

مقدمة وتعريف لألبنية الهيكلية المعدنية

مكونات الهياكل الحديدية وكيفية الربط بينها

مفردات المحاضرة:

1. البناء الهيكلي
2. الهياكل او المنشآت المعدنية
3. عيوب و مميزات الهيكل المعدني
4. أمثلة تطبيقية
5. مكونات الهياكل الحديدية وكيفية الربط بينها
6. المعادن الحديدية
7. انواع المقاطع المستخدمة في الانشاءات الهيكلية الحديدية
8. مكونات الهياكل الحديدية وكيفية الربط بينها

البناء الهيكلي

- يتميز بوجود هيكل حامل من الاعتاب و الاعمدة تقوم بنقل احمال الارضيات و الجدران الى الأسس.
- و تكون هذه الهياكل اما:
 - ❖ خرسانية.
 - ❖ او معدنية (وفق مقاطع و اطوال قياسية).
 - ❖ او مركبة (خرسانية و معدنية)

الهياكل او المنشآت المعدنية

- تعتبر المنشآت المعدنية واحدة من اكثر المنشآت انتشارا حول العالم مذ منتصف القرن التاسع عشر بعد الثورة الصناعية لاسباب تقنية و فنية انشائية و تصميمية بسبب:
 - ❖ طبيعة المعدن الخاصة.
 - ❖ مرونة استخدامه.
 - ❖ سرعة التنفيذ به وما يحمل من خواص فيزيائية و انشائية.

على استخدام المعادن

- لقد مضى أكثر من مئتي عام تقريبا على استخدام المعادن لأول مرة في تشييد الجسور و الابنية متعددة الاستخدامات و منذ ذلك الوقت حتى اليوم ثبتت إمكانية استخدام المعدن في كافة الجمل الانشائية ، ثم بناء تغطيات خاصة و المباني الصناعية وصولا لى مباني طابقية بسيطة.
- في القرن التاسع عشر و نتيجة للتطورات التقنية في مواد البناء والثورة الصناعية فتحت الطريق لعمارة من نوع جديد تماما القرن العشرين و التي ادت إلى تغييرات في النظرة إلى وظيفة المبنى أثناء عملية التصميم و التخطيط وظهر نوعا جديدا من الملاك الذين يحتاجون الى مبنى يخدم الاغراض الصناعية ولا شيء آخر، والفراغ المفتوح للالات في هذا المنعطف التقت الوظيفة و مواد البناء الجديدة.
- ان أول التطورات التقنية التي أدت إلى تغييرات ثورية في التصميم و طرق الانشاء بدأت في هذه الفترة باستخدام حديد الزهر، ثم الحديد المطاوع، ثم الفولاذ ، وكذلك التطورات في المواد الاخرى مثل صناعة الزجاج وغيرها.
- و لقد حققت المواد الحديثة بإمكانياتها العالية رغبة الإنسان في الانطلاق بالمباني الى ارتفاعات عالية، و إذا كانت الخرسانة قد لعبت دورا في ذلك إلا أن المعدن قد كان له الدور الأهم ، ويرجع ذلك إلى:
 - ❖ صغر قطاعات المعدن.
 - ❖ قدرته العالية على تحمل قوى الشد.
 - ❖ و كذلك مساهمته في أن تصبح الجدران المعلفة للهيكل خفيفة الوزن، وخصوصا بالاندماج في عملية الإنشاء على الأنواع المختلفة من المعدن و الزجاج و غيرها.

عيوب و مميزات الهيكل المعدني

العيوب:

1. تظهر العيوب في تكاليف الصيانة في حالة حدوث تلف أو خسارة في أجزاء المبنى، ومشاكل الانبعاج نتيجة الاصطدام بجسم ثقيل، بالإضافة لمشاكل عدم الإستقرار لإمكانية فكها ونقلها لأي مكان آخر وإعادة تركيبها، مما يزيد من احتمالية خسارة أي من أجزائها أو تعرضه للانبعاج.
- 2.
3. تتطلب دقة عالية في التصنيع والتركيب وحاجاتها معدات ثقيلة ذات كفاءة عالية لنقلها وتثبيتها.
4. أيضا سرعة التلف في حالة المواقع ذات الرطوبة العالية والبيئات ذات الملوحة المرتفعة، فيلزم لصيانتها الكشف على الأجزاء المعرضة للجو وطلائها من وقت لآخر بمواد عازلة ومقاومة للصدأ، ومن ثم المحافظة عليها لأطول فترة ممكنة.
5. مقاومة الصلب المستخدم للحرائق ضعيفة خاصة بعد درجة حرارة 500 درجة مئوية وينصهر تماما عند 1200 درجة لذا يجب تغطيته بطبقة مقاومة للحريق كالخرسانة بسمك 3 سم لزيادة قدرته على مقاومة الحريق.

المميزات:

1. سهولة الفك والتركيب، حيث يمكن بسهولة فك بعض الأجزاء والوحدات الموجودة في الإنشاءات المعدنية وإعادة تركيبها في منشآت أخرى، بدون أن يحدث أي تغيير في تركيب تلك المباني سواء كان ذلك أثناء فترة الإنشاء أو بعدها بفترة.
2. ملاحظة التشوهات بوضوح، يمكن ملاحظة أي تشوه يلحق بتلك الإنشاءات بشكل واضح تماما ، والتدخل قبل تفاقم تلك التشوهات، ومعالجتها قبل أن تتعرض تلك المباني للانحيار.
3. قلة تكاليف الإنشاء، تعتمد منشآت معدنية بشكل أساس على الصلب في تكوينها، ولا تستهلك مواد بناء كثيرة مثل المباني الخرسانية، بالإضافة إلى قلة تكاليف نقل هياكل الصلب إلى مواقع البناء، حيث أن الصلب يتميز بخفة وزنه، و يمكن سحبه بكل سهولة.
4. الجودة والدقة، تتميز الإنشاءات المعدنية بجودتها، حيث يتم تصنيع هياكل الصلب في المصانع بكل دقة.
5. طبقات عازلة، يتم تزويد المباني المعدنية بطبقة عازلة للحرارة في فصل الصيف، وطبقة عازلة للماء في فصل الشتاء.
6. القوة والصلابة، ألواح الصلب تمنح تلك المباني القوة التي تمكنها من تحمل ضغط الأجسام الثقيلة عليها، وتحمل الظروف الجوية المتقلبة من رياح وعواصف.
7. سرعة الإنشاء يستغرق إنشاء المباني المعدنية فترة زمنية أقل من المباني الخرسانية، حيث يتم تصنيع ألواح الصلب المكونة منها تلك المباني في المصانع، و يتم تجميعها وتركيبها في مواقع البناء تتخذ بعض المباني أشكال مختلفة كمنشآت معدنية وتعددت استخداماتها أيضا تبعا لطبيعة المبنى و استخدامه، سواء ك مبنى صناعي، تجاري، ترفيهي، منازل سكنية، أو حتى كمظهر جمال مثل برج ايفل المبنى بما قُرب من حوالى 7300 طن من المعادن و يظل هذا النوع من الإنشاءات المُفضل عند التفكير في أقل تكلفة وأسرع وقت لإنشاء المباني.

أمثلة تطبيقية

1- نوع الهيكل المعدني و الاعمدة و الاقواس من الحديد (كنيسة سانت جورج – ليفربول – بريطانيا)



2- نوع الهيكل المعدني من الحديد / بناية متعددة الطوابق مع تغطية معدنية (القصر البلوري – لندن – بريطانيا)



3- نوع الهيكل معدني الحديد و أسلوب استخدام متعدد الطوابق (برج ايفل – باريس – فرنسا)



4- نوع الهيكل معدني الفولاذ و أسلوب استخدام متعدد الطوابق (بنك هونك كونك – الصين)



مكونات الهياكل الحديدية وكيفية الربط بينها

الحديد:

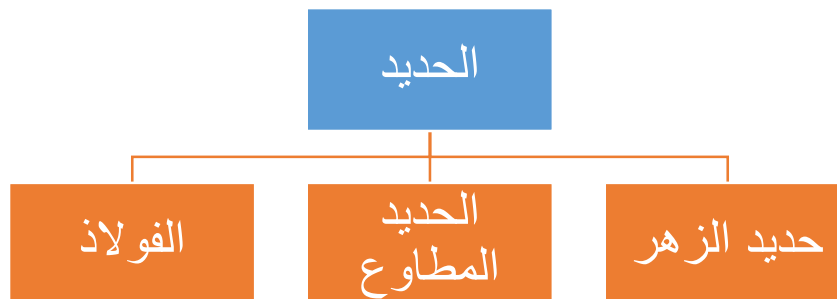
- عنصر كيميائي وفلز ، من أقدم المعادن المكتشفة يرمز له بالرمز Fe و عدده الذري 26 ، يقع الحديد في الجدول الدوري في المجموعة الثامنة والدورة الرابعة ، وهو عنصر ضروري لحياة الإنسان والحيوان كونه يدخل في تركيب خضاب الدم، وكذلك لحياة النباتات كونه يدخل في تركيب

- الكلوروفيل، ويدخل في كل شيء تقريبا. يحتل الحديد المركز الرابع من حيث وجود العناصر في القشرة الأرضية، وهو فلز قابل للطرق والسحب، ويدخل في العديد من الصناعات. تحتوي النيازك الساقطة على الأرض على كميات من الحديد قد تصل إلى 90 % من كتلة النيازك.
- الشبكة البلورية للحديد على هيئة مكعب تتوزع على كل زاوية من زواياه ذرة حديد (ثمانية ذرات)، وتقع تاسعة في مركز المكعب .
- يعد الحديد أقوى الفلزات على الإطلاق وأكثرها أهمية للاغراض الهندسية و الإنشائية شرط حمايته من الصدأ (أي التفاعل مع الأكسجين)
- هناك عدة طرق لحماية الحديد من الصدأ وأبسطها على الإطلاق منع تماس الأوكسجين أو الرطوبة عن الحديد وذلك بتغليف الحديد بمادة عازلة.

مصادر أخرى لفلز الحديد:

- أكاسيد الحديد الناتجة من عمليات معالجة كبريتيد الحديد في المصانع الكيميائية لإنتاج حمض الكبريتيك والمتولدة من أكسدة الكبريت FeS_2 ويحتوي الأوكسيد الناتج نسبة حديد ما بين (55-60%).
- مخلفات نواتج صناعة الألمنيوم من البوكسيت Bauxite حيث يتبقى في نهاية العمليات الصناعية خليط يجوي 30 % حديد.
- باقي عمليات استخلاص النحاس من خاماته وهي تحوي عادة نسبا عالية من الحديد، حيث تحوي الباقي من العمليات حوالي 50 % حديد.
- باقي عمليات استخلاص التيتانيوم وهي تحتوي على نسبة عالية من الحديد تصل إلى 40 %.
- تمتاز هذه المصادر برخص سعرها بالنسبة إلى الخام المستخرج من باطن الأرض استخدامها يمثل طريقة من طرق استغلال نفايات المصانع التي يلزم التخلص منها حفاظا على نظافة البيئة من الملوثات الجامدة.

المعادن الحديدية



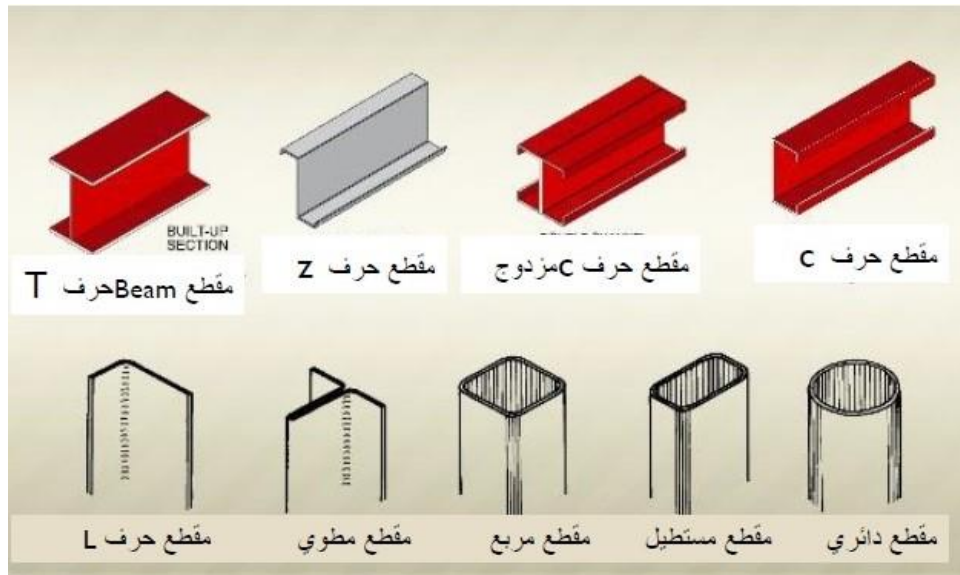
1- حديد الزهر (Cast Iron): يستخدم في صناعة الأدوات التي لا تتعرض للصدمات مثل : أنابيب المياه وأنابيب الغاز وفي مجال الإنشاء فقد اقتصر على بعض العناصر الإنشائية البسيطة لتدعيم المباني الحجرية والخشبية القديمة و المساعدة في تنفيذ بعض الأسقف ذات مجاز أوسع بسبب

خاصية تحمله للضغط الشديد و قلة تحمله للشد، ويمكن صبه و تشكيله ولكنه يصبح قاسيا جدا و قابلا للكسر.

2- الحديد المطاوع (Wrought Iron) (الحديد اللين): ويستخدم في صنع المغناطيس الكهربائي المؤقت المستخدم في الأجهزة الكهربائية وفي مجال الإنشاء و تشييد المباني و اقتصر استخدام الحديد المطاوع على قضبان التسليح المستخدمة في البناء ، حيث عمد إلى تحسين مقاومته على الشد.

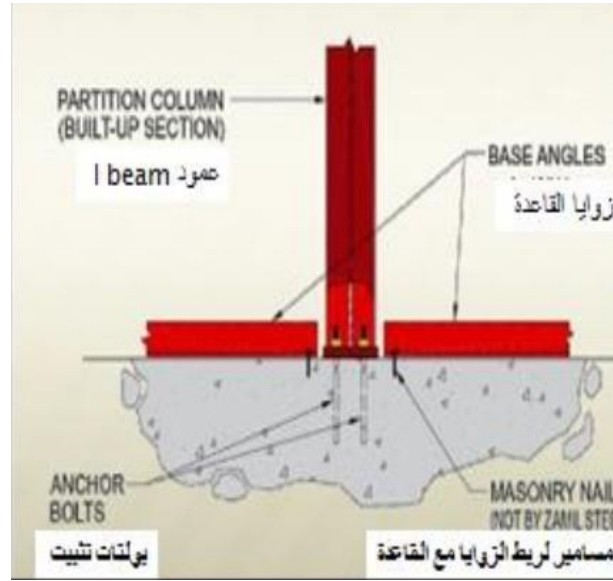
3- الحديد الصلب (Steel) (الفولاذ): يعتبر الفولاذ بأنواعه المختلفة المادة الأساسية في تشييد المباني و المنشآت المعدنية المختلفة لخواصه الإنشائية الفريدة وقد بدأ استخدامه في تشييد المباني و الفراغات المعمارية بعد تطور صناعة الفولاذ.

انواع المقاطع المستخدمة في الانشاءات الهيكلية الحديدية



مكونات الهياكل الحديدية وكيفية الربط بينها

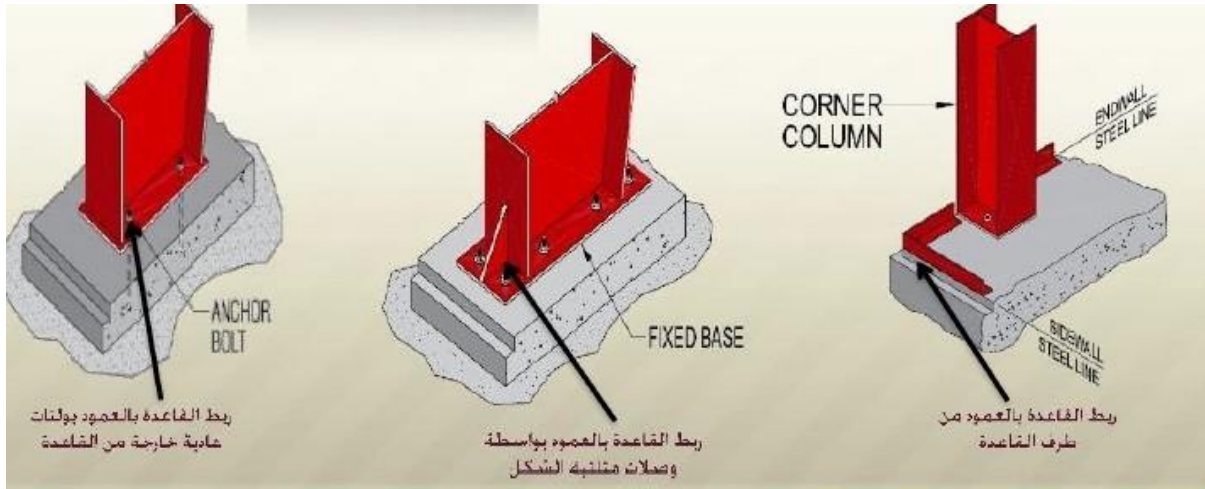
1- القواعد (الاساسات): نظام الاساس في هذه المنشآت هو جزء المنشأ التحتي ويعتبر حلقة الوصل الحرجة في عملية نقل احمال المنشأ الى الارض و يرتكز مباشرة على التربة . ان نظام الاساس يعمل على توزيع الاحمال الرأسية بحيث يكون هبوط المبنى بسيطا و يمكن اهماله او موزعا بشكل منتظم تحت جميع اجزاء المنشأ ويقوم بتثبيت الجزء الفوق للمنشأ ومقاومة قوى الرفع والتدمير نتيجة تأثير الرياح او الهزات الأرضية. ومن اهم العوامل في تحديد نظام اساس المنشأ هو نوع التربة وقوة تحملها التي توزع عليها احمال المنشأ.



طريقة تثبيت القاعدة بالعمود: يجب عمل صية خرسانية حسب نوعية المنشأة و الاعمدة التي ستستخدم فيها. يتم وضع البولتات قبل الصب و التي تكون مثبتة على وصل حديدية لتثبيتها. ثم يتم الصب و تظهر البولتات خارجا لمسافة ثم توضع المونة الاسمنتية قبل وضع وصلة تصفيح حديدية مخرمة (بفتحات) بعدد البولتات الموجودة ثم يتم تثبيتها بعد ذلك، حيث يتم وضع عمود I Beam عليها و تثبت من الأطراف بوصلتين حديديتين او اكثر حسب الطلب و النوع و تكون تلك الوصل (الزواية) على شكل (L) مثبتة بالبولتات بواسطة الفتحات التي في العمود وفي طرفي الوصلتين.



طريقة الربط بين القاعدة والعمود: هناك عدة طرق للربط بين الاعمدة والقواعد اما بالطريقة العادية وهي الربط بالبولتات بوصلة حديدية على شكل L ، او لزيادة عامل الأمان والتنشيت يتم اضافة صفائح مثلثية الشكل والتي تعمل على عدم حدوث التواء للعمود وتختلف طرق ربط العمود في وسط القاعدة او كان في طرفها.



2- الاعمدة: تنقل الاعمدة الاحمال الموثرة على الهيكل الحديدي سواء كانت احمال ميتة (وزن السقف , البلاطات , السلالم , وزن الجسور) او كانت احمال حية (وزن الانسان , الاثاث , الالات) أيضا الاحمال الجانبية مثل الرياح وغيرها تنقلها الى الاسس و يختلف سمك هذه الاعمدة بحسب النقل المسلط عليها و عادة تاخذ الاعمدة شكل I-Beam.

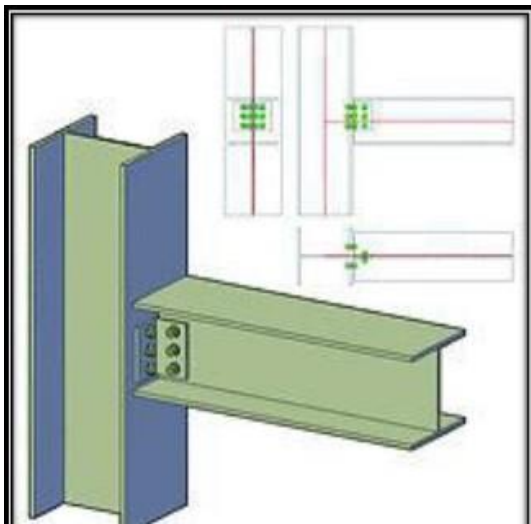
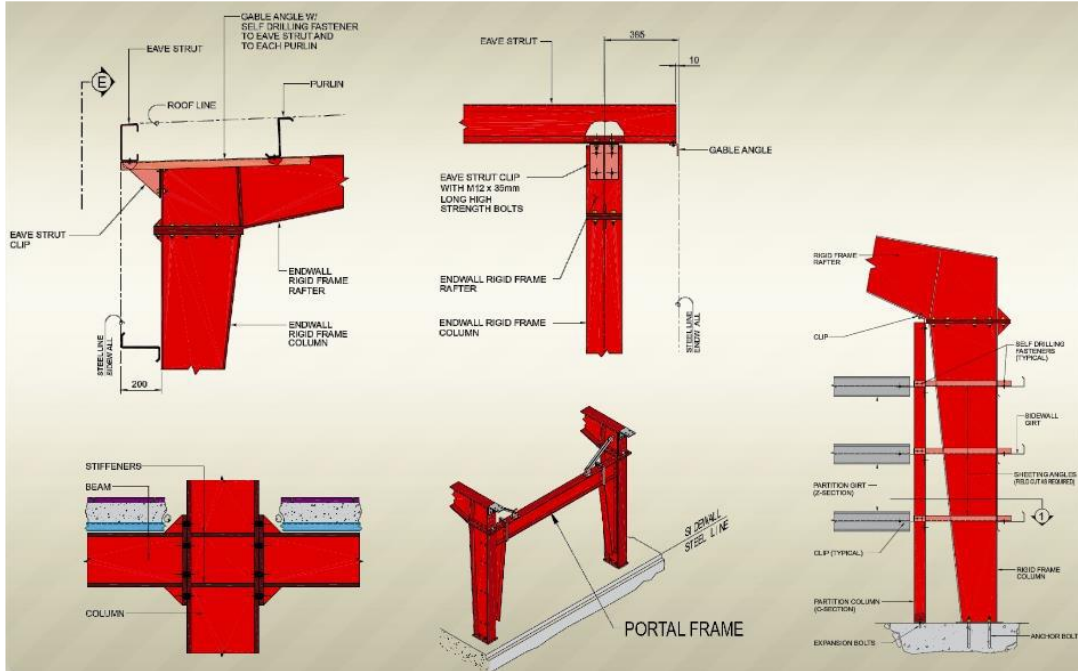


يحدد اختيار الأعمدة في الهياكل الحديدية العوامل التالية:

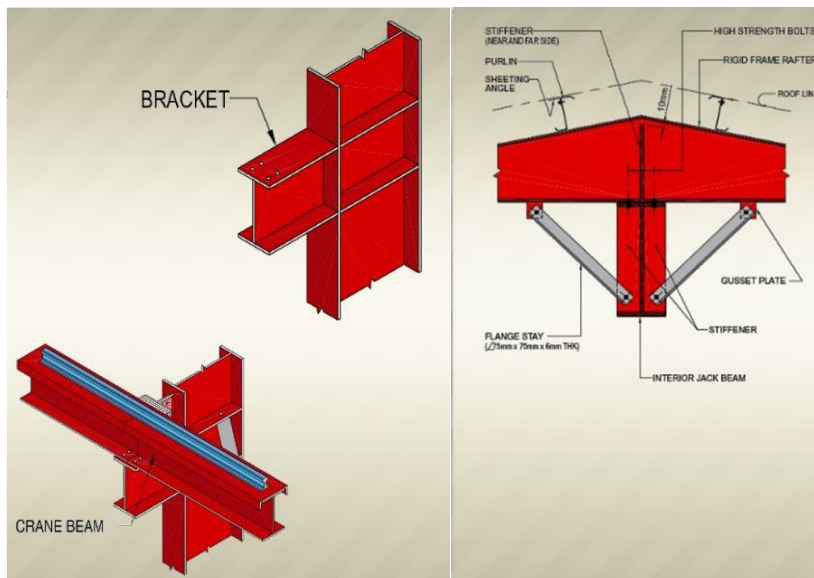
- 1- الغالية المعمارية للمبنى.
- 2- تخطيط و مساحة الأرض.
- 3- الكلفة الاقتصادية (I-Beam) اقل كلفة او اكثر اقتصادية من المقاطع المفرغة.
- 4- سهولة و بساطة الواجهات.

طرق مختلفة لربط الاعمدة بالجسور:

- تختلف طريقة الربط بين الاعمدة والجسور وفقا لحسابات الأحمال و نوعية القوى المختلفة (قص - شد - عزم) .



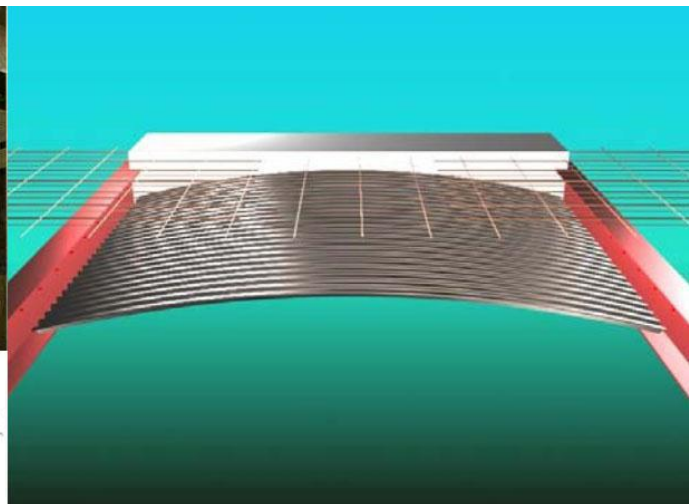
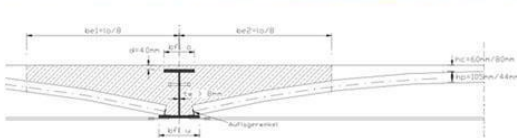
3- الجسور: تحمل الجسور السقف وما عليه من اثقال و توزع الحمل على الاعمدة. تتخذ الجسور عدة اشكال و لها ابعاد و محاور مختلفة حسب نوع الاستخدام و البحور بين الاعمدة فمنها ما يأتي قطعة واحدة و مائل الى جانب واحد و منها على شكل قطعتين و منها ثلاثة قطع، يزداد سمكا في طرفه ليتحمل الاثقال التي تتوزع على الجانبين مما يخفف الاحمال و يتم توزيعها الى الاعمدة و التي بدورها أحيانا تزداد سمكا في الطرف العلوي لاستقبال الاحمال و توزيعها لانه في ذلك الطرف تزداد الاحمال و تخفف كلما ذهبنا الى اسفل العمود.

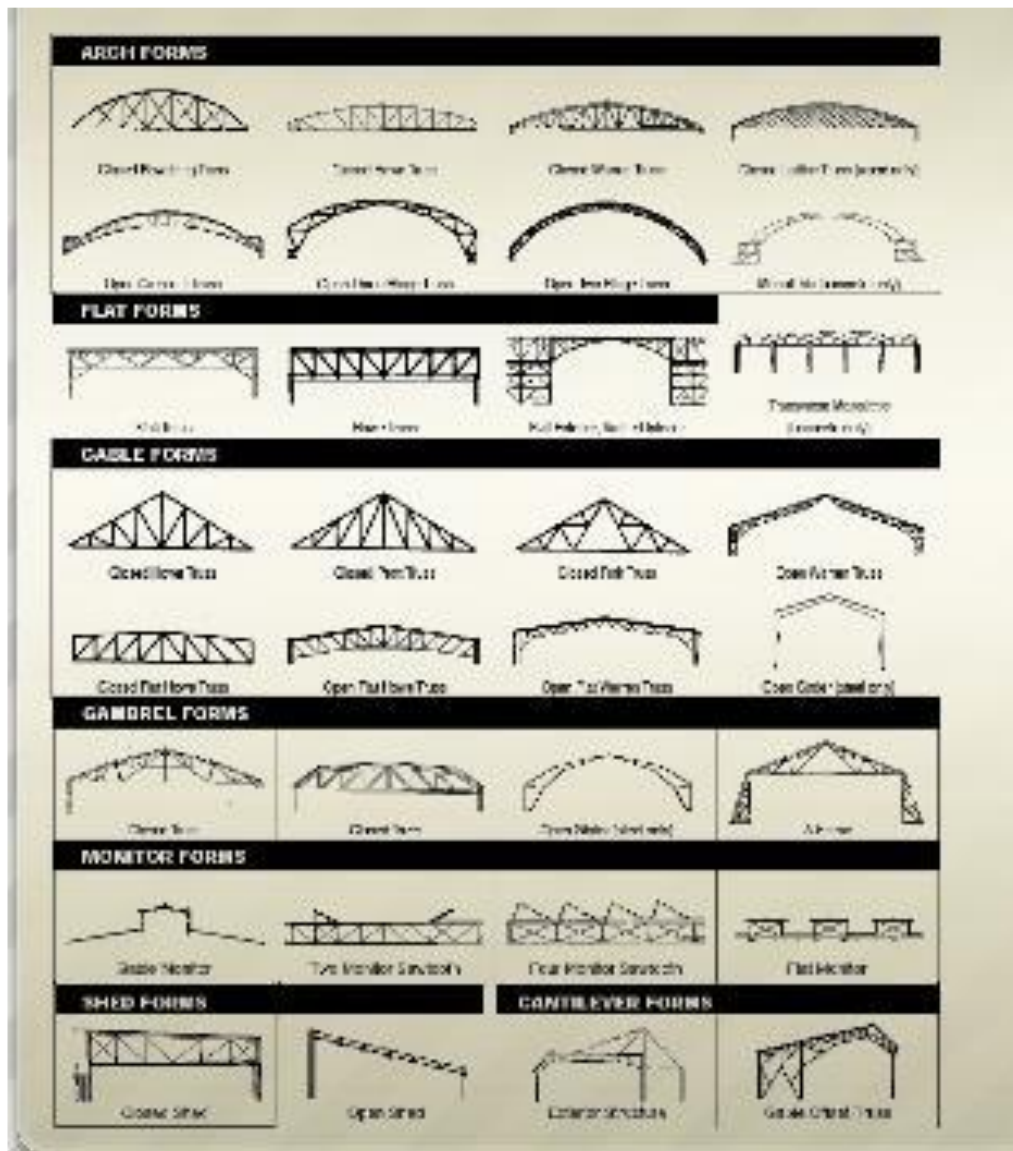




4- الاسطح (Floors) (السقوف):

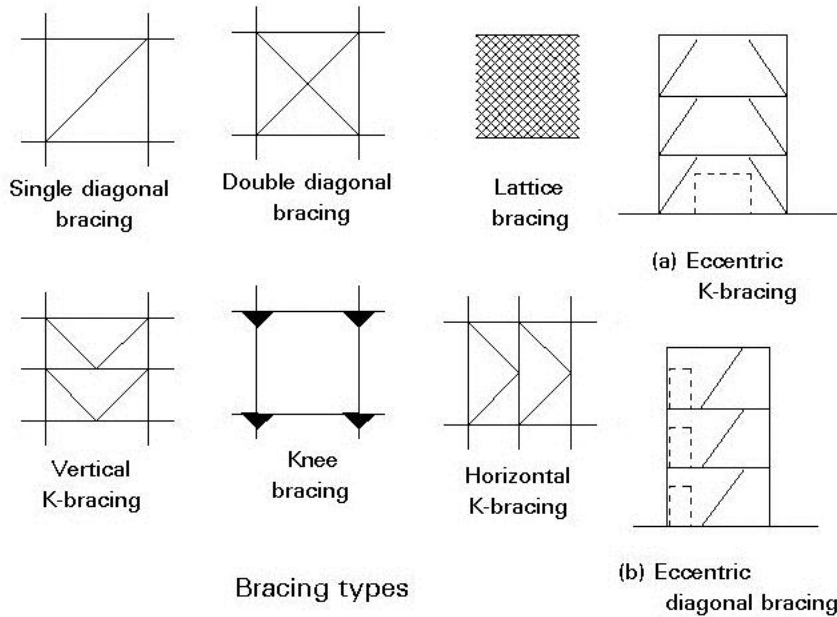
- وظيفتها الانشائية الأساسية هي نقل الحمولات المختلفة الى العناصر الأساسية للمبنى (أعمدة – جسور – عناصر الربط)، و تساهم في صلادة المبنى بشكل عام و ذلك بالعمل كالحجاب الحاجز الذي يزيد في صلادة المبنى بالمستوى الافقي لكل طابق.
- تصمم البلاطات حسب عدد من العوامل أهمها:
 - ❖ الاحمال المطبقة
 - ❖ الأداء الحراري
 - ❖ الأداء السمعي
 - ❖ درجة مقاومة الحريق
 - ❖ متطلبات الخدمات
- زيادة المجازات بين الجسور بعمل انحناءات و تموجات في الالواح المعدنية للارضيات و تثبيتها على شكل قناطر (اقواس)





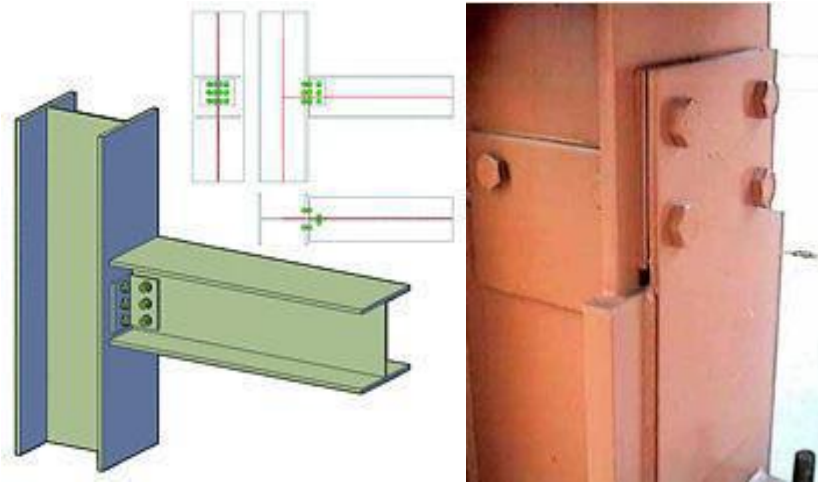
5- المدادات (Bracings) (عناصر التثبيت):

- تستخدم عناصر التثبيت لزيادة صلابة المبنى بشكل عام و مقاومة القوى الافقية التي يتعرض لها المبنى.
- نظام التثبيت (Bracing System): يتالف نظام التثبيت من مقاطع فولاذية مثل مبسطات او زوايا او مقاطع مفرغة و ترتب هذه العناصر لتشكل جسور شبكية و في اغلب الأحيان ترتب العناصر بشكل متصالب لكي تصمم لتحمل قوى الشد فقط.
- يخضع نظام التثبيت الى قوى افقية ناتجة عن عدد من المصادر التالية مثل:
 - 1- احمال الرياح و احمال الروافع التي تؤثر افقيا على المنشأ.
 - 2- احمال ناتجة عن هزات أرضية حيث تكون غالبا افقية مكافئة.
 - 3- قوى ناتجة عن التقييد الجانبي للاعمدة الجسور.
 - 4- قوى افتراضية لتحقيق الاستقرار الجاني للمنشأ.
 - 5- قوى مؤقتة ناتجة عن اعمال التنفيذ.
- يجب ان يمتلك المنشأ الصلابة الكافية ضد الانزياح الجانبي لتؤمن مقاومة قوى الرياح الافقية، و كحد ادنى يجب تصميم المنشأ لمقاومة الاحمال الافقية الافتراضية.
- يجب تأمين عمل اطاري افقي في مستوى الطوابق لينتقل الاحمال الافقية الى نظام التثبيت الشاقولي، فمثلا تنتقل احمال الرياح الافقية بواسطة التغطية الى أرضية الطوابق و منها الى نظام التثبيت الشاقولي و لهذا يجب ان تؤمن التصميم إطارات افقية في مستوى أرضية الطوابق لنتقل هذه الاحمال الى النظام التثبيت الشاقولي.
- عندما تكون ارضيات الطوابق من بلاطات خرسانية لا حاجة لاي إطارات افقية حيث تتصرف كالواح صلبة في مستويات و تفي بغرض نقل الاحمال الافقية الى نظام التثبيت الشاقولي.

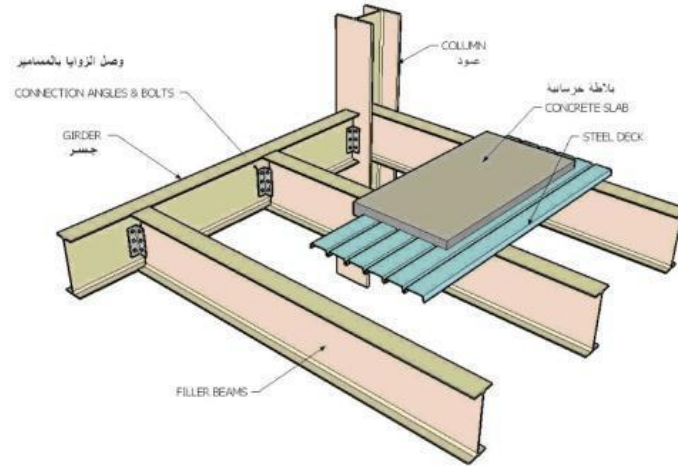


6- الوصلات:

- يعتمد الانشاء بالمعدن على مبدأ بسيط وهو الوصل بين عناصره المختلفة (أعمدة – جسور – عناصر تربيط – قواطع الجدران – الارضيات) و الوظيفة الرئيسية للوصلات هي تحويل القوى بين العناصر المرتبطة، و يجب ان تحقق بنفس الوقت متطلبات التصميم (شكل الوصلات في حال كانت مكشوفة او خارجية).
 - يبذل عادة جهد كبير على اختيار النظام الانشائي الأنسب و على تصميم عناصرها بحيث تحقق الأمان و الاقتصاد دون التحليل الدقيق لوصلات هذه العناصر و هذا ما يثبت ان اغلب حالات انهيار المنشآت الفولاذية ينتج عن خلل في وصلاتها.
 - ولهذا يجب تركيز الانتباه على وصل العناصر الانشائية بعضها ببعض بحيث يتم تأمين الانسجام الكامل مع الفرضيات التي تم تحليل النظام الانشائي وفقها و التي بني تصميم العناصر عليها.
 - تصنف هذه الوصلات خمسة أصناف:
- 1- وصلات الاعمدة (Column Splices): توصل الاعمدة مع بعضها لكون الأجزاء المكونة للاعمدة تورد الى الموقع باطوال تصل في بعض الأحيان الى 20 م و ذلك لتسهيل عملية الانشاء و هذا التوريد وفقا لنوع المنتج و ظروف التنفيذ و ارتفاع المبنى و غيرها.
 - 2- وصلات الاعمدة بالجسور (Beam-to-column Connection): تختلف نوع الوصلة وطرق تثبيتها وفقا لحسابات الاحمال و نوعية القوى المختلفة (قص – شد – عزم)



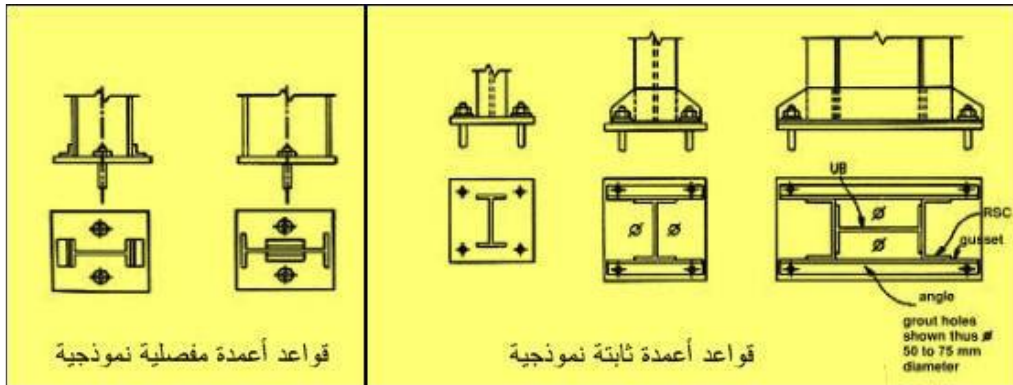
- 3- وصلات الجسور مع الجسور (Beam-To-Beam Connection): هذه الوصلات يجب ان تفي بالغرض المصممة على أساسه، من نوع الاجهادات و الاحمال المنقولة عن طريقها و يستخدم في هذه الوصلات المسامير العادية و يشترك معه اللحام كذلك في بعض الوصلات.

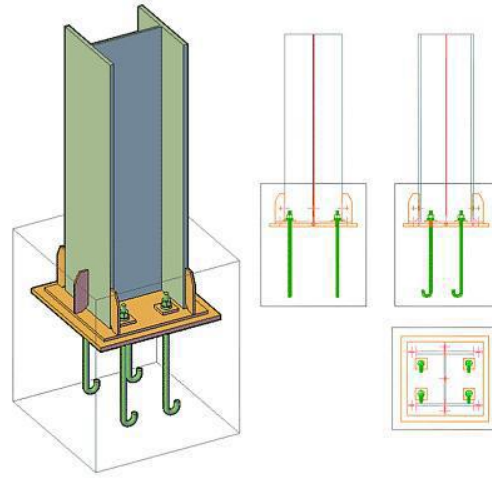


4- وصلات القواعد (Bases Connection): صفيحة القاعدة هي صفيحة فولاذية تثبت باللحام في اسفل العمود لتوزع الاحمال من العمود الى الأساس الخرساني و تثبت بالأساس بواسطة براغي تثبيت تتحمل القص و أي قوى شد تنشأ بين الصفيحة و الأساس الخرساني نتيجة العزم في اسفل العمود عندما تكون صفيحة القاعدة صغيرة و كذلك براغي التثبيت لا تنشأ إعاقة ملموسة لحركة اسفل العمود الدورانية و يعتبر عندها استناد العمود مفصليا، و العكس تسمى القاعدة ثابتة (وثاق).

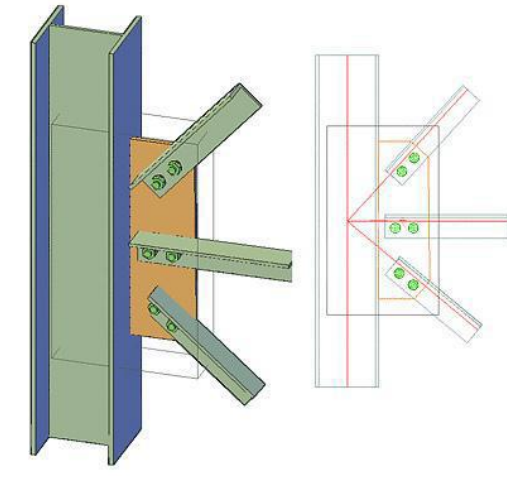
تستخدم القواعد المفصلية في الإطارات البابية و الأبنية متعددة الطوابق.

و تستخدم القواعد الثابتة بشكل رئيسي في الإطارات البابية و الأبنية متعددة الطوابق المنخفضة و خاصة ذات العقد الصلبة.





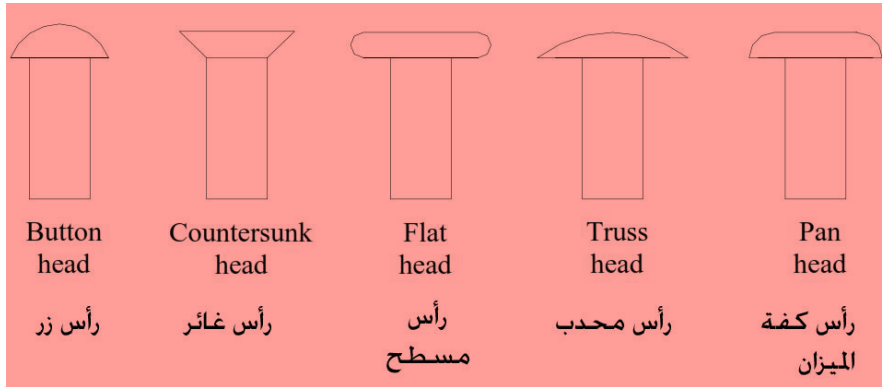
5- وصلات التبريط (Braced Connection)

وسائل ربط الوصلات:

المنشأ عبارة عن مجموعة من الأجزاء المركبة موصولة فيما بينها بواسطة وسائل وصل (ربط) وفي حالة استعمال وصلات غير ملائمة فانها تؤثر سلبيا على المنشأ اذ يكون غير قادر على نقل الاحمال المطبقة على هذه الأجزاء، و وسائل الوصل الأكثر استعمالا هي:

1- وصلات البراشيم (Riveted Connections): تصنع مسامير البراشيم من اسياخ الحديد الطري المطاوع (Mild Steel) و يتكون مسمار البراشيم من الراس (Head) و الجذع (Shank).

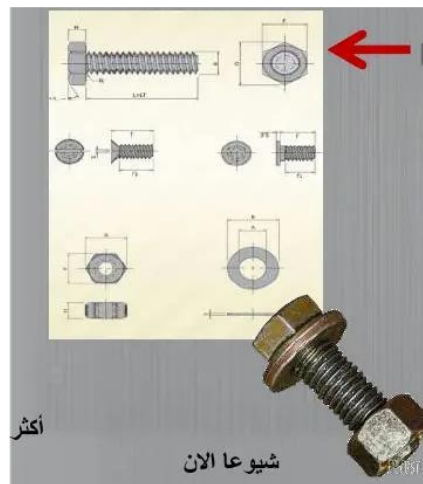
تنجز مسامير البراشيم من الاسياخ عن طريق الة حيث تشكل الراس وتقطع قطر الجذع، و على العموم فالراس يكون على عدة اشكال كما في الشكل التالي:



و نوع البرشام الشائع الاستعمال هة ذات القصبه و الراس الكروي، حيث يتم تسخين البرشام حتى يحمر معدنه ثم يدخل في الثقب المجهز في لحي الحديد قصبه البرشام المسخنة حتى يظهر من الجهة الأخرى للوحيين المذكورين فبينما الراس الكروي للبرشام في موضعها يدق على قصبه البرشام الخارجية من جهة لحي الحديد الاخر بالمطرقة ليشكل منها راس كزاوية مماثلة للآخرى و الربط بالبرشام يحدث ربطا محكما لقطاعات الحديد نظرا لملء فراغ الثقب بالبرشام اثناء تسخين معدنه و عند برودته ينكمش معدنه و يحدث الربط المحكم بينهم.

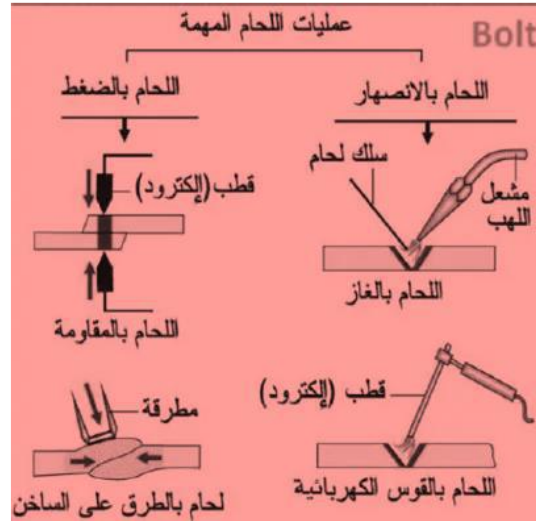
2- وصلات البراغي (Bolted Connections): يتكون مسمار القلاووظ (البرغي) من جزء اسطواني يسمى الساق (Shank) متصل بالراس (Head) نهاية جزء البرغي مسننة تسمى اسنان (Threads) و تدور بها صامولة (Nut)، يمكن ان يكون الراس و الصامولة مربعة او مسدسة ويمكن ان يحتوي على وردة (Washer) لحماية الأعضاء اثناء الربط.

يدخل قصبه المسمار في الثقوب المجهزة بقطاعات الحديد المراد ربطها نهاية قصبه المسمار الربط بالصامولة الخاصة به ثم يحكم الربط عليها.

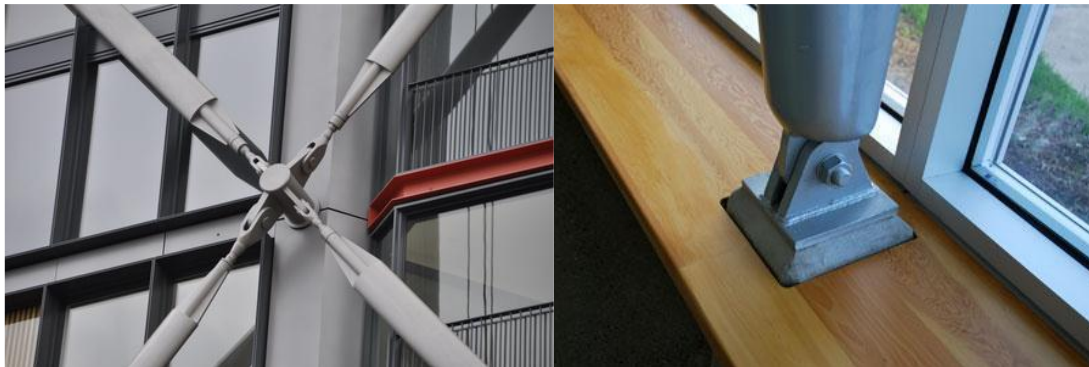


3- وصلات اللحام (Welded Connections): اللحام هو عملية وصل أجزاء من الفولاذ عند درجة حرارة الانصهار (Molten State) دون اللجوء الى أي ضغط ميكانيكي فاجزاء الفولاذ المراد لحامها يتم انصهارها بواسطة قوس كهربائي (Arc Electric) او لهب الاوكسجين و الاستلين

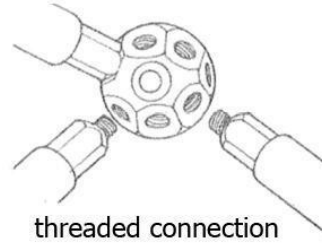
(Oxyacetylene Flame) مع وجود سيخ اللحام (Weld Red) و التي بدورها تعمل كمادة لاصقة ن الفولاذ بالنسبة الى الأجزاء المراد لحامها. من مشاكل اللحام صعوبة اجراء عملية الاستبدال او الصيانة لكونها تحتاج الى قطع، وفي حالة تكرار اللحام يحدث ضعف للمعدن و تغيير للخواص مما يسبب خطورة اللحام او الربط بالمسامير مكملا ن لبعضهم البعض.



4- وصلات مفصلية مسمارية (Pin Connections): هي وصلات كمفصل ملتف، يحول قوى القص الى قوى محورية حيث لا تعمل الوصلة لمقاومة الانحناء او عزم (قوى عوم قتل). ويتناسب حجم الوصلة مع مقدار قوى القص الناتجة عن الاحمال التي يتعرض لها غير صحيح، فغالبا ما يسمح هذا النوع من الوصلات الى تبسيط عملية الانشاء بالسماح لبعض الاختلافات الطفيفة في زوايا بعض العناصر المشكلة لانشائية المبنى، فليس من الضروري ان يكون الاتصال صلبا و ثابتا، فالوظيفة الواضحة للوصلات المسمارية تجعل من ربط العناصر بسيطا جدا و تعطي مرونة في التصميم.

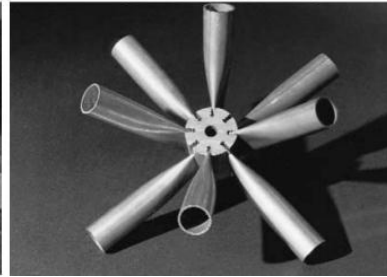
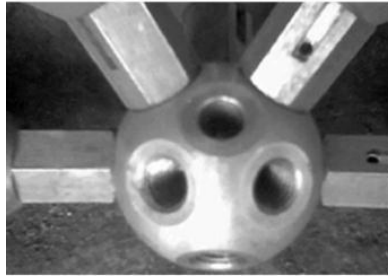
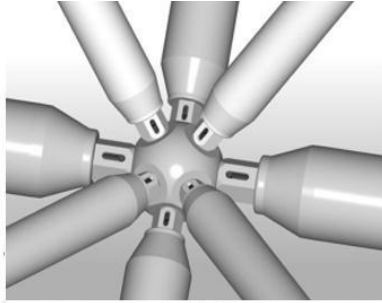


5- وصلات اللولب (Threaded Connections): هذه الوصلات تجعل الاحمال غير مركزية و تصبح جميع العناصر المرتبطة بالعقدة تخضع لقوى محورية فقط، و استخدمت في الأبنية الصناعية و قاعات الاجتماعات و القبة المعدنية و التغطيات الخاصة الكبيرة و كذلك في ربط عناصر الجملونات الفراغية.

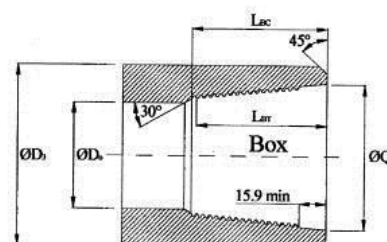
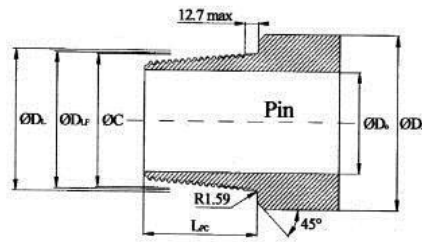
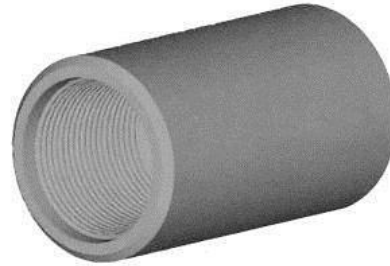
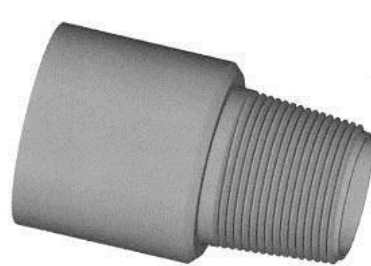


threaded connection

وصلات عن طريق اللولب



6- وصلات المسنن الداخلي و الخارجي (Pin-Box Connections): غالبا ما تكون عبارة عن بواربي تتصل ببعضها البعض عن طريق مسنن داخلي من طرف للعنصر الأول و مسنن خارجي من الطرف الاخر للعنصر الثاني، لها مقاومة جيدة لقوى الشد و تستخدم عادة في وصل العناصر المشدودة.



7- الواح الاسقف والواجهات

8- التهوية والاضاءة

9- تصريف المياه

10- السلالم

11- الابواب

12- النوافذ