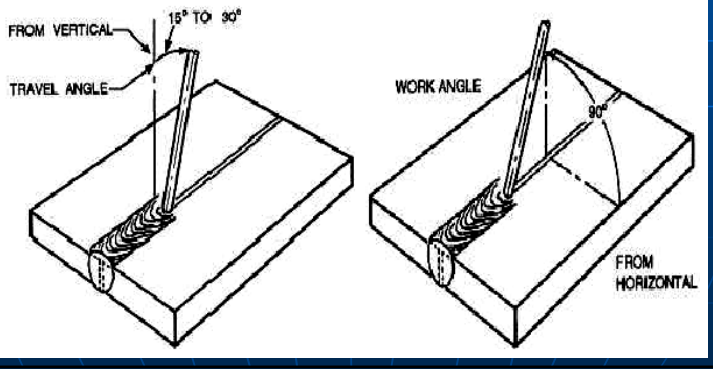
سرعت پیشروی

حرکت الکترود

حرکات الکترود از قبیل زاویة الکترود و نوع حرکت آن در کیفیت جوش بسیار مؤثر مي باشد.

هر چه زاویة الکترود عمود به قطعه کار باشد آنگاه نفوذ و عمق جوش بیشتر و هر چه قدر زاویة الکترود خوابیده روي قطعه کار باشد نفوذ و عمق جوش کمتر است

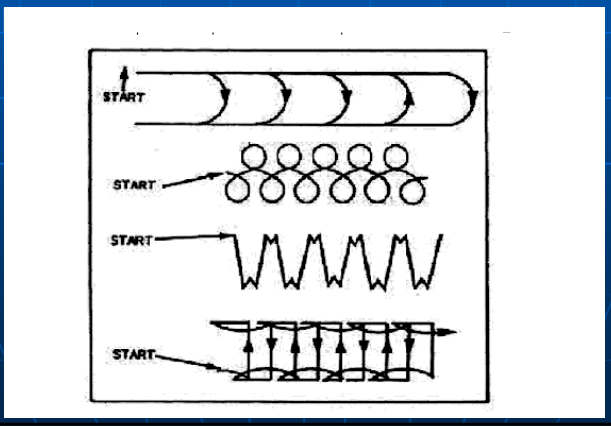
زاویهٔ الکترود مناسب در فرآیند جوشکاری SMAW



سرعت پیشروی

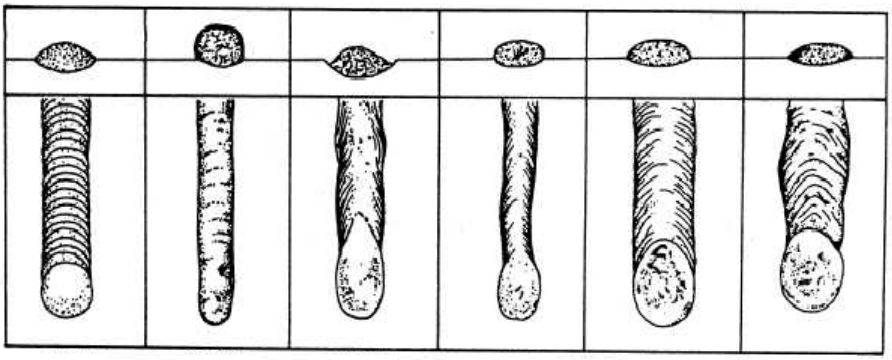
در جوشکاري مي توان حرکات مختلفي با الکترود انجام داد مثلاً حرکت نوساني یا حرکت زیگزاکي و غیره.

اگر در هنگام جوشکاري الکترود مستقیماً به طرف جلو حرکت داده شود، نفوذ و عمق جوش نسبت به جوشکاری با حرکت نوساني یا زیگزاکي کمتر خواهد بود.



جوشکاری قوسی با الکترود روکش دار (ادامه)

تاثیر پارامترهای جوشکاری بر روی ظاهر وکیفیت جوش



الکترود

نقش مفتول الکترود

۱. هدایت جریان الکتریکي
۲. تأمین فلز پرکنندة درز جوش

نقش پوشش الکترودها

پوشش الکترودها ، براي ميلة الکترود و منطقة جوش ، قبل و بعد از جوشکاري عبارتند از :

جلوگيري از زنگ زدگي و آلودگي ميلة الکترود

محافظت و پايدار سازي قوس الکتريکي برقرار شده

محافظت از جوش بوسيلة گازهاي حاصل از سوختن پوشش الکترود

محافظت از جوش بوسيلة سربارة تشکيل شدة ناشي از سوختن پوشش الکترود

جلوگيري از اتلاف گرما و پراکندگي حرارت در محيط

جلوگيري از سريع سرد شدن جوش

تصفيه فلز جوش يا اضافه نمودن بعضي عناصر آلياژي به داخل ساختار جوش

برقراري بهتر جريان افزايش قدرت و سرعت انتقال مذاب از الکترود به حوضچة جوش

الكترود

تقسيم بندي الكترودها بر اساس نوع پوشش آنها :

. الكترودها بر اساس پوشش آنها به چند گروه تقسيم مي شوند كه عبارتند از :

۱. روكش های سلولزي
۲. روكش های رتيلي
۳. روكش های اسيدي
۴. روكش های اكسيدي
۵. روكش های بازي يا قلبايي
۶. روكش های روتيلي + پودر آهن

الكترود

۱. روكش های سلولزي (Cellulose Type)

بيش از ۴۰ درصد وزني پوشش اين نوع الكترودها را سلولز (Cx Hy O2) تشكيل مي دهد كه در اثر سوختن ، هيدروژن و اكسيد كربن آزاد مي كند. گازهاي حاصله حوضچهٔ مذاب و قوس الكتريكي را از نفوذ گازهاي مخرب موجود در اتمسفر محافظت مي نمايند.

استفاده از اين خانواده الكترودها ، اغلب در جوشكاري پاس ريشة خطوط انتقال لولهٔ نفت و گاز كه در فضاي باز انجام مي شوند كاربرد وسيعي پيدا كرده است.

وجود گازهاي فعال آزاد شدهٔ حاصل از سوختن سلولز مثل هيدروژن و اكسيد كربن در داخل حوضچهٔ جوش ، حرارت حوضچهٔ جوش را تا حد قابل توجهي افزايش داده و سبب نفوذ بسيار خوب جوش مذاب در داخل ساختار فلز پايه مي گردند

الکترود

روکش های سلولزي (ادامه)

ديگر مشخصات پوشش هاي سلولزي

- امکان استفاده از آنها در وضعيت هاي مختلف ،
- دود زياد ،
- قوس بسيار قوي و نافذ و پايدار ،
- پاشش جرقه هاي جوش به نسبت بسيار زياد به اطراف جوش
- سطح جوش خشن با مهره جوش هاي فاصله دار ناهموار

اين الکترودها را می توان با جريان هاي يکنواخت (AC) و مستقيم (DC) بدون هيچ مشکلي بکار برد

الکترود

۲. روکش های رتيلي (Rutile) يا اکسيد تيتانيوم

ترکيب اصلي : اکسيد تيتانيوم طبيعي ، مقادير قابل توجهي مواد يونيزه کننده و ميکا

وجود مواد يونيزه کننده ، استفاده از الکترودهاي مذکور را آسان مي کند.

يک نوع از اين الکترودها به دليل توليد سربارة نسبتاً غليظ، بيشتر براي جوشکاري گوشه و در وضعيت افقي مناسب است

نوع ديگر به دليل سربارة رقيق تر (به واسطة وجود ترکيبات قليايي) ، براي کلية وضعيت هاي جوشکاري مناسب است.

الكترود

پوشش هاي رتيلي يا اكسيد تيتانيوم (ادامه)

الكترودهاي رتيلي به طور معمول ، نفوذي متوسط ، همراه با يك قوس الكتريكي ملايم و آرام توليد نموده و نسبت به رطوبت حساس نيستند.

قابليت جدا شدن سرباره از روي جوش عالي بوده و گردة جوش نسبتاً منظم و ظريف خواهد بود.

الكترود

۳. روكش **های اسيدي**

پوشش شامل اكسيدها و كربنات هاي منگنز ، آهن و مقاديري سيليسيم ميباشد و سربارة حاصل از جوشكاري با اين نوع الكترودها داراي خواص اسيدي مي باشد.

جوش حاصل داراي سطحي هموار و براق است

سربارة سيال پر و حجم حاصل از جوشكاري نيز ، پس از سرد شدن بلافاصله از سطح جوش جدا مي شود به همين دليل ، و به ويژه در جوشكاري هاي چند پاسي ، خطر باقي ماندن سرباره در بين پاس هاي جوشكاري به حداقل مي رسد..

اين الكترودها را اغلب در تمامي وضعيت هاي جوشكاري مي توان بكار برد.

الکترود

۴. روکش های اکسیدي

ترکیب اصلي : اکسید آهن، اکسید منگنز ، کربنات آهن و کربنات منگنز

سربارة حاصل از جوشکاري آنها ، متراکم ، سنگین و پر حجم بوده ، اما در عین حال ، به راحتي از روي جوش جدا مي شود.

نفوذ جوش حاصل نسبتاً کم است ، سطح جوش صاف و یکنواخت با استحکام نسبتاً کمي مي باشد.

به دلیل سیالیت بالاي مذاب حاصل ، این نوع الکترودها را بیشتر براي جوش هاي گوشه در وضعیت هاي افقي و تخت بکار مي برند

معمولاً ظاهر جوش حاصل بسیار بهتر از کیفیت مکانیکي آن است

الکترود

۵. روکش های بازي یا قلیایي

پوشش : شامل مقادیر زیادی کربنات کلسیم (CaCo) ، فلوراید ، آهك است.

عمل حفاظت از حوضچة جوش در این کلاس از پوشش ها ، سوختن کربنات کلسیم و تولید گاز CO_2 است.

به دلیل کم بودن مقدار رطوبت در این پوشش ها ، جوش حاصل مقدار هیدروژن بسیار کمي دارد و بنام الکترودهاي کم هیدروژن نامیده میشوند.

براي جلوگیري از افزایش مقدار رطوبت ، در نگهداري این الکترودها باید دقت کافي بکار برد و آنها را در جاي خشك نگه داري نمود.

پیش از بکار گیري این الکترودها ، عملیات باز پخت (گرم کردن) در گرم خانه یا الکترود خشك کن (Oven) اجباری است

الکترود

۶. روکش های روتيلي + پودر آهن

- اثرات مثبت افزايش پودر آهن به پوشش الکترودها :

- افزايش نرخ رسوب
- افزايش پايداري قوس
- افزايش بازدهي
- افزايش انعطاف پذيري براي جوشکاري در زواياي تنگ
- پهن تر شدن قوس الکتريکي ، رسوب در سطح بيشتر و عمق کمتر به دليل هدايت الکتريکي دوگانه از مغزة الکترود و پوشش محتوي پودر آهن
- کاهش مقدار پاشش و جرقه ، به دليل محدود شدن اتصال کوتاه بين الکترود و سطح قطعه کار به دليل عبور جريان الکتريکي از درون پوشش
- صاف تر بودن سطح گردة جوش پديد آمده

الکترود

روکش های روتيلي + پودر آهن (ادامه)

مهمترين نوع اين الکترودها ، الکترودهاي قلبايي بعلاوة پودر آهن هستند که اغلب در ترکيب خود حدود ۵۰ درصد پودر آهن دارند.
وقتي الکترود ذوب مي شود، در حقيقت علاوه بر مغز الکترود ، پودر آهن موجود در سرباره نيز وارد حوضچه شده و به حجم مذاب اضافه مي شود ، از اين رو افزايش بازدهي اتفاق مي افتد.

الکترود

مقایسه نسبی انواع الکترودها از جهات مختلف

نوع الکترود خاصیت موجود در آن	سلولزی	روتیلی	قلیایی (کم هیدروژن)
نرمی و ازدیاد طول	2	3	1
نفوذ جوش	1	3	2
عدم پریدگی کارهٔ جوش	3	1	2
عدم لغش —جرقه‌وراندمان رسوب	3	1	2
بدون عیب بودن جوش	3	2	1
راحتی استفاده	3	1	2
راحتی روشن کردن قوس	2	1	3
مقاومت دربرابر ترک خوردن جوش	3	2	1
سرعت ایجاد فلز جوش	3	1	2
چقرمگی جوش	2	3	1

شمارهٔ یک = خوب شمارهٔ دو = متوسط شمارهٔ سه = بد

الکترود

طبقه بندي الكترودهاي روپوش دار بر اساس استاندارد AWS

الكترود با يك حرف (E) و يك عدد چهار يا پنج رقمي مشخص مي شود : E XXXX

- حرف سمت چپ (E) معرف الكترود روكش دار است.
- **دو رقم سمت چپ** از عددهاي چهار رقمي = استحكام كششي فلز جوش kip/in^2
- **رقم اول از سمت راست** نشان دهندة نوع جريان ، پلاريته ، نوع روكش و مقدار نفوذ قوس الكتريكي است :
- **دومين رقم از سمت راست** :

EXX1X : براي تمامي وضعيت ها
EXX2X : وضعيت هاي تخت و افقي
EXX3X : تخت
EXX4X : تخت ، سقفي ، افقي ، عمودي سرازير

الکترود

طبقه بندي الكترودهاي روپوش دار بر اساس استاندارد AWS

الف: طبقه‌بندی AWS

E 7 0 1 8

۱ - تمام حالات
۲ - تخت و افقی
۳ - تخت
۴ - تمام حالات بجزعمودی سربالا

مقاومت کششی جوش برحسب ۱۰۰۰ پوند براینچ مربع (هر ۱۰۰۰ پوند براینچ مربع تقریباً معادل ۰/۷ کیلوگرم بر میلیمتر مربع است)

رقم	نوع روپوش	نوع برق
۰	سلولز، سدیم - اکسید آهن	+
۱	سلولز - پتاسیم	+ و - یا -
۲	تیتان - سدیم	+ و - یا -
۳	تیتان - پتاسیم	+ و - و یا -
۴	پودرآهن - تیتان	+ و - و یا -
۵	کم هیدروژن - سدیم	+ و -
۶	کم هیدروژن - پتاسیم	+ و - یا -
۷	پودر آهن - اکسید آهن	+ و - و یا -
۸	پودر آهن - کم هیدروژن	+ و - یا -

الکترود روپوشدار برای جوشکاری قوسی الکتریکی دستی

الکترود

E 7024	E 7018	E 6010	E 6013
روتیلي	قلیایي (کم هیدروژن)	سلولزی	روتیلی
استحکام بالاتر تافنس پایین	استحکام بالاتر تافنس بالا	استحکام معمولی تافنس خوب	استحکام معمولی تافنس پایین
داراي درصد پرکنندگي بالا	فولاد با استحکام بالاتر *St 52 ، قطعه ضخیم*	در مواردي كه نفوذ مطرح است (پاس اول)	*در فولادهای معمولی* St 37
فقط در حالت افقي و تخت	*در همه حالات بجز سرازير*	جوشکاری در همه حالات	جوشکاری در همه حالات

الکترود

تأثیر رطوبت بر روکش الکترودها

الکترود بلافاصله پس از ساخت آمادة جذب رطوبت از اتمسفر است.

میزان رطوبت نسبي هوا

۴۰% > : تاثیری روی الکترود ندارد

۴۰%-۸۰% : جذب رطوبت توسط روپوش الکترود

(الکترودهاي قلیایي در یک هفته کاملاً مرطوب و غیر قابل استفاده میشوند)

۸۰% > : تشدید جذب رطوبت توسط روپوش الکترود.

۹۰% > : شدت بسیار زیاد جذب رطوبت توسط روپوش الکترود

(الکترودهاي قلیایي در ۲۴ ساعت کاملاً مرطوب و غیر قابل استفاده میشوند).

الکترود

تأثیر حداکثر شدت جریان مجاز

افزایش شدت جریان جوشکاري = افزایش مقدار رسوب (افزایش راندمان ذوب)

افزایش شدت جریان از مقدار توصیه شده برای هر الکترود= افزایش پاشش ، جرقه ، بوجود آمدن تبخیر مذاب، و همچنین کاهش بازدهي ، ظاهر نامناسب خط جوش

افزایش بیش از حد درجه حرارت در مغزي الکترود = امکان ترك برداشتن و جدایی روکش الکترود از سطح مغزي ، سبب ریزش روکش جامد به درون حوضچة جوش و ماندن سرباره در جوش میشود

شدت جریان مناسب: با توجه به توصیه کارخانه سازنده و جنس و ضخامت روکش ، قطر و طول الکترود تعیین می شود

انواع جريان

انواع جريان در جوشكاري

جريان متناوب (AC)

پاره ای از محاسن جريان متناوب :

•ترانسفورماتورهاي جوشكاري (AC) از دينام هاي جوشكاري و رکتيفايرها (DC) ارزانتر هستند (قيمت اوليه، هزينة نگهداري و تعمير).

•در جوشكاری (AC) وزش قوس وجود ندارد.

•حرارت در قطعه كار و الكترود به طور مساوي توزيع مي شود.

•پاره ای از معايب جريان متناوب :

•امكان تغيير قطب وجود ندارد.

•بعضي از الكترودها را نمي توان با اين جريان جوشكاري كرد.

•قوس در جريان AC ناآرام مي باشد.

انواع جريان

انواع جريان در جوشكاري (ادامه)

جريان مستقيم (DC) :

محاسن جريان مستقيم :

- خطر شوك الكتريكي كمتر است.
- قوس پايدارتر و آرامتر است و پاشش ذرات كم است
- استفاده از انواع الكترودها امكان پذير است.
- امكان تغيير قطب وجود دارد.

عيب جريان مستقيم :

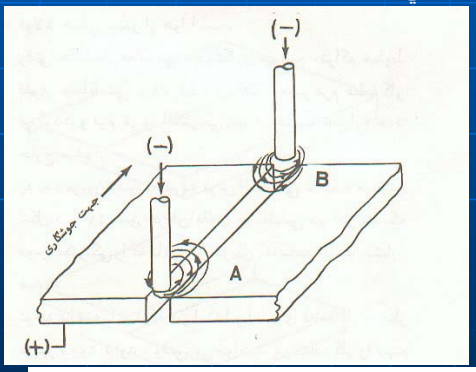
ايجاد پديده وزش قوس يا دمش قوس (انحراف قوس) در گوشه ها

وزش قوس

وزش قوس (Arc Blow) :

حوزه مغناطيسی ايجاد شده بر اثرعبور جريان الكتريكي بصورت دايره هاي متوالي عمود بر مسير عبور جريان برق است.

اگراين حوزة نامتعادل باشد ، قوس منحرف مي شود.



معمولاً در جوشكاري گوشه ها ونزديك محل اتصال كابل، انحراف قوس زياد خواهد بود. در اين مواقع كنترل مذاب مشكل است و جوش نامتعادل است.

وزش قوس

وزش قوس

راه هاي جلوگيري از وزش قوس و كاهش آن :

۱. تغيير دادن محل اتصال كابل به قطعه كار (دور از محل جوشكاري)

۲. در صورت امكان پيچيدن كابل اتصال به اطراف كار و ايجاد حوزة مغناطيس جديدي براى خنثى كردن اثر حوزة مغناطيس قبلي.

۳. استفاده از جريان متناوب به جاي جريان مستقيم.

قطبیت الکترود

قطبیت الکترود

الکترود به قطب منفي= جوشكاري با قطب مستقيم DCSP.

در جوشكاري با قطب مستقيم، مسيرحركت الكترون ها از الكترود به سوي قطعه بوده كه با سرعت به آن برخورد مي كنند. بمباران سطح كار بوسيلة الكترون ها ، سبب افزايش گرما در محل ذوب می شود.
در جوشكاري با قطب مستقيم ۲/۳ گرما در محل درز و ۱/۳ در الكترود بوجود مي آيد . به همين علت نفوذ جوش بيشتر است
موارد استفاده در اكثر حالات و بخصوص جوشكاری قطعات ضخيم است.

قطبیت الکترود

قطبیت الکترود

الکترود به قطب مثبت = جوشكاري با قطب معكوس DCRP.

مسيرحركت الكترون ها از قطعه به سوي الكترود است.۲/۳ حرارت توليد شده در الكترود و ۱/۳ حرارت توليد شده در قطعه كار تقسيم مي شود.

در اين حالت فلز مغز الكترود و نيز گازهاي محافظ كاملاً گرم هستند ، لذا سرعت انتقال فلز مذاب از الكترود به كار سريعتر و يكنواخت تر است.

موارد استفاده:

- جوشكاری قطعات نازک
- در موارد نياز به افزايش سرعت جوشكاري
- الكترودهايي كه روكش آن دير ذوب می شود.

منبع نیرو

کالیبراسیون

منابع نیروباید بطور منظم سرویس شده و در فواصل زمانی مناسب کالیبره شوند تا نسبت به مقادیر خروجی شدت جریان اطمینان حاصل شود.

روش اندازه گیری طول الکترود ذوب شده در یک دقیقه:

با الکترود با نوع و قطر معین، ورق به قطر معینی با شدت جریان مشخصی در یک وضعیت خاص جوشکاری و طول الکترود ذوب شده در یک دقیقه اندازه گیری میشود. با تکرار اینعمل در زمانهای مختلف، و با مقایسه مقادیر اندازه ها می توان از افت شدت جریان مطلع شد. در صورت استهلاک دستگاه شدت جریان خروجی پائین آمده و عقربه ها مقادیر واقعی را نشان نمی دهند و در نتیجه بعلت پائین آمدن حرارت تولید شده، طول الکترود ذوب شده نیزکمتر خواهد بود.

معایب جوشکاری دستی

پاره ای از معایب جوشکاری دستی

- کیفیت جوش شدیدا به مهارت جوشکاربستگی دارد.(بعلت لزوم ثابت نگهداشتن طول قوس و در نتیجه شدت جریان)
- قطع ووصل مداوم جریان جهت دور ریختن ته مانده الکترود مصرف شده و استفاده از الکترود جدید بکرات پیش مي آید.
- قطع و وصل جوشکاری سبب بروز نقطه ضعف در نوار جوش می شود.
- قطع و وصل جوشکاری سبب ضربه زدن به دستگاه جوش و پائین آمدن عمر مفید آن می شود.
- پرت الکترود زیاد است، (بعلت دور ریختن باقیمانده الکترود)
- سرعت کار پایین است.
- در قطعات طویل امکان تاب برداشتن قطعات وجود دارد، (بعلت اختلاف حرارت موجود در دوسرقطعه جوش شده)
- امکان استفاده از شدت جریان بالا برای جوشکاری ورقهای ضخیم کم میشود.

جوشکاری خودکار و نیمه خودکار

نحوه کار:

- در جوشکاری نیمه خودکار حرکت پیش رونده الکترود بسوی درز جوش توسط یک مکانیسم خودکار انجام می شود.
- الکترود بدون روکش وبصورت کلاف (رول) می باشد.
- بجای استفاده ازگیره الکترود، ازتپانچه جوش استفاده می شود. یک سیستم خودکاری با سرعت ثابتی، سیم جوش رابه جلو میراند.
- بجای استفاده از روکش الکترود، از مواد جایگزین که به روی منطقه جوش پاشیده میشوند استفاده میشود.
- در جوشکاری خودکار حرکت طولی الکترود در جهت طول درز توسط یک سیستم متحرک انجام میشود .