Steel Structures 1
Sem. 2
2024-2023

أ.د. نايل محمد حسن

- ✓ المحاضرة الأولى: مفاهيم أساسية
- ✓ المحاضرة الثانية: مدخل إلى المنشآت الفولاذية
- ✓ المحاضرة الثالثة: العناصر الخاضعة للشد المركزي
- ✓ المحاضرة الرابعة: أمثلة عملية

المحاضرة الخامسة: العناصر الخاضعة للضغط المركزي

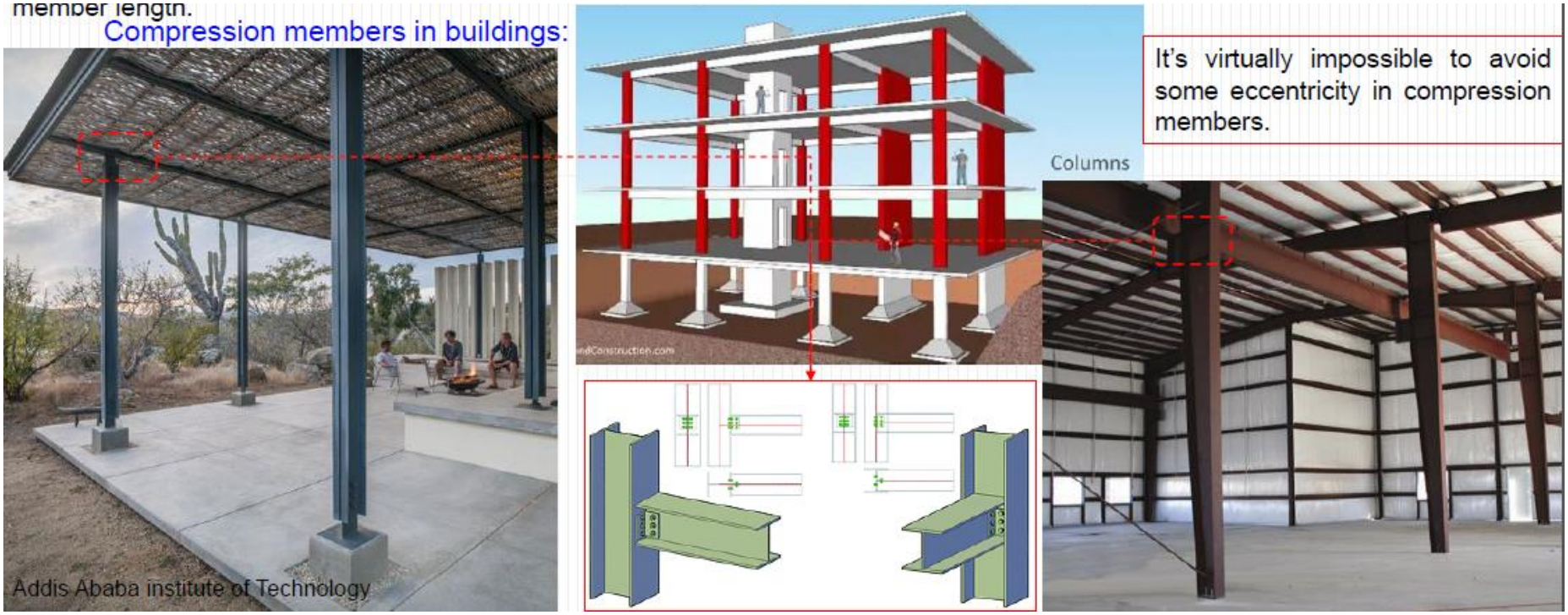
المحاضرة الخامسة:

-العناصر الخاضعة للضغط المركزي

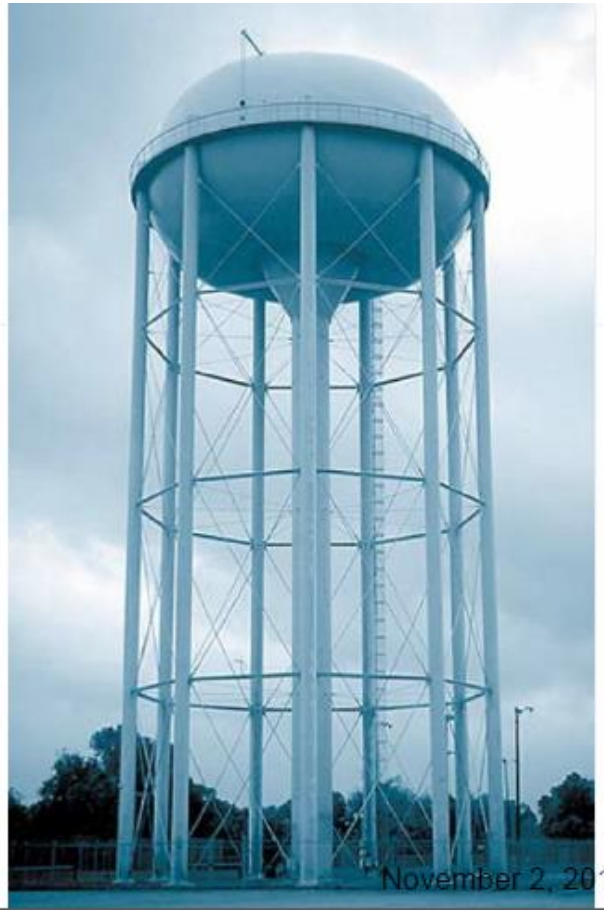
عناصر الضغط Compression Members

-(متابعة مسائل عناصر الشد)

- تعتبر عناصر الضغط العناصر الأكثر انتشارا في المنشآت
- أغلب عناصر الضغط تتعرض نظريا لحمولات ضغط شاقولية فقط

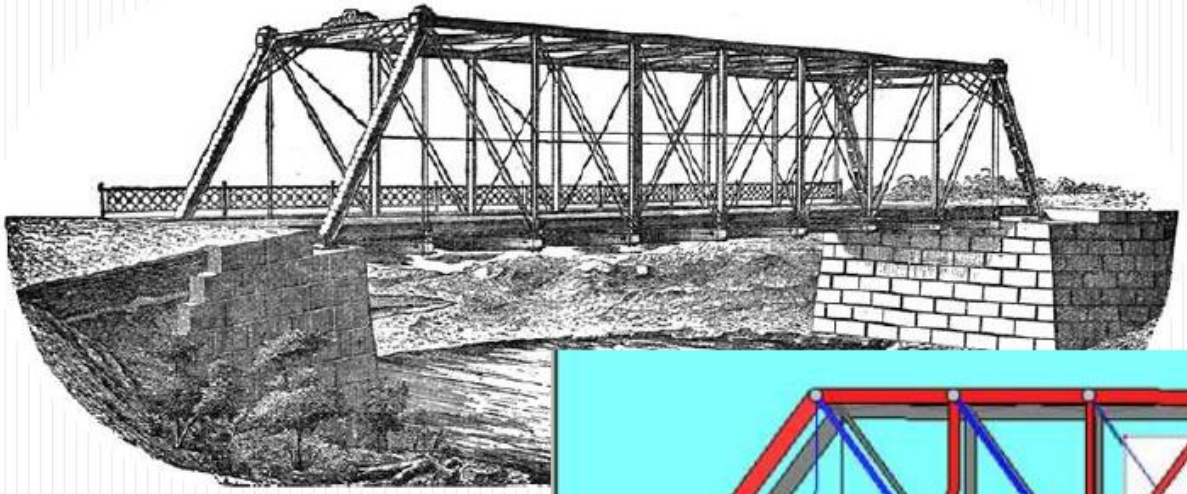


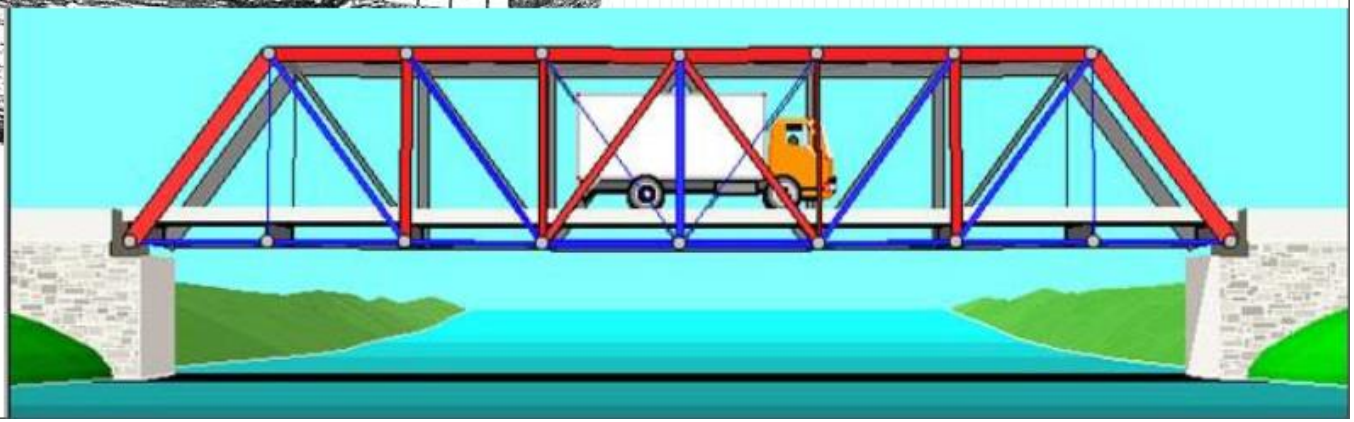
- تعتبر عناصر الضغط العناصر الأكثر انتشارا في المنشآت
- أغلب عناصر الضغط تتعرض نظريا لحمولات ضغط شاقولية فقط



- تعتبر عناصر الضغط العناصر الأكثر انتشارا في المنشآت
- أغلب عناصر الضغط تتعرض نظريا لحمولات ضغط شاقولية فقط

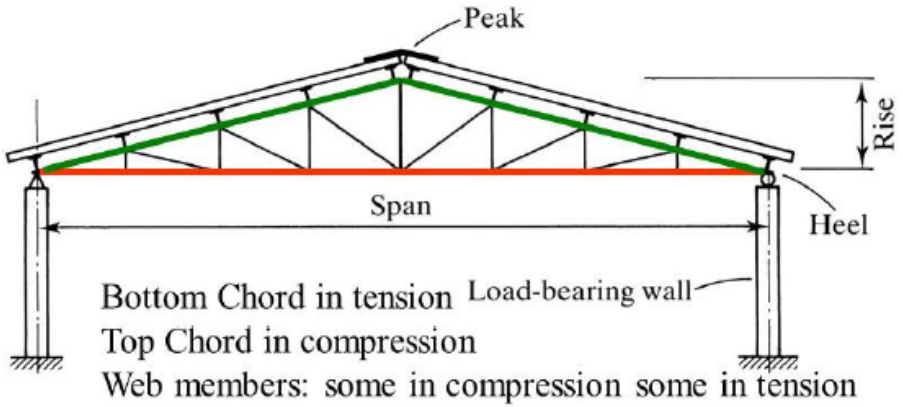
Compression members in bridges:

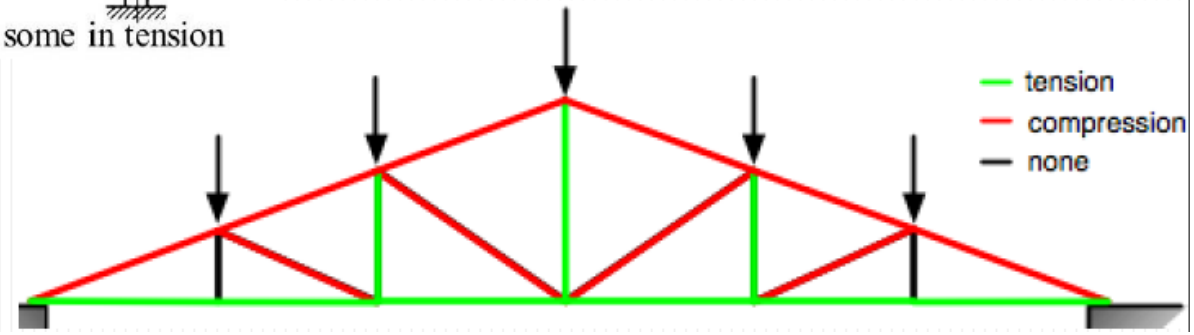




- تعتبر عناصر الضغط العناصر الأكثر انتشارا في المنشآت
- أغلب عناصر الضغط تتعرض نظريا لحمولات ضغط شاقولية فقط

Compression members in trusses:

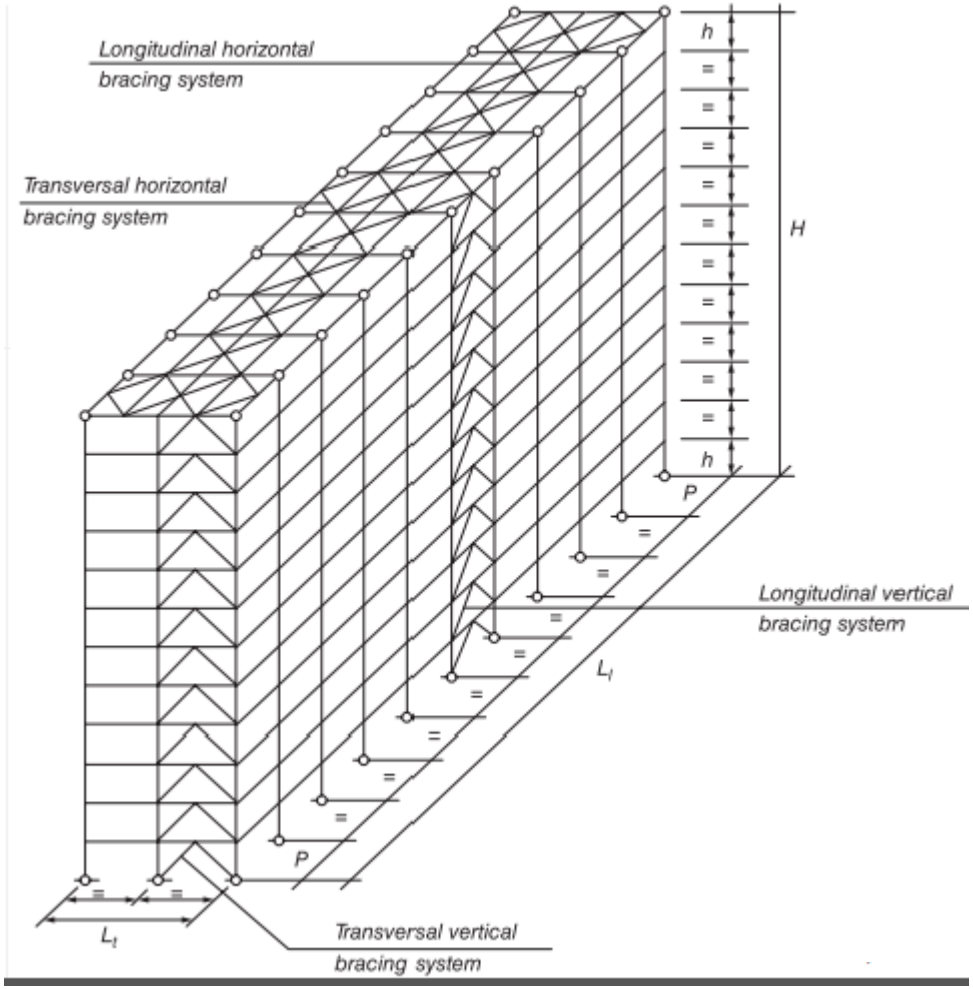




- تعتبر عناصر الضغط العناصر الأكثر انتشارا في المنشآت
- أغلب عناصر الضغط تتعرض نظريا لحمولات ضغط شاقولية فقط

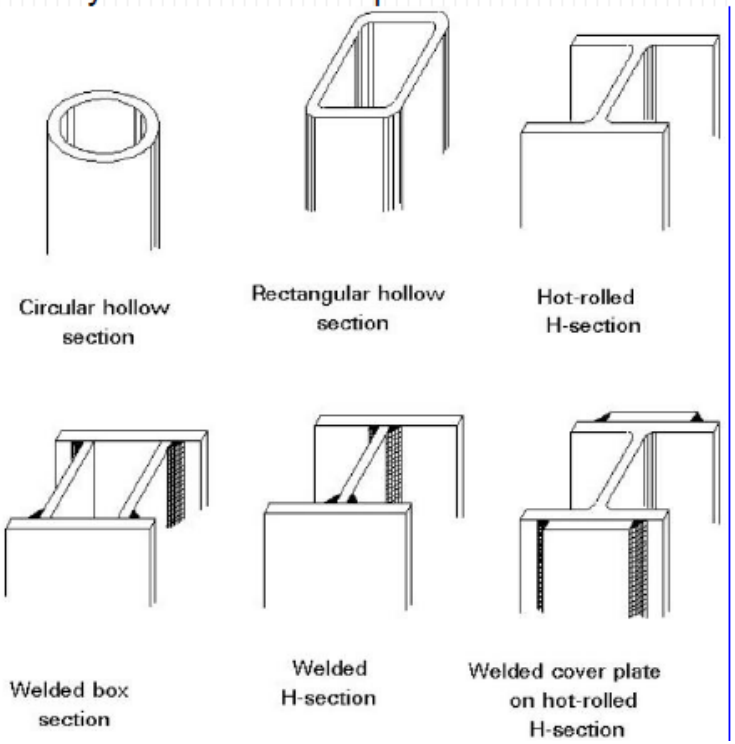
عناصر الضغط في اربطة الاطارات

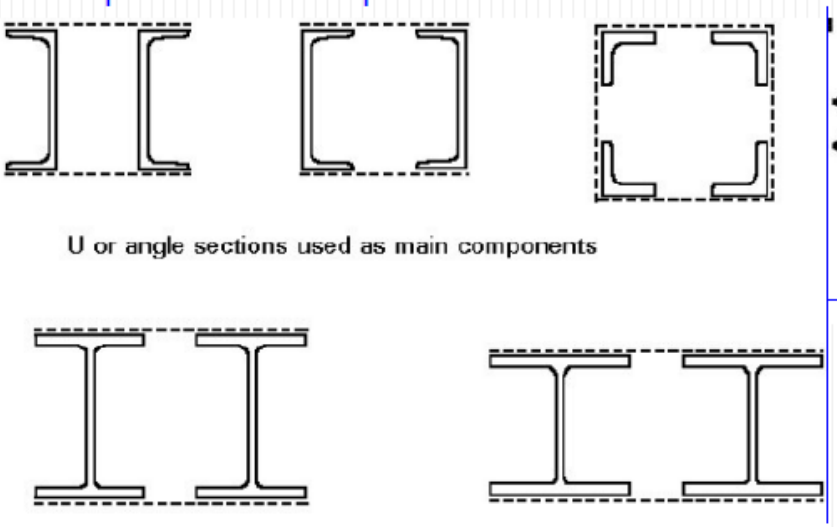
تتعرض عناصر التربيط الفولاذية اما للضغط او للشد حسب اتجاه الاحمال الجانبية

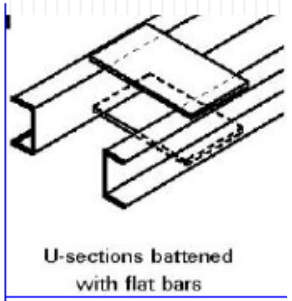


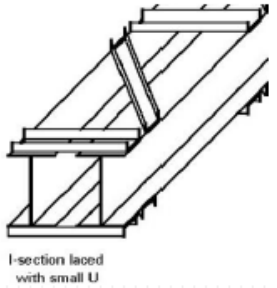
المقاطع المستخدمة في عناصر الضغط

Usually members in compression are made with rolled profiles or built up sections .









العوامل المؤثرة على مقاومة العنصر المضغوط:

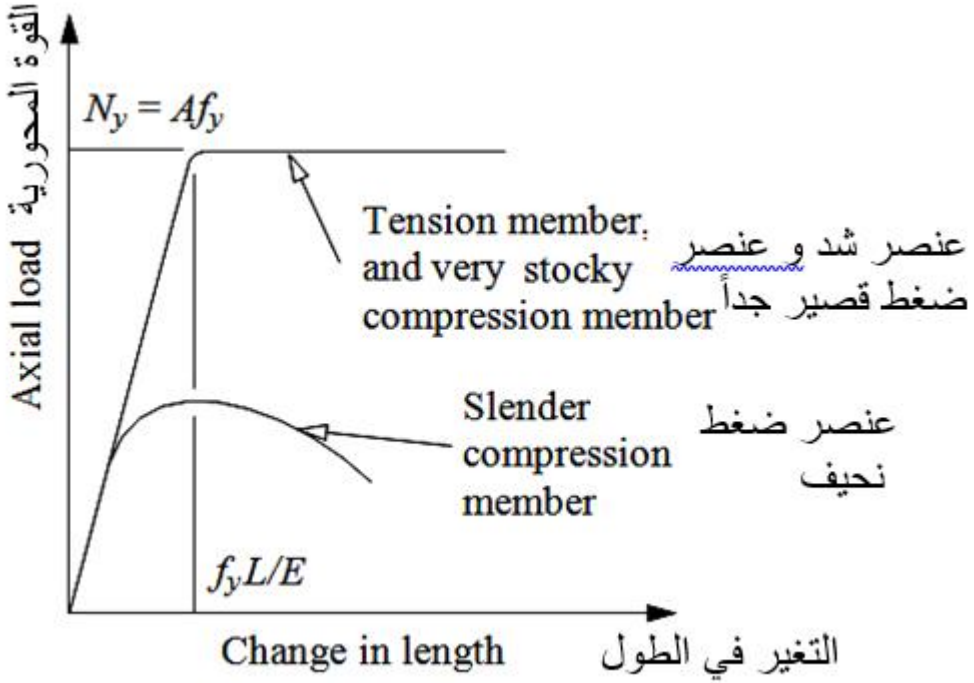
- مقاومة المقطع العرضي
- حدوث ظاهرة عدم الاستقرار مثل:

التحنيب الانعطافي او التحنيب النعطافي الفتلي

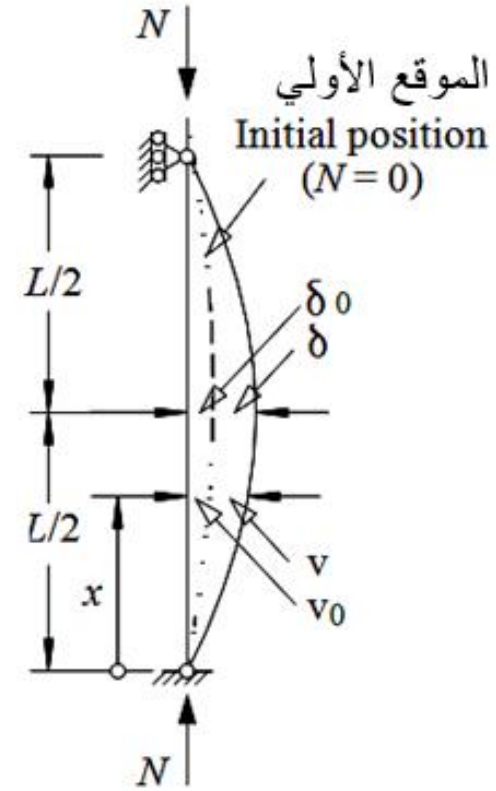
بشكل عام، يكون التصميم على الضغط محكوم بالشرط الثاني (ظاهرة عدم الاستقرار)، حيث تتميز العناصر الفولاذية عادة بنحافة متوسطة الى عالية

عناصر الضغط المحملة مركزياً *Concentrically loaded*

- تسلك عناصر الضغط القصيرة جداً (الممتلئة) stocky نفس الطريقة التي تسلكها العناصر المشدودة حتى تبدأ المادة بالسيلان (التلدن) عند حمولة انهيار $N_y=Af_y$.
- تتناقص مقاومة عنصر الضغط كلما زاد طوله،
- عناصر الشد المحملة مركزياً التي تكون مقاومتها مستقلة عن طولها.
- بالتالي، يمكن لمقاومة الضغط لعنصر نحيف جداً (نحيل) أن تكون أقل بكثير من مقاومته على الشد، كما هو مبين في الشكل



- ينتج هذا التناقص في المقاومة بواسطة فعل حمولة الضغط المطبقة ***N*** التي تسبب انعطاف العنصر مع تقوس (انحناء) أولي،
- يؤدي هذا الفعل في عنصر الشد إلى نقصان التقوس (الانحناء) الأولي، ولهذا السبب يهمل هذا التأثير عادة.
- على كل حال، يزداد التقوس والانتقال الجانبي مع الحمولة في عنصر الضغط،
- تتزايد أيضاً إجهادات الضغط على الجانب المقعر من العنصر حتى ينهار العنصر نتيجة الخضوع الزائد.
- يتعلق فعل الانعطاف هذا بنحافة العنصر،
- وبالتالي تتناقص مقاومة عنصر الضغط كلما ازداد طوله.



a) Compression member

عنصر ضغط

- نظرياً لايحدث الانعطاف في عنصر مرن مستقيم، حتى تصل القوة المطبقة لقيمة التحنيب المرنة N_{cr} (يشير كود EC3 لـ N_{cr} بالقوة الحرجة المرنة).
- يبدأ عنصر الضغط بالانتقال جانبياً عند هذه القوة
- تزداد هذه الانتقالات حتى يحدث الانهيار عند بداية الخضوع على الضغط.
- يسمى فعل الانتقال الجانبي المفاجئ هذا بتحنيب الانعطاف.
- تعطي حمولة التحنيب المرنة Ncr مقياس لنحافة عنصر الضغط، .
- بينما تعطي حمولة الانهيار Ny مؤشر لمقاومته على الخضوع.
- يناقش هذا الفصل تأثيرات حمولة التحنيب المرن وحمولة الانهيار على سلوك عناصر الضغط المحملة مركزياً وعلاقتها بالتصميم حسب كود EC3

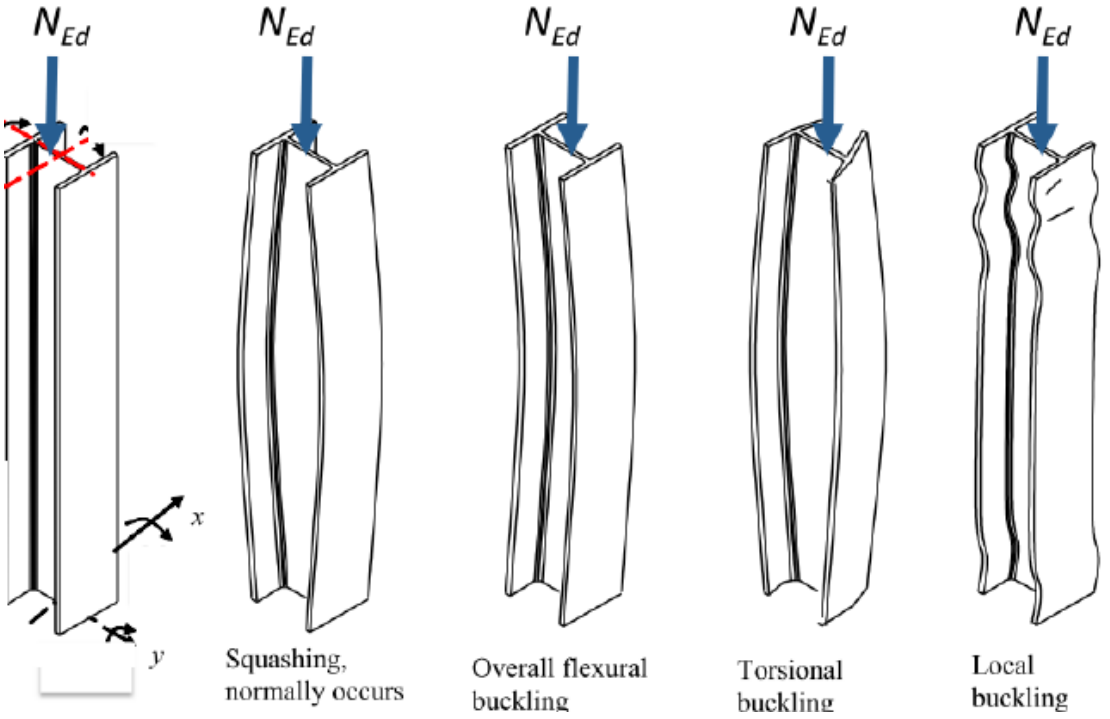
Buckling of straight members تحنيب العناصر المستقيمة

تخضع عناصر الضغط لـ
- ضغط محوري فقط
- بدون انعطاف

تخضع الأعمدةعمليا لـ
- لامركزية الاحمال المحورية
- القوى العرضية

خلال التعامل مع الاعمدة سيتم التفريق بين
- الاعمدة القصيرة و
- الاعمدة النحيفة

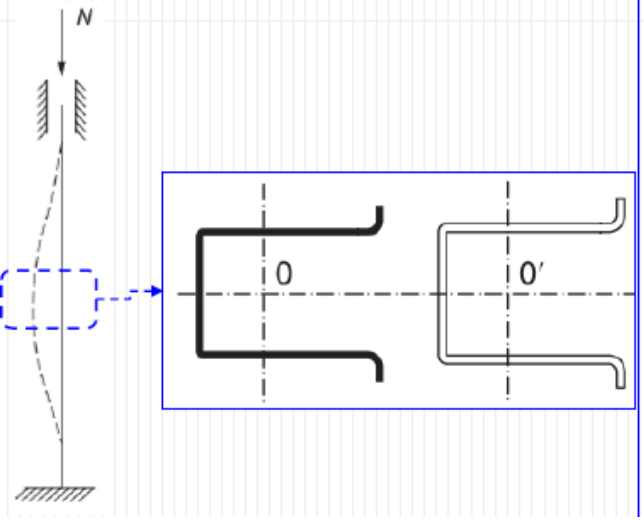
	Slender column $\bar{\lambda}$> 0.2
Cross-section Resistance check, $N_{c,Rd}$	✓
Buckling Resistance Check, $N_{b,Rd}$	✓



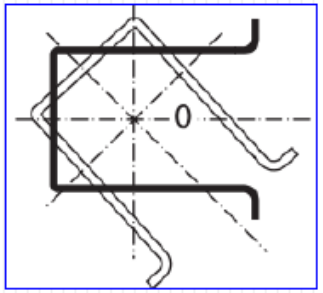
يمكن ان تحدث ظاهرة عدم الاستقرار او التحنيب باحدى حالات السلوك التالية:

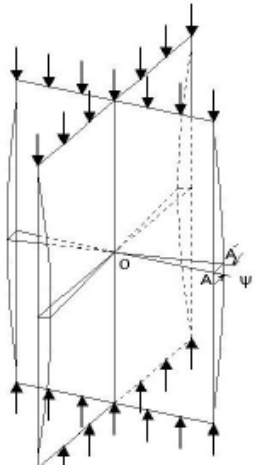
- تحنيب انعطافي **Flexural buckling**
- تحنيب فتلي **Torsional buckling**
- تحنيب فتلي انعطافي **Flexural-torsional buckling**

Compression members having typical I- or H-shaped cross-section with two axes of symmetry are generally interested by flexural buckling

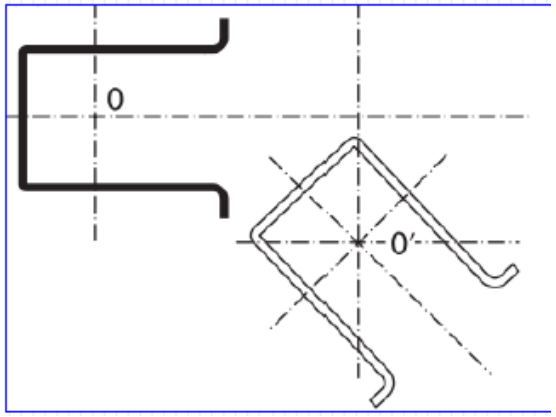


Cruciform sections, T-sections, angles and, in general, all cross-sectional shapes in which all the elements converge into a single point, are generally sensitive to torsional buckling phenomena.





Cross-sections with one axis of symmetry are prone to flexural-torsional buckling in many cases instead of the torsional one, owing to the fact that both cross-sectional centroid and shear center lie on the axis of symmetry but are often not coincident.



أمثلة عملية عناصر الشد Worked examples

حالات مسائل المنشآت المعدنية

الحالة الأولى: حسابات تصميمية (A_{net}, $N_{t,Rd}$.....)

المعطيات: الشكل الهندسي، ابعاد المقاطع، صنف الفولاذ

المطلوب: حسابات: المساحة الصافية، المقاومة التصميمية....

الحالة الثانية: تحقيق مقاومة المقطع Section check

المعطيات: الشكل الهندسي، ابعاد المقاطع، صنف الفولاذ، الحمولة التصميمية (الحمولة المصعدة).

المطلوب: التحقق من مقاومة المقطع للحمولات التصميمية المفروضة

الحالة الثالثة: تصميم مقطع العنصر Member section design

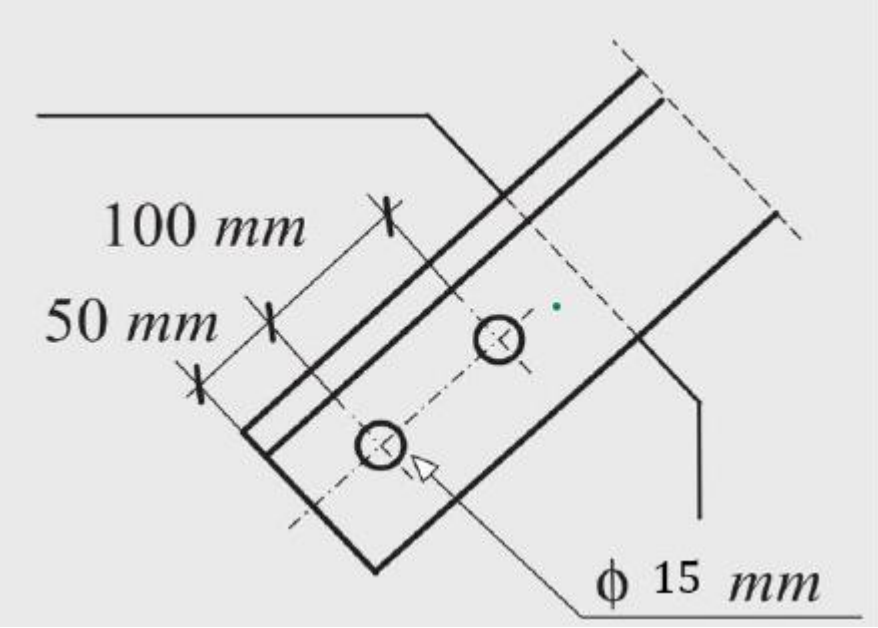
المعطيات: الشكل الهندسي، صنف الفولاذ، الحمولة التصميمية (الحمولة المصعدة).

المطلوب: حساب ابعاد المقطع وشكله

Example 2.5

Design unequal angle (2:1 for bolted case) connected from the short leg loaded with an axial factored tensile force 580 KN using steel grade S355 (γ_{m2} =1.25) connected using:

(a) Welded (b) Two bolts (do=15mm)



Solution:

(a) Welded

$$N_{Ed} \le N_{pl,Rd} = \frac{A\, f_y}{\gamma_{M0}} \rightarrow$$

$$\gamma_{M0} = 1.0 \ , \ f_y = 355\, N/mm^2$$

Calculating section area

$$580 = \frac{A \times 355 \times 10^3}{1.0} \rightarrow A = 1.63 \times 10^{-3}\, m^2 = 16.33\, cm^2$$

I

Use angle $100 \times 75 \times 10 \rightarrow A_g = 16.6\, cm^2$

(b) Two bolts ($d_o = 15mm$)

Calculating section area

$$N_{Ed} \le N_{pl,Rd} = \frac{A\, f_y}{\gamma_{M0}} \rightarrow \gamma_{M0} = 1.0 \ , \ f_y = 355\, N/mm^2$$

$$580 = \frac{A \times 355 \times 10^3}{1.0} \rightarrow A = 1.63 \times 10^{-3}\, m^2 = 16.33\, cm^2$$

Use angle $100 \times 75 \times 10 \rightarrow A_g = 16.6\, cm^2$ *connected from short leg*

II

Calculating section area

$A_e = A_g \; for \; 75 \times 75 \times 10 \rightarrow$ Not available X

$Use \; A_e = A_g = 19.2 \; cm^2 for \; angle \; 100 \times 100 \times 10$ III

We will actually use angle $200 \times 100 \times 10 \rightarrow A_g = 29.2 \; cm^2$

$A_{net} = 19.2 \times 10^2 - \; 1 \times (10 \times 15) \; = 17.70 \times 10^2 \; mm^2$

Checking ultimate design strength

$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \rightarrow \gamma_{M2} = 1.25 \;\; , \; f_u \; = \; 470 \, N/mm^2$

$p_1 = 100 \; mm \; \rightarrow\rightarrow 2.5 d_\circ = 37.5 \; mm \; \& \; 5 d_\circ = 75 mm \; \rightarrow \beta_2 = 0.7$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.7 \times 17.7 \times 10^2 \times 470 \times 10^{-3}}{1.25} = 465.86 \; KN < 580 \; KN \; Not \; Ok.$$

Try another angle

Try angle $200 \times 100 \times 15 \rightarrow A_g = 43\ cm^2$ **IV**

$Use\ A_e = A_g = 28\ cm^2\ for\ angle\ 100 \times 100 \times 15$

$A_{net} = 28 \times 10^2 - 1 \times (10 \times 15) = 26.5 \times 10^2\ mm^2$

Checking ultimate design strength again

$$N_{u,Rd} = \frac{0.7 \times 26.5 \times 10^2 \times 470 \times 10^{-3}}{1.25} = 697.48\ KN > 580\ KN\ Ok.$$

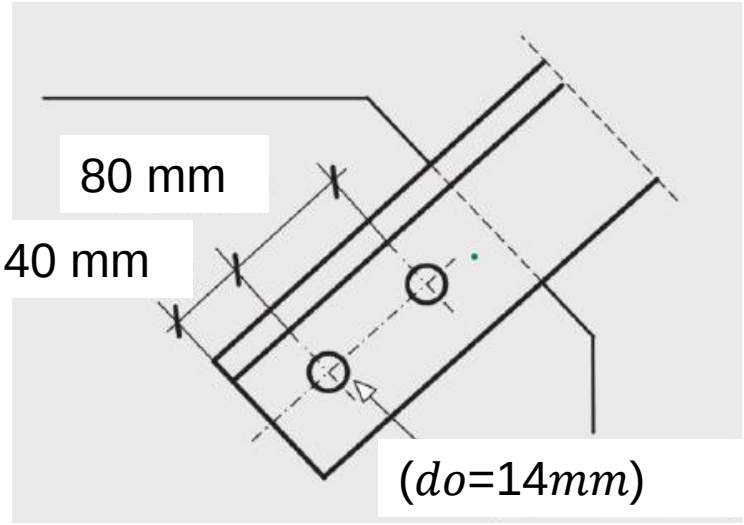
$$N_{pl,Rd} = \frac{A\ f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{43 \times 10^2 \times 355 \times 10^{-3}}{1.0} = 1526.5\ KN > 580\ KN\ Ok.$$

So, angle $200 \times 100 \times 15$ connected from the short leg is satisfactory. **V**

Notice that connect from the short leg makes the design not economic.

Homework (1)

Design unequal angle connected to a gusset plate, with an axial factored tensile force 400 KN using steel grade S275 (γ_{m2} =1.25) connected using:



(a) Welded

(b) Two bolts, one row (do=14mm)

(b-1) Connected from the long leg

(b-2) Connected from the short leg

(c)Two bolts, tow rows (do=14mm)

(c-1) Connected from the long leg

(c-2) Connected from the short leg

(d) Compare results

Homework (2)

Design the plate shown below with an axial factored tensile force 800 kN using steel grade S275 , (γ_{m2} =1.25) connected using

a) Welded
b) Bolts shown below