

إنشاءات معدنية

المنشآت الفولاذية

الوحدة الثانية: المنشآت الفولاذية

الجدارة : معرفة أنواع المنشآت الفولاذية و مميزات و عيوب المنشآت الفولاذية و كذلك أنواع الأحمال على المنشآت الفولاذية.

الأهداف :

عندما تكتمل دراسة هذه الوحدة تكون قادراً (بإذن الله) على أن:

- تتعرف على أنواع المنشآت الفولاذية.
- تتعرف على مميزات المنشآت الفولاذية.
- تتعرف على عيوب المنشآت الفولاذية.
- تتعرف على أنواع الأحمال على المنشآت الفولاذية.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل أداء المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 100٪.

الوقت المتوقع للوحدة:

ساعتان

الوسائل المساعدة :

- مبادئ خواص المواد الهندسية.
- أساسيات مقاومة المواد.

متطلبات الجدارة:

اجتياز حقيبة ستاتيكا.

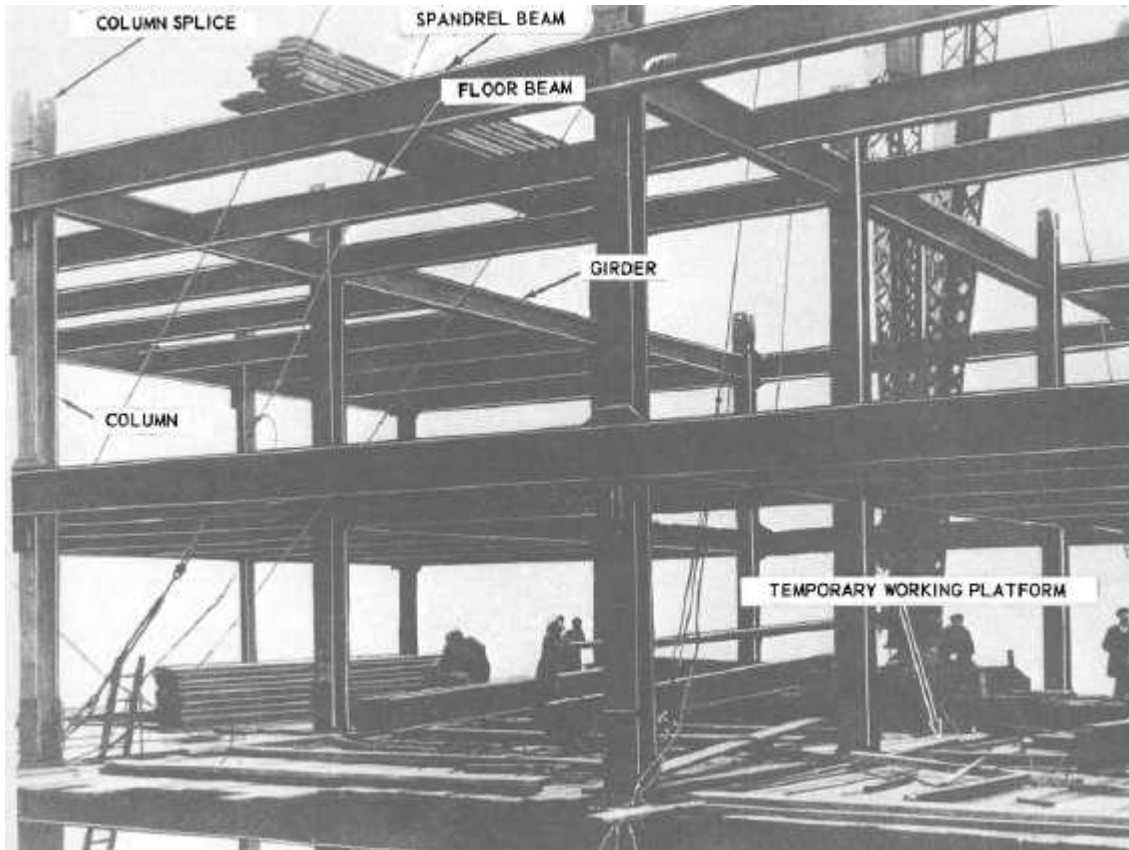
المنشآت الفولاذية

١. أنواع المنشآت الفولاذية

يمكن تقسيم المنشآت الفولاذية إلى نوعين رئيسيين من المنشآت :

أ- المنشآت الهيكلية

و هي المنشآت ذات الأعضاء الإنشائية (الشكل 2.1) المكونة من بلاطات و كمرات و أعمدة أو الشبكيات مثل المباني و الكباري و الأبراج و في هذا النوع من الإنشاء تقوم الأعضاء الإنشائية بمقاومة الأحمال و نقلها إلى الأعضاء الإنشائية الأخرى و توجد أعضاء أخرى لتغطية الأسقف.



الشكل ٢,١ : منشأ هيكلي

- وصلات الأعمدة Column Splices

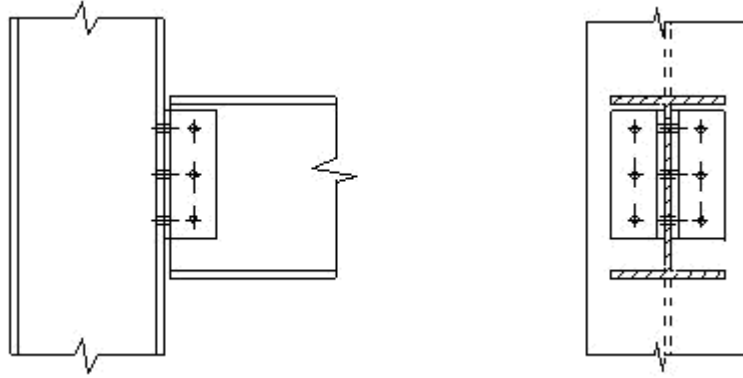
تورد الأجزاء المكونة للأعمدة إلى الموقع بأطوال تصل في بعض الأحيان إلى ٢٠ متراً وذلك لتسهيل عملية الإنشاء و يتم هذا التوريد وفقاً لنوع الإنتاج ، و ظروف التنفيذ و ارتفاع المبنى وغيرها. و الشكل ٢,٢ يوضح بعض طرق عمل الوصلات للأعمدة.



الشكل ٢.٢ : وصلة عمود عن طريق مسامير Bolted Column Splice

- وصلات الأعمدة بالكمرات beam-to-column connection

تختلف نوع الوصلة ، و طرق تثبيتها المختلفة وفقاً لحسابات الأحمال و نوعية القوى المختلفة (قص أو شد أو عزوم) . الشكل ٢,٣ يبين نموذجاً لوصلة عمود بكمر.



الشكل ٢.٣ : وصلة عمود بكمره Beam to Column Connections

ب- المنشآت القشرية:

و هي المنشآت القشرية المكونة من ألواح (الشكل 2.4) مثل الأسقف القشرية، و القباب، و الصهاريج، و الصوامع و الطائرات و البواخر. و تقوم الألواح بمقاومة الأحمال بالإضافة إلى استخدامها كمادة لتغطية الأسقف.



الشكل ٢,٤ : منشأ قشري

٢. مميزات المنشآت الفولاذية Steel structures characteristics

تمتاز المنشآت الفولاذية بالموصفات التالية:

- لا تحتاج إلى شدات خشبية أو أية مواد تستهلك أثناء التنفيذ مما يوفر في تكلفة الإنشاء.
- الفولاذ مادة متجانسة مما يسهل التحكم في خواصها و في تكوينها الكيميائي و هي ميزة لا تتمتع بها مواد الإنشاء الأخرى.
- الصلب ذو قدرة عالية لتحمل الإجهادات في الشد و الضغط مما يوفر في المواد و بالتالي في الأوزان و التكاليف.
- السرعة في الإنشاء حيث يتم تصنيع أجزاء المنشأ في الورشة و يتم تجميعها و تركيبها في موقع الإنشاء و يمكن التصنيع في عدة ورش.
- دقة التصنيع حيث يمكن التحكم في جودة عملية التصنيع في الورش.
- يمكن فك المنشأ و إعادة تركيبه في موقع آخر.
- يمكن إجراء تعديلات في المنشآت الفولاذية أثناء الإنشاء أو بعده بسهولة و دون اللجوء إلى هدم المبنى كحالة الإنشاءات الخرسانية.
- يمكن القيام بتقوية بعض العناصر الإنشائية الفولاذية و ذلك بإضافة أعضاء جديدة للقطاعات بسهولة.
- الصلب له قابلية للاستطالة Ductility حيث في حدود 20% يمكن ملاحظة التشوه والتشكل قبل حدوث الانهيار.
- حد المرونة Elastic Limit للفولاذ عال نسبيا بمقارنته بالمواد الأخرى بحيث يمكن تطبيق نظريات المرونة عليه بدون تجاوزات و التي تعرف بما يسمى (بقانون هوك).
- الفولاذ قابل للنقل مما يجعل طرق نقله بسيطة و غير مكلفة.

٣. عيوب المنشآت الفولاذية:

تتلخص عيوب استعمال الصلب فيما يلي :

- قابلية الفولاذ للصدأ في الجو الرطب أو المشبع بالأملاح أو الأحماض و يلزم لصيانته الكشف على الأجزاء المعرضة للجو و تنظيفها و إعادة طلائها بمادة غير قابلة للصدأ من حين إلى آخر.

- مقاومة الفولاذ للحرائق ضعيفة خصوصا بعد ٥٠٠ درجة مئوية و يسيل تماما عند درجة ١٢٠٠ درجة مئوية لذا يجب تغطيته بطبقة عازلة مقاومة للحرائق كالخرسانة بسمك حوالي ٣ سم لزيادة قدرة الفولاذ على مقاومة الحرائق.

٤. أنواع الأحمال على المنشآت الفولاذية

تعتبر أهم و أصعب مهمة يواجهها المهندس الإنشائي هي حساب الأحمال التي تؤثر على المنشأ خلال مدة حياته. فبعد تحديد الأحمال تأتي الخطوة الثانية وهي الجمع لأسوأ الاحتمالات الممكنة لهذه الأحمال و التي بإمكانها أن تحدث في نفس الوقت و كذلك جملة من التحليل الإنشائي ثم التصميم.

• الأحمال الميتة Dead Loads

الأحمال الميتة هي أحمال غير متحركة ثابتة في مكانها و كذلك تبقى في موضع واحد و تعبر عن وزن المنشأ الذاتي. و تتكون من وزن الجمالون و الأجزاء الفولاذية الأخرى كالمدادات والأربطة و أغطية الأسقف و الحوائط و البلاطاتإلخ. و لتصميم أي إنشاء لا بد من احتساب الأحمال الميتة و كذلك الحية و الرياح و غيرها لمختلف الأجزاء قبل استعمال أي تحليل إنشائي.

• الأحمال الحية Live Loads

الأحمال الحية هي الأحمال التي يمكنها أن تغير موضعها و مقدارها. وببساطة فإن الأحمال التي ليست ميتة هي أحمال حية. فالأحمال الحية التي تتحرك تحت قدرتها الذاتية تسمى الأحمال المتحركة (Moving Loads) و تشمل على سبيل المثال الأشخاص، و الاوناش (Cranes) بينما الأحمال التي بإمكانها أن تنتقل تسمى أحمال متقلة (Movable Loads) كالتجهيزات، و مخزن بضائع، و ثلج ...إلخ. وأحمال أخرى تشمل التي أحدثت عن طريق الأحمال الإنشائية، و الرياح، و الأمطار، و الزلازل، و الانفجارات، و التغيرات في درجة الحرارة. و الجدول التالي يبين بعض قيم الأحمال الحية:

١٢٠٠٠ N/m ²	المصانع
١٩٠٠ N/m ²	المكاتب

• أحمال الثلوج Snow Loads

في البلدان التي تتساقط بها الثلوج بكثرة يؤخذ بعين الاعتبار الثلج في أي تصميم إنشائي. و الملاحظ أن أحمال الثلج تعتمد بالدرجة الاولى على ميل (زاوية الانحدار) السقف و بدرجة أقل على طبيعة مساحة السقف. حيث إن الثلج له قابلية الانزلاق على الأسقف ذات الميول. فالثلج باختصار عبارة عن حمل متغير بإمكانه تغطية سقف بأكمله أو جزء منه فقط. و الجدول (2.1) يبين قيم كثافة حمل الثلج تبعاً لدرجة ميل السقف (α).

الجدول 2.1: قيم كثافة حمل الثلج تبعاً لدرجة ميل السقف (α).

زاوية الميل α°	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	أكثر من ٦٠
كثافة الحمل Kg / m^2	٧٥	٦٥	٥٥	٤٥	٣٥	صفر

• أحمال الرياح Wind Loads

قيم أحمال الرياح تتغير حسب المواقع الجغرافية ، و الارتفاعات فوق سطح الأرض ، و أنواع التربة المحيطة بالمباني، بما في ذلك المنشآت المجاورة ، و عوامل أخرى. و يمكن حساب ضغط الرياح بالمعادلة التالية:

$$q = C \cdot V^2$$

حيث إن:

q - ضغط الرياح بـ (Kg/m^2)

C - معامل يسمى معامل الشكل (Shape Coefficient) ويتوقف على وحدة وزن الهواء التسارع الأرضي.

V - سرعة الرياح بـ (m/s)

الشكل (2.3) و الشكل (2.4) يبينان كلاً من ضغط الرياح بدلالة ميل السقف و ضغط الهواء بدلالة الارتفاع على التوالي.

وضغط الريح الرأسى يتوقف على ارتفاع المبنى من سطح الأرض و حددت المواصفات قيمة q على السطح المواجه للريح كالتالى :

- 75 Kg/m^2 إذا كان ارتفاع المنشأ أقل من 20 مترا
- 100 Kg/m^2 إذا كان ارتفاع المنشأ بين 20 - 100 مترا
- 125 Kg/m^2 إذا كان ارتفاع المنشأ أكبر من 100 مترا

و يتوقف ضغط الريح العمودي على الأسطح (P_w) على سطح المنشآت على شكل المبنى و زاوية ميل السقف مع الأفقى.

$$P_w = C_1 \cdot q$$

و يتوقف الثابت C_1 على زاوية ميل السقف فإذا كانت زاوية السقف المواجهة للريح هي α فإن :

$$C = 1.2 \sin \alpha - 0.4$$

للمباني

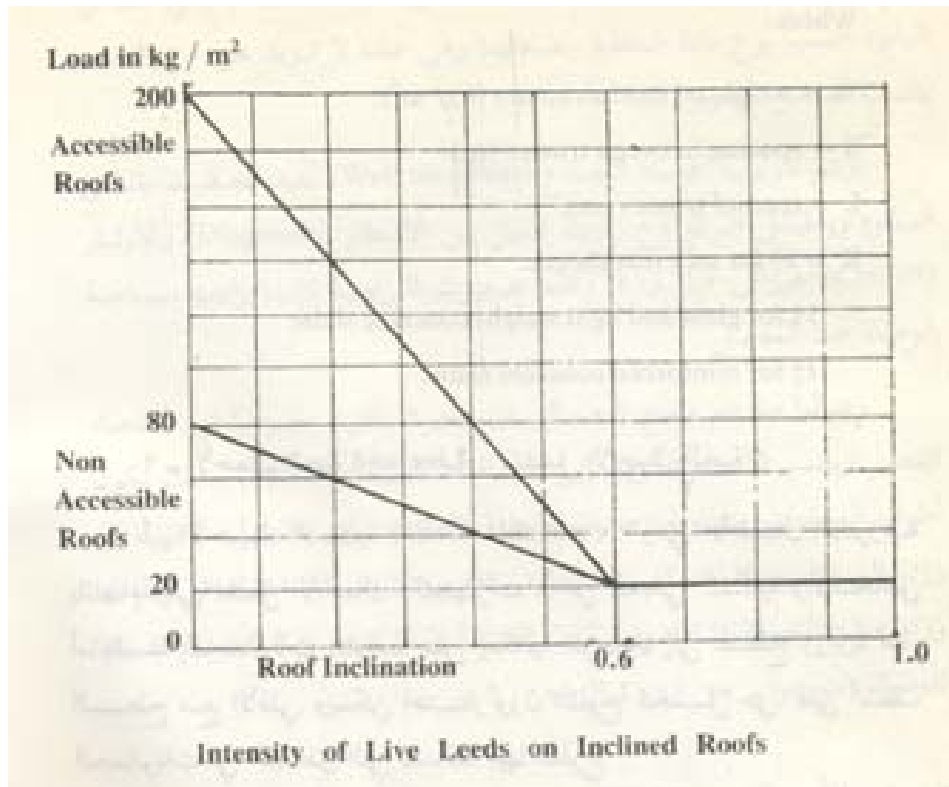
$$C = 1.6 \sin \alpha - 0.4$$

للأبراج

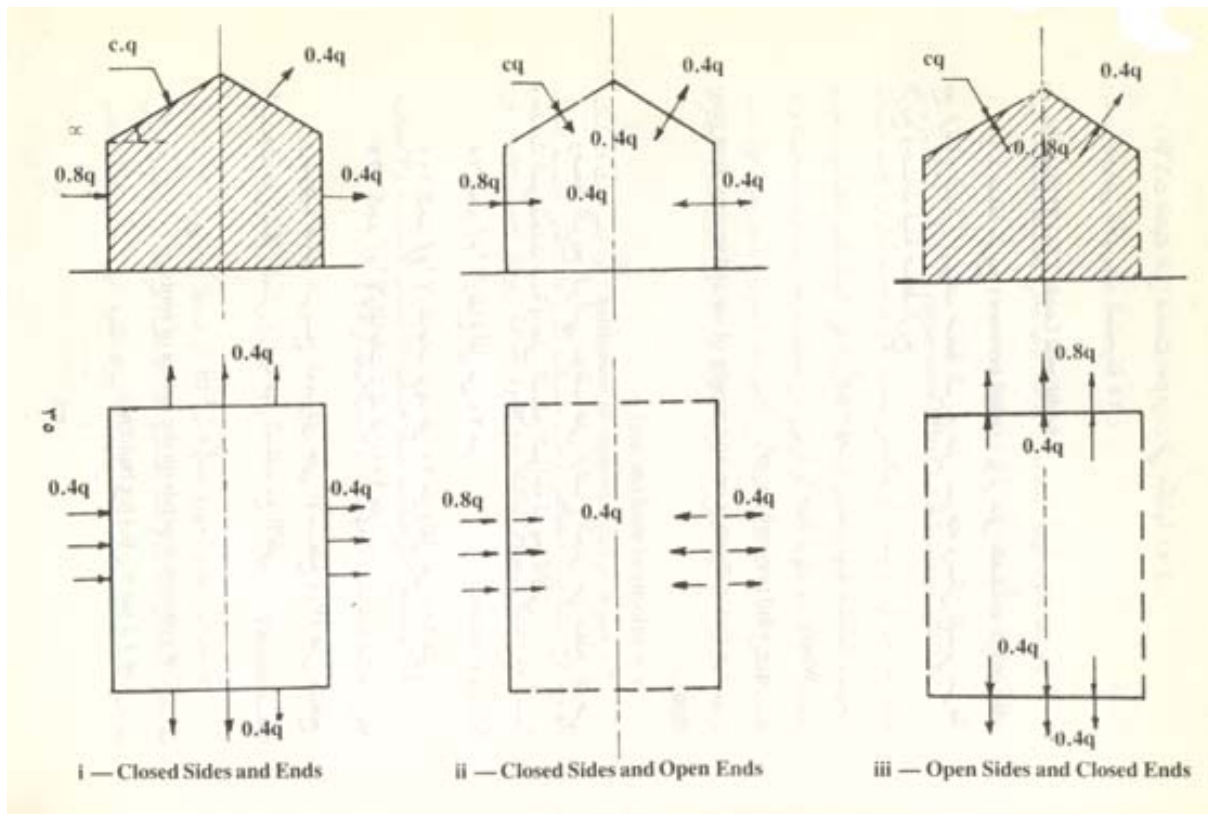
$$C = -0.4 \text{ (ماصا)}$$

وإذا كان السطح تحت الريح فإن

و تدل القيمة الموجبة للمعامل C على أن القوة ضاغطة (Pressure) بينما تدل القيمة السالبة على أن القوة ماصة (Suction) .

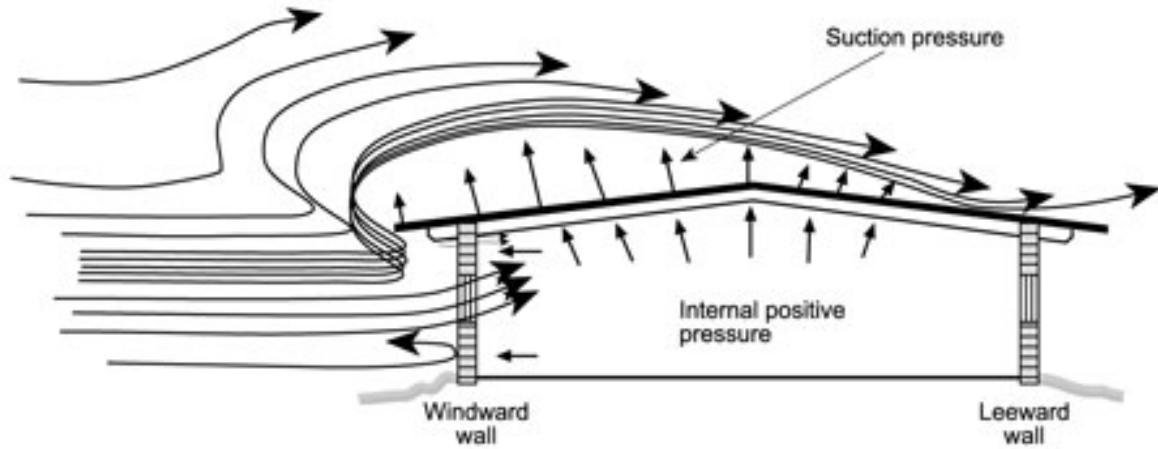


الشكل 2.3 : ضغط الريح بدلالة ميل السقف



الشكل 2.4 : ضغط الهواء بدلالة الارتفاع

الشكل (2.5) يبين توزيع ضغط الرياح على شكل المبنى.



الشكل 2.5 : الرياح يحدث مصاً للمبنى

● أحمال الزلازل Earthquake Loading

الزلازل تحدث حمولة على المنشأ من خلال تفاعل حركة الأرض مع تجاوب خواص المنشأ فهذه الحمولة تحدث تشوهاً للمنشأ تحت تأثير حركة الأرض و المقاومة الجانبية. و مقدار الحمولة يتوقف على كمية و نوع تسارع الأرض و كذلك على كتلة (Mass) و صلابة (Stiffness) المنشأ.

وفي حالة الإنشاءات الصغيرة يمكن تطبيق التحليل الإستاتيكي في تصميم الزلازل عوضاً عن التحليل الديناميكي. و هذه الطريقة تقرب الأحمال الديناميكية بواسطة مجموعة من القوى الإستاتيكية مطبقة خارجياً و تكون جانبية (أفقية) على المنشأ و تستخدم لتحديد القص القاعدي داخل الأعمدة والذي يرمز له بالرمز V و الممثل بالمعادلة التالية:

$$V = Z.I.K.C.S.W$$

حيث إن:

-Z معامل مرتبط بمنطقة الزلزال

-I معامل يتوقف على نوع المنشأ

-K معامل مرتبط بنوع هيكل المنشأ

-C خاصية الاهتزاز

-S نوع التربة السائدة

-W كتلة التربة

• أحمال المرور بالنسبة للجسور Traffic Loads for Bridges

الجسور معرضة لسلسلة من الأحمال المركزة ذات قيم مختلفة تسببها مجموعة من دواليب أو عجلات القطارات.

• أحمال الصدم Impact Loads

أحمال الصدم تسببها أحمال الاهتزازات المتحركة أو المتحركة. من الواضح أن إسقاط صندوق شحن على أرضية مستودع تسبب قوى أكبر من التي كانت ستتشأ لو أن الأحمال طبقت بطريقة تدريجية. فأحمال الصدم هي عبارة عن الفرق بين قيمة الأحمال المتسببة في الوقت الحالي وقيمة الأحمال التي كانت سابقاً أحمالاً ميتة.

- احتمالات الأحمال Combination of Loads

الأحمال المختلفة المذكورة سابقاً لا تحدث كلها غالباً في آن واحد ولكن هناك بعض الاحتمالات لحدوثها.