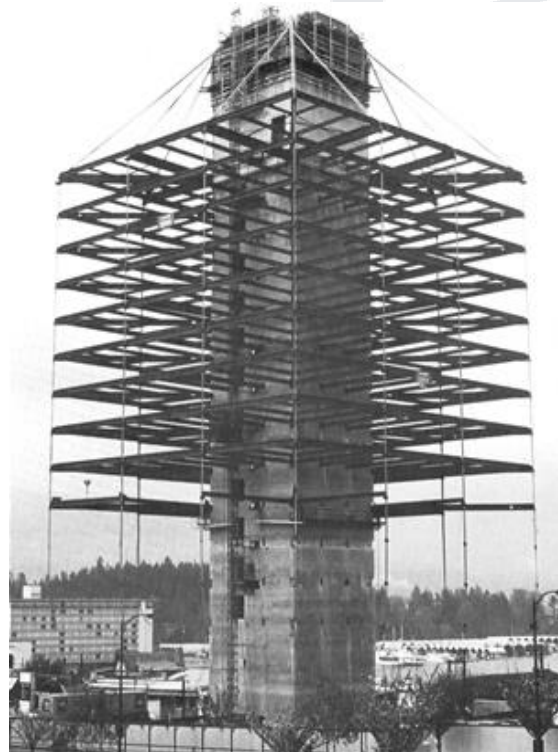


# العناصر الفولاذية المعرضة للشد

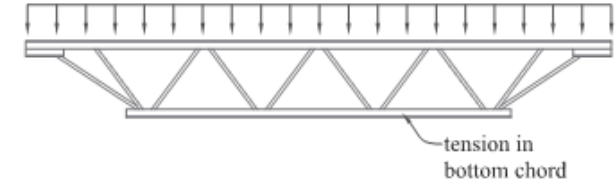
- ❖ INTRODUCTION مقدمة
- ❖ TYPICAL TENSION MEMBERS عناصر الشد الدارجة
- ❖ INTRODUCTORY CONCEPTS مفاهيم تمهيدية
- ❖ NET AREA المساحة الصافية
- ❖ EFFECTIVE AREA المساحة الفعالة
- ❖ DESIGN STRENGTH المقاومة التصميمية
- ❖ DESIGN OF TENSION MEMBER تصميم العنصر المعرض للشد
- ❖ SLENDERNESS REQUIREMENTS متطلبات الاستقرار
- ❖ WHERE WE GO FROM HERE

# مقدمة:

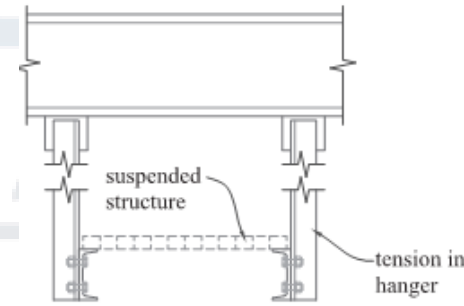
تعرف العناصر المعرضة للشد على أنها عناصر محملة محورياً، تتولد فيها إجهادات شادة. تستخدم هذه العناصر بأشكال عديدة في المنشآت المعدنية. في الجسور، جمالونات الأسقف والأرضيات، أنظمة التثبيت، وقضبان التثبيت.



a. sag rod



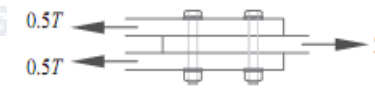
b. truss chord



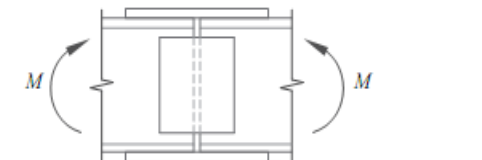
e. hanger



f. X-brace



c. lap splice



d. moment connection

# مقدمة

تتكون العناصر المعرضة للشد من:

الزاوية Angel

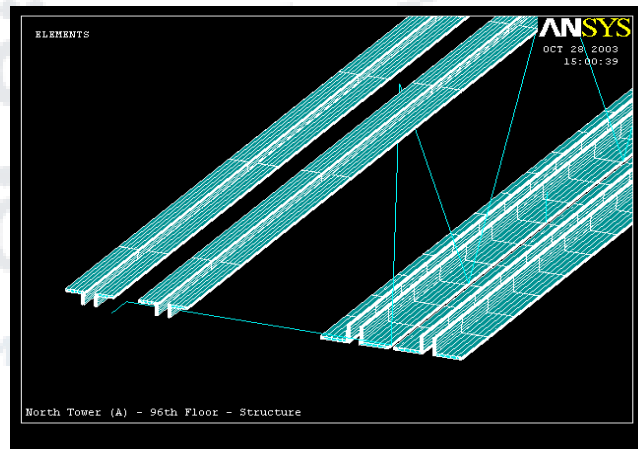
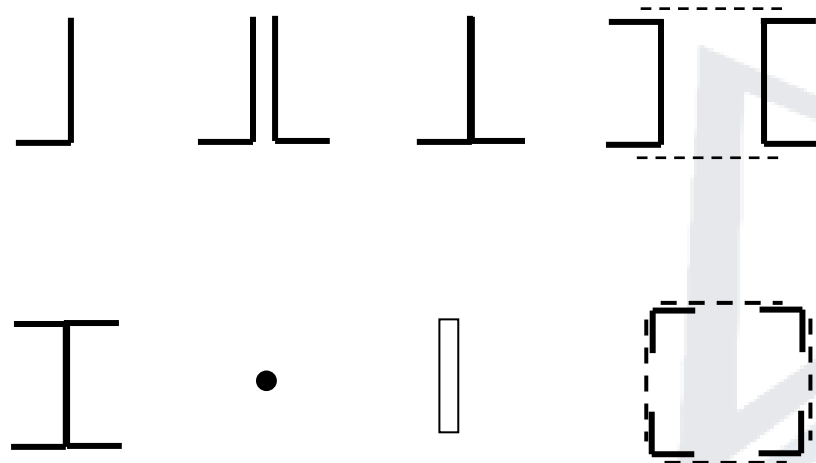
المجرية Channel

مقطع T

الصفائح

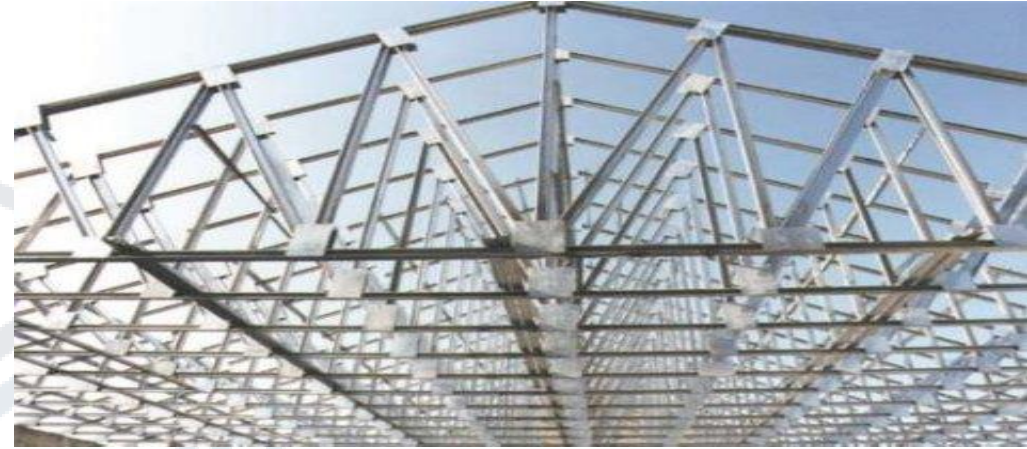
مقطع W: | عريض الجناح ، مقطع قياسي |

أو من تراكيب المقاطع السابقة

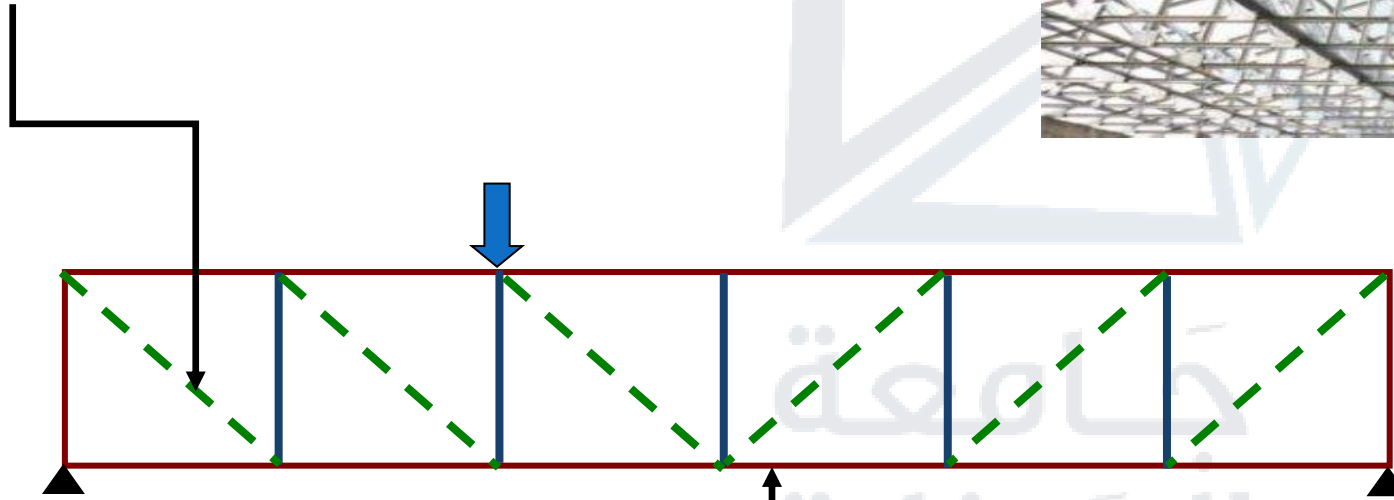


# عناصر الشد الدارجة

• الأوتار المشدودة في الجائز الشبكي



*"Tension" Diagonal*

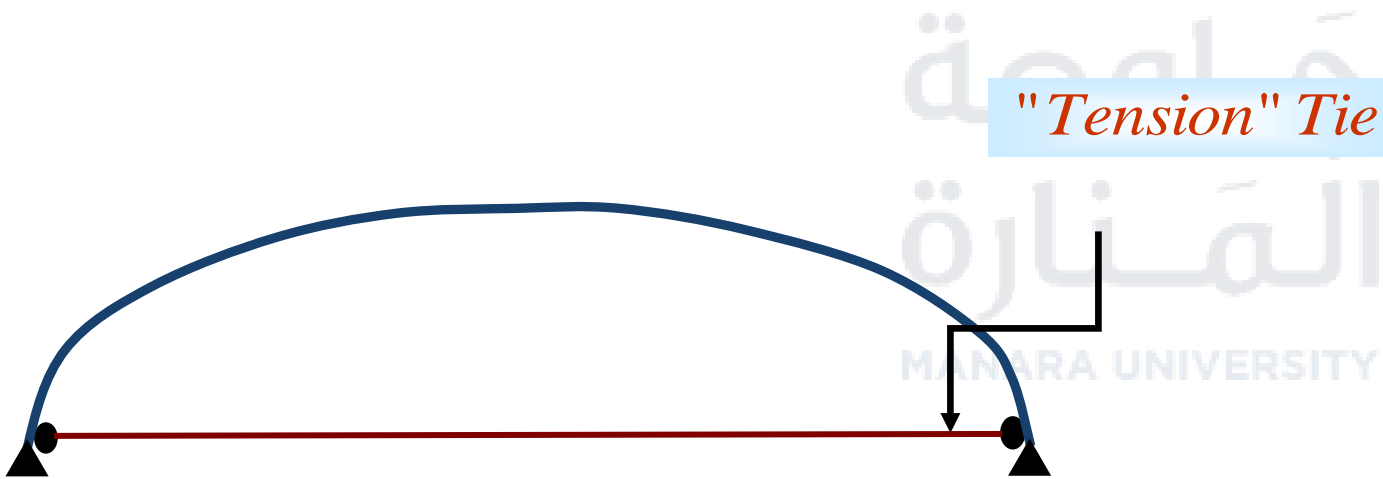


*Bottom "Tension" Chord*

# عناصر الشد الدارجة



• الكابلات

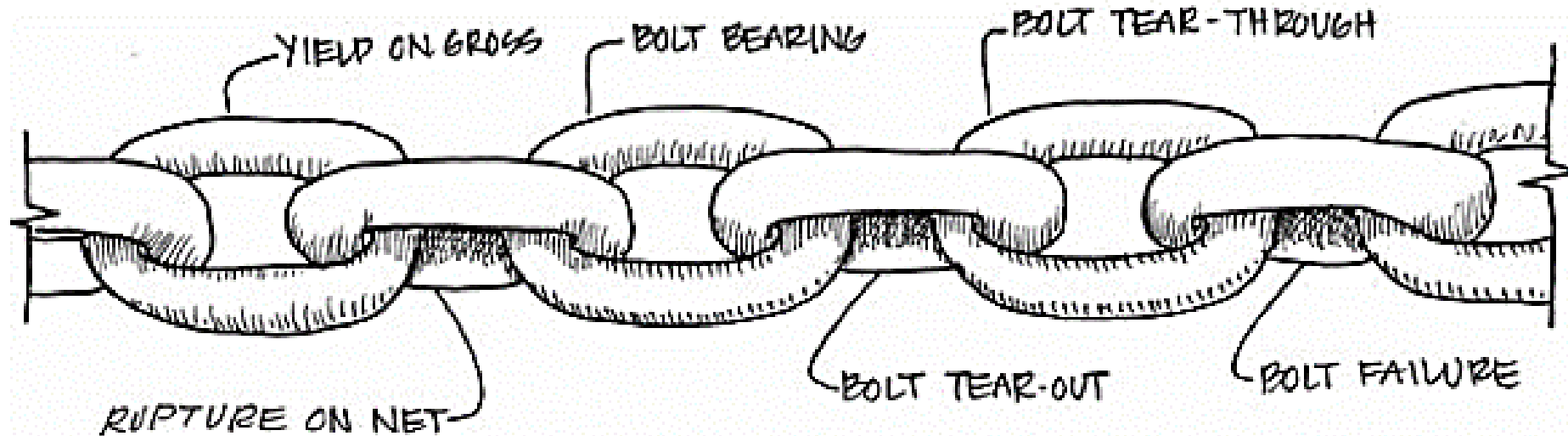


• الشدادات

# مفاهيم تمهيدية

من المهم، عند تصميم العناصر المعرضة للشد، تتبع مسار الحمولة بما أنها تنتقل من الوصلة إلى العنصر وتعود للوصلة. يعرف هذا المسار ب مسار التحميل، ويمكن تمثيله بسلسلة كل حلقة فيها هي مصدر محتمل للقوة أو الضعف.

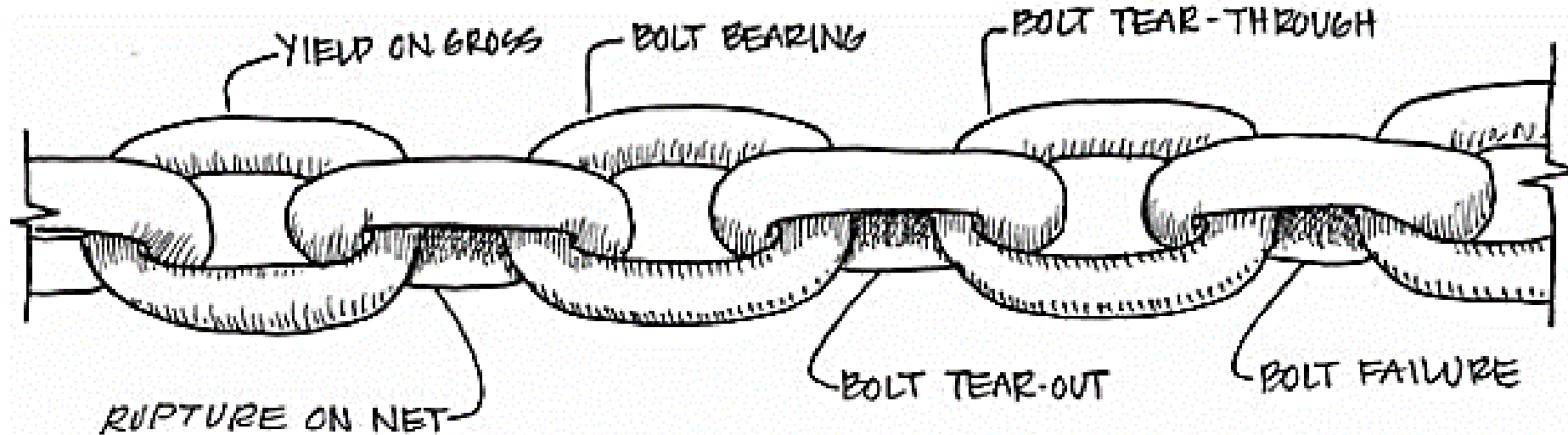
لنتخيل أننا نقوم بشد السلسلة المبينة على الشكل التالي، مع زيادة قوة الشد فإنه من المحتمل أن تنقطع السلسلة في نقطة ما. كما يقول المثل، قوة السلسلة في قوة أضعف حلقاتها.



# مفاهيم تمهيدية

عند تصميم العنصر نبدأ بالحمولة في إحدى نهايتيه ونتعقب جميع العناصر التي تعبرها هذه الحمولة. بعد ذلك نقوم بالبحث عند أي من هذه العناصر سيفشل في تحمل هذه الحمولة (ينهار). يمكن اعتبار كل نمط من أنماط الانهيار هذه كحلقة في هذه السلسلة.

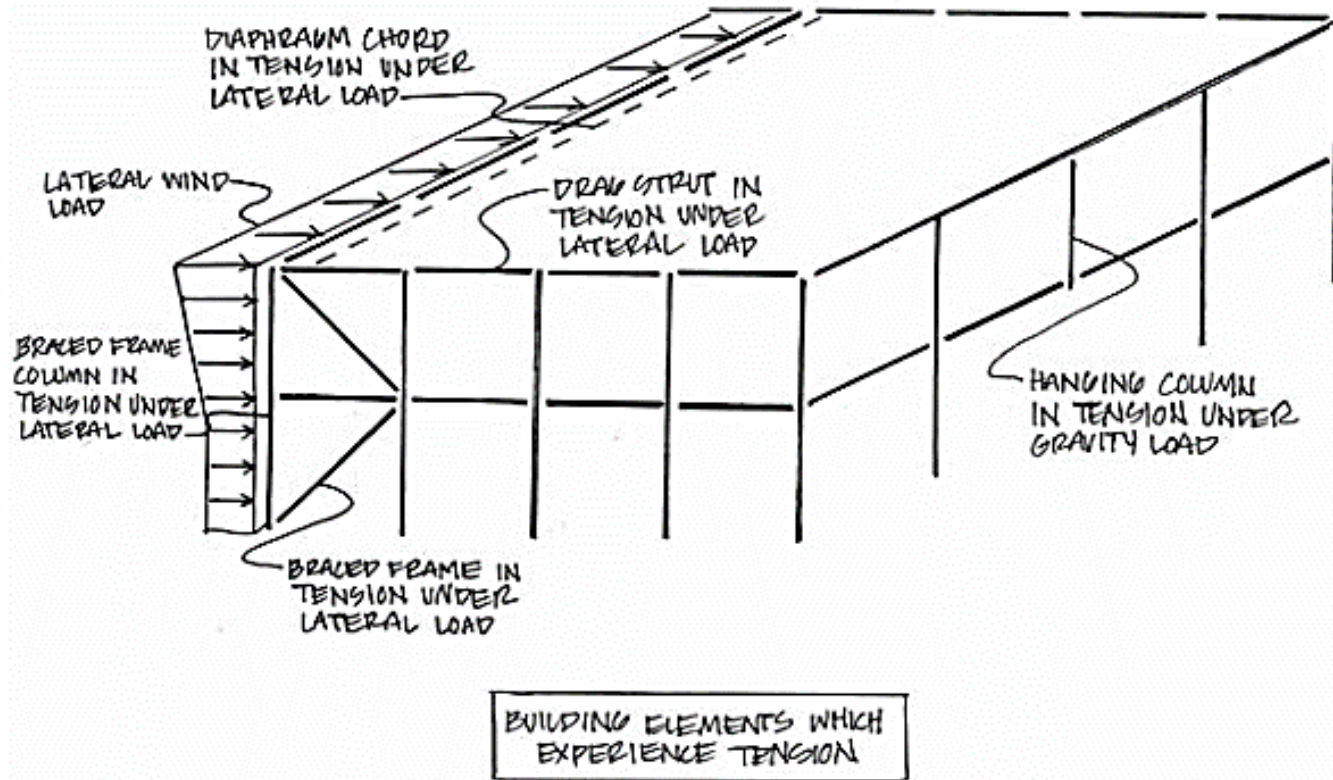
بالنسبة للعناصر المثبتة بالبرغي فإن أنماط الانهيار هي: خضوع كامل المقطع، التمزق في منطقة الوصلة، انهيار البرغي،.. إلخ.





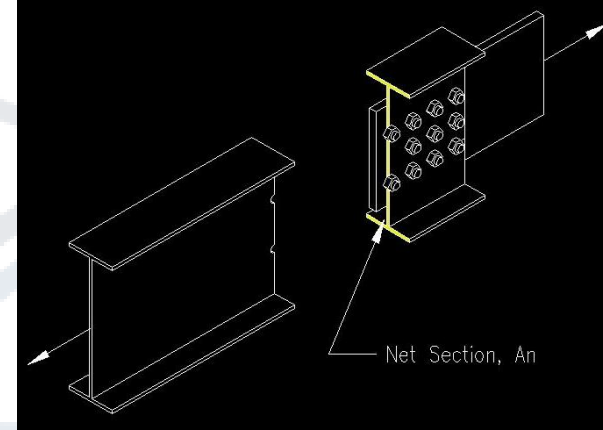
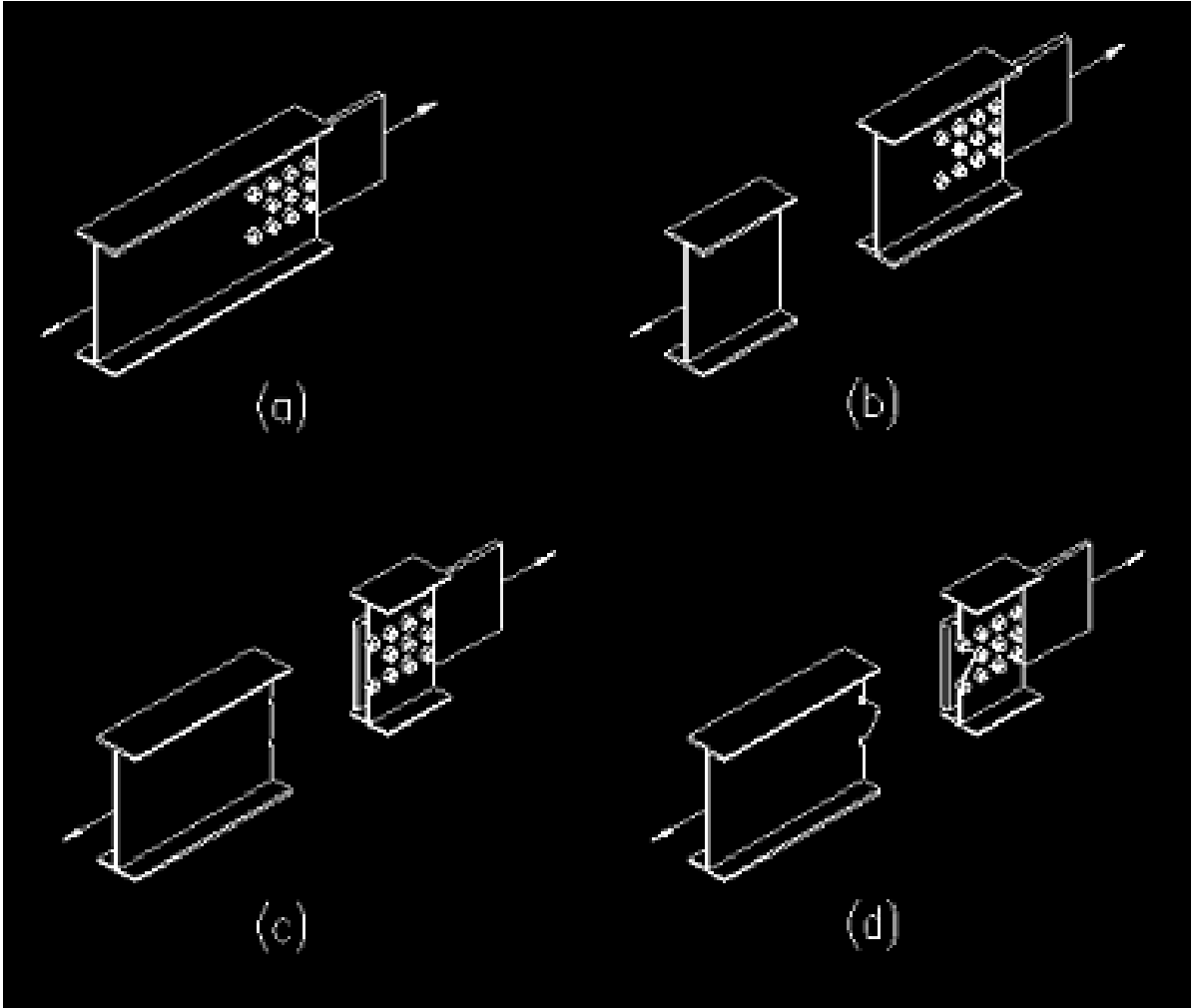
# مفاهيم تمهيدية:

تتعرض العديد من العناصر التي تشكل الجملة (المبنى) لشد محوري تحت تأثير أنواع مختلفة من حالات التحميل كما هو مبين على الشكل. تتولد قوة الشد في بعض هذه العناصر نتيجة لأحمال الجاذبية (الوزن الذاتي) كما هو الحال في العمود المعلق أو الوتر في الجائز الشبكي. ومع ذلك، فإن العديد من قوى الشد تتولد في العناصر نتيجة للتحميل الجانبي والذي يتسبب بالتبديل بين قوة الشد وقوة الضغط تبعاً لتغير اتجاه التحميل.





# مفاهيم تمهيدية

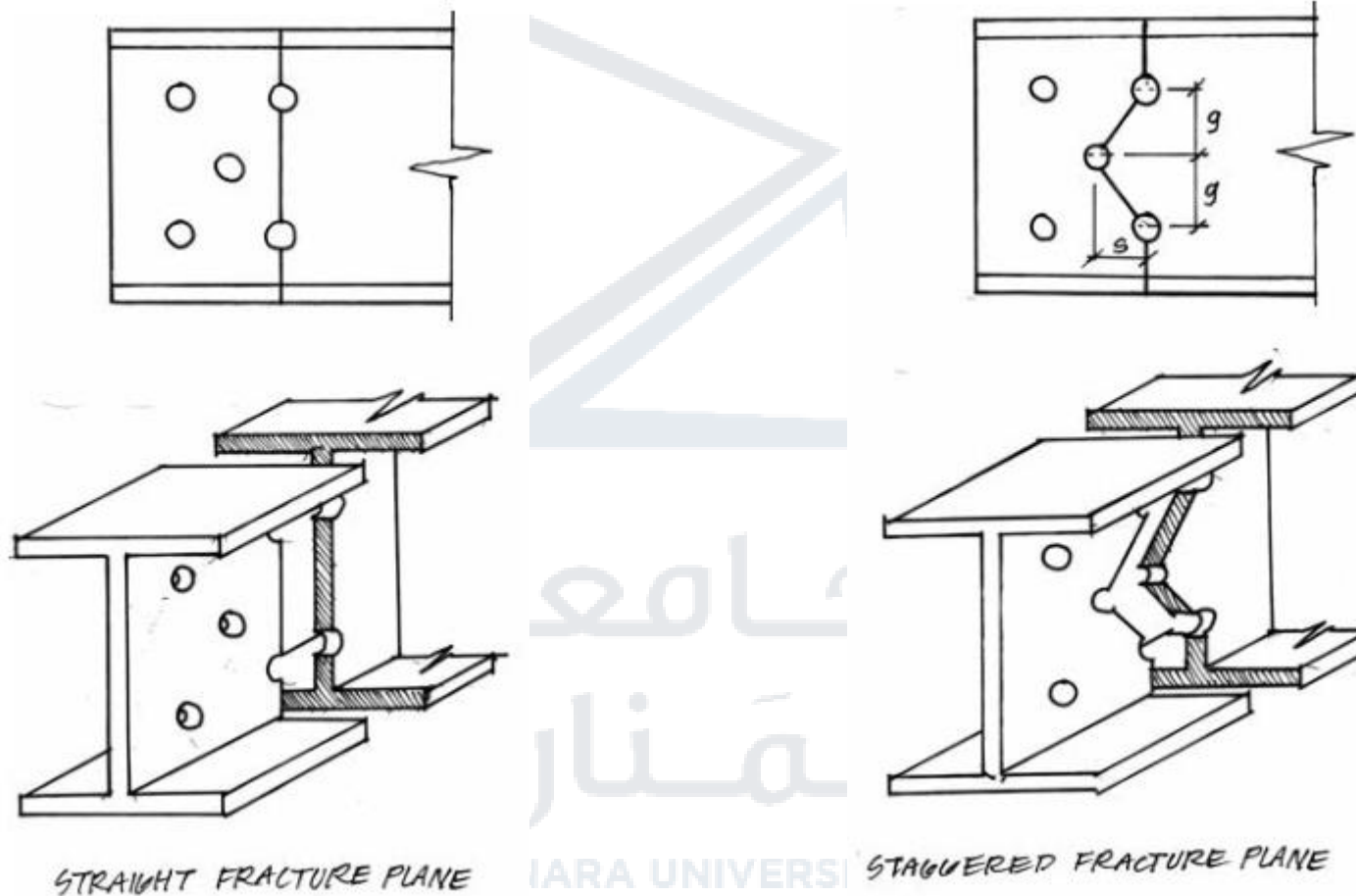


## أنماط الانهيار:

1. بعيداً عن الوصلة (على كامل المقطع العرضي) - (b)
2. ضمن الوصلة - (c), (d)

# مفاهيم تمهيدية

## مسارات الانهيار المحتملة ضمن الوصلة



مسار مستقيم

مسار شطرنجي (متعاقب)

# مفاهيم تمهيدية

$$f = \frac{P}{A}$$

**الإجهاد:** يعطى الإجهاد في مقطع عمود بالعلاقة التالية:

حيث  $f$  الإجهاد (ثابت على كامل المقطع العرضي)

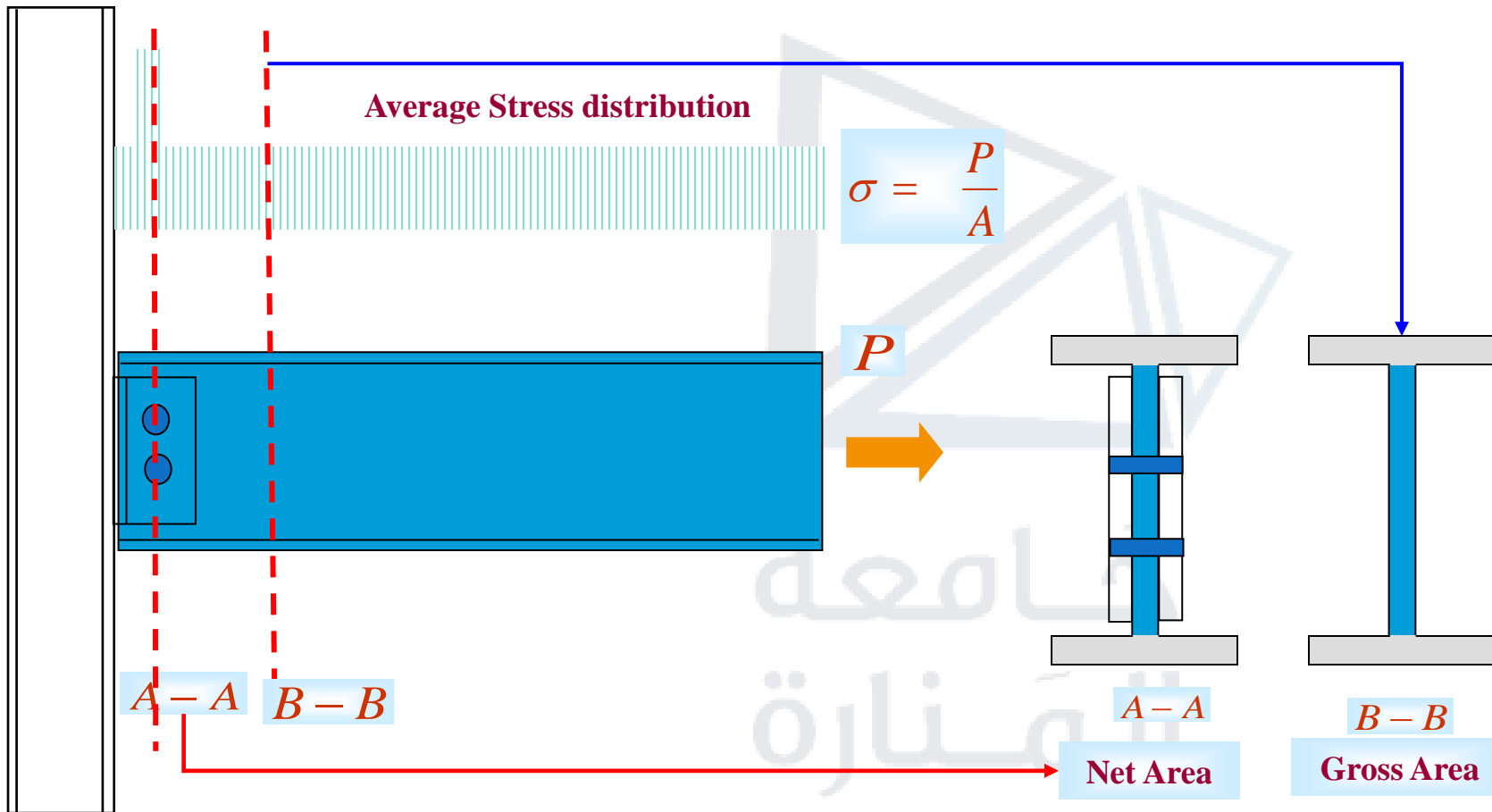
$P$  شدة الحمولة

$A$  مساحة المقطع العرضي المتعامد مع الحمولة

يكون الإجهاد في المقاطع المشدودة ثابتاً على كامل المقطع العرضي إلا:

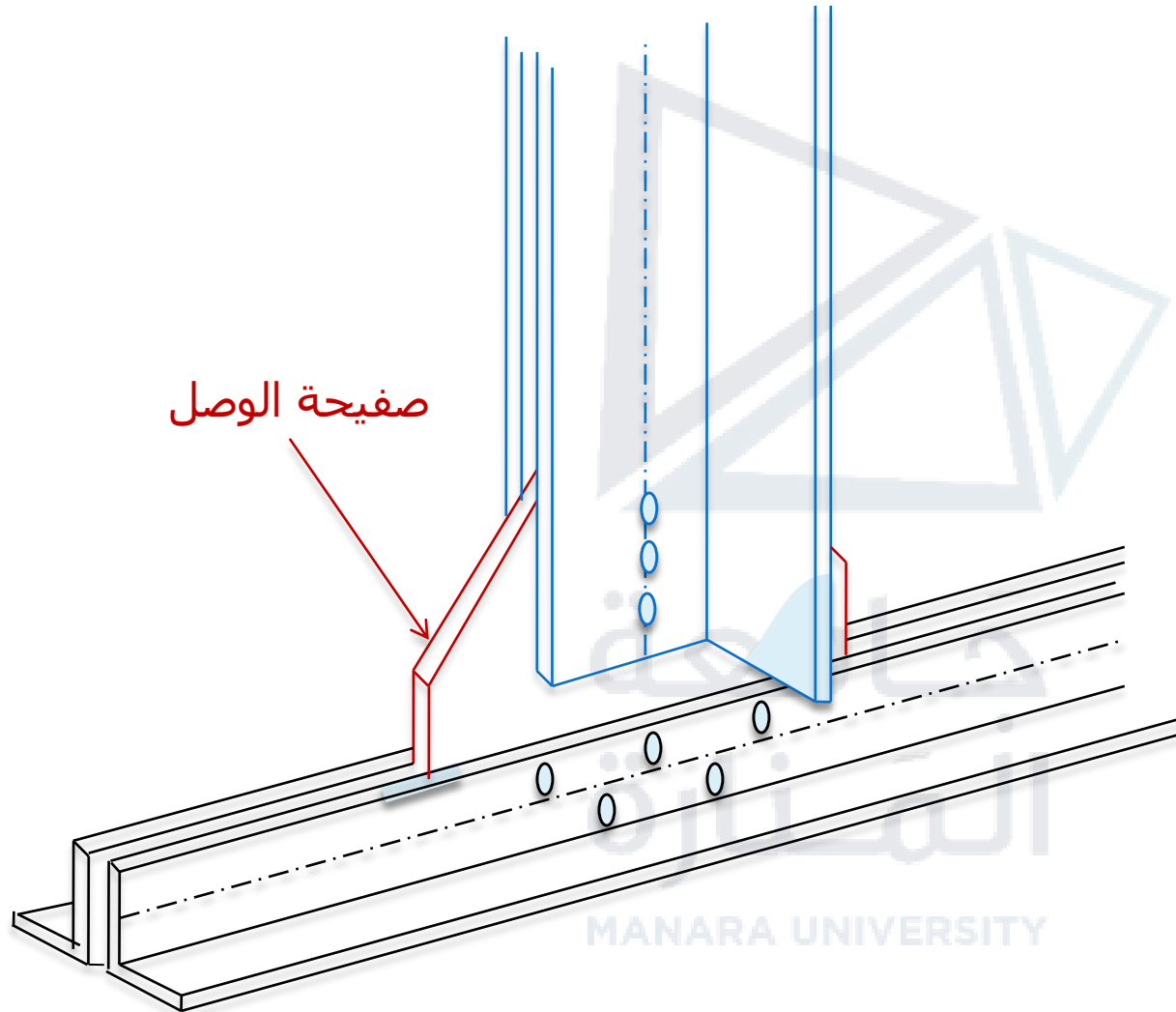
- بالقرب من نقطة تطبيق الحمولة.
- على المقطع العرضي في أماكن توضع ثقب البراغي أو أية انقطاعات أخرى.

# مفاهيم تمهيدية



MANARA UNIVERSITY

# المساحة الصافية



# المساحة الصافية

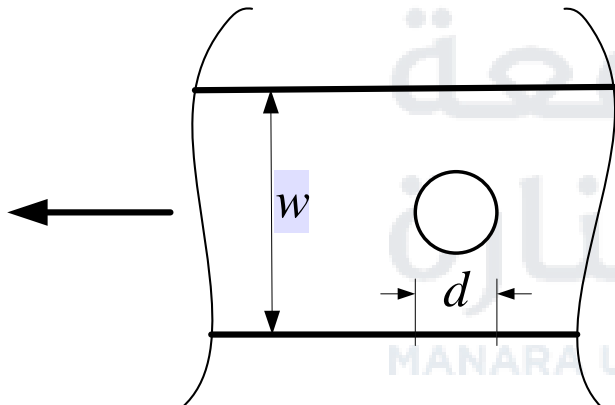
تأخذ المساحة الصافية بعين الاعتبار فقدان جزء من مساحة المقطع بسبب الثقوب في العنصر. تكون الثقوب القياسية أكبر بـ 1.6 mm من قطر البرغي. وعند حساب المساحة الصافية الكلية يضاف إلى قطر الثقب 1.6 mm. هذه القيمة الإضافية تأخذ بعين الاعتبار العيوب الناجمة عن عملية الثقيب.

$A_n$  المساحة الصافية ،  $A_g$  المساحة الكلية

$d$  القطر الفعال

$d_h$  قطر الثقب

$d_b$  قطر البرغي


$$A_g = wt$$
$$A_n = A_g - dt,$$
$$d = d_h + 1.6 = d_b + 3.2$$

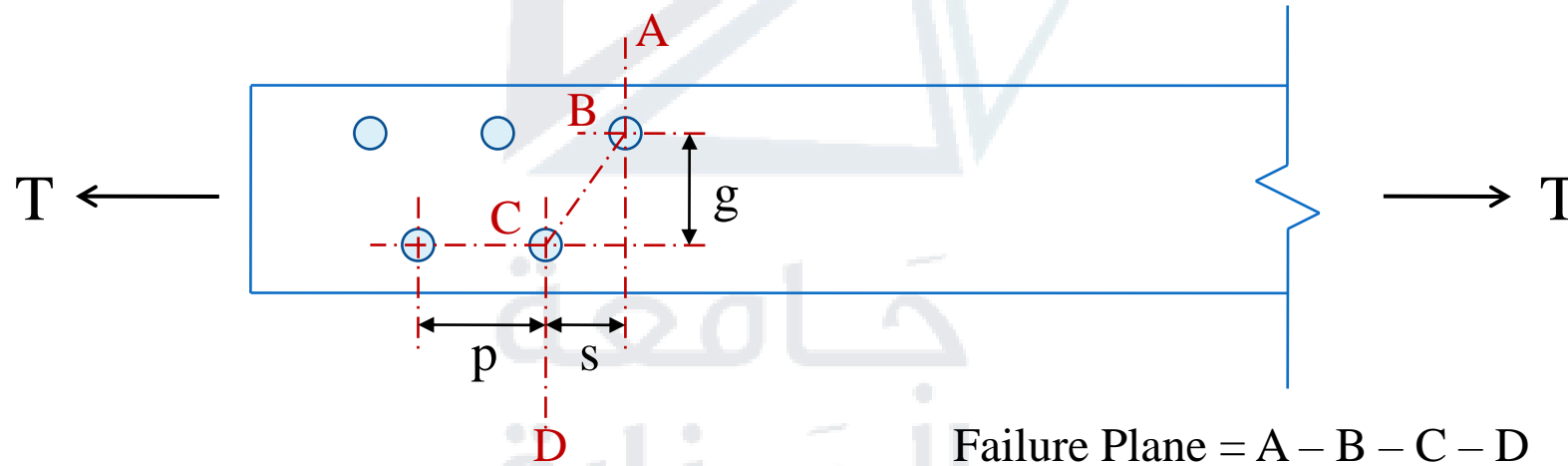
$d, d_h, d_b$  &  $t$  are in mm,  
 $A_n$  &  $A_g$  are in  $\text{mm}^2$ .



# المساحة الصافية

المسافات بين البراغي بالاتجاهات المختلفة:

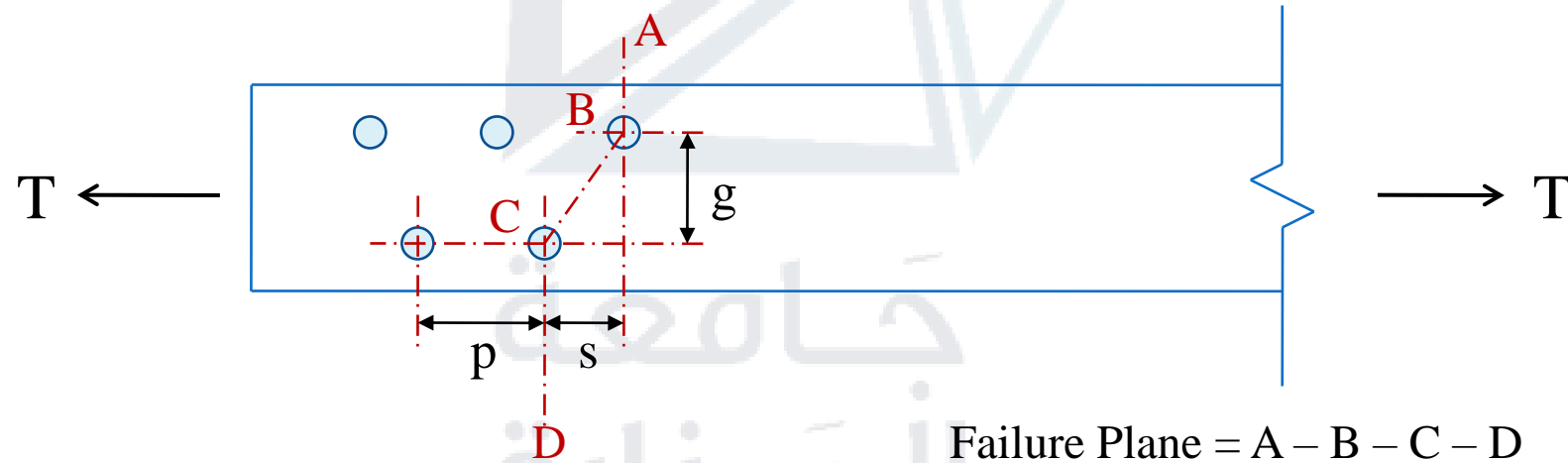
Pitch: المسافة من مركز البرغي إلى مركز البرغي التالي والواقعين على المحور الطولي للعنصر.



# المساحة الصافية

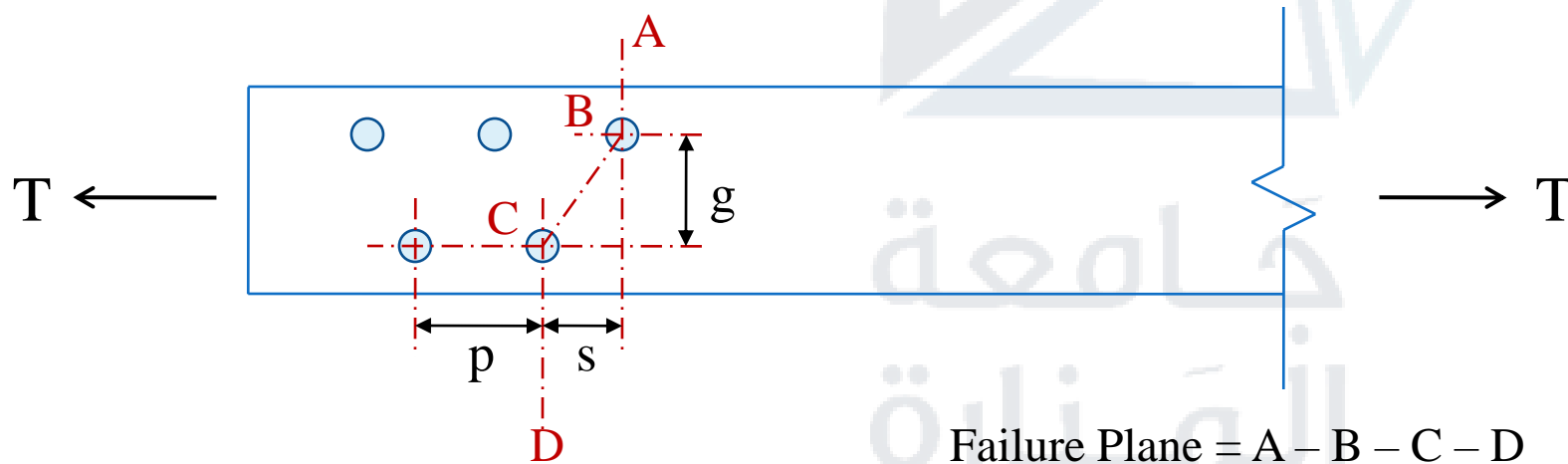
المسافات بين البراغي بالاتجاهات المختلفة:

Gage: المسافة من مركز البرغي إلى مركز البرغي التالي والواقعين على المحور المتعامد مع العنصر.



## المسافات بين البراغي بالاتجاهات المختلفة:

Stagger: المسافة الطولية بين اثنين من البراغي الأقرب في طبقتين متجاورتين من البراغي.



# المساحة الصافية

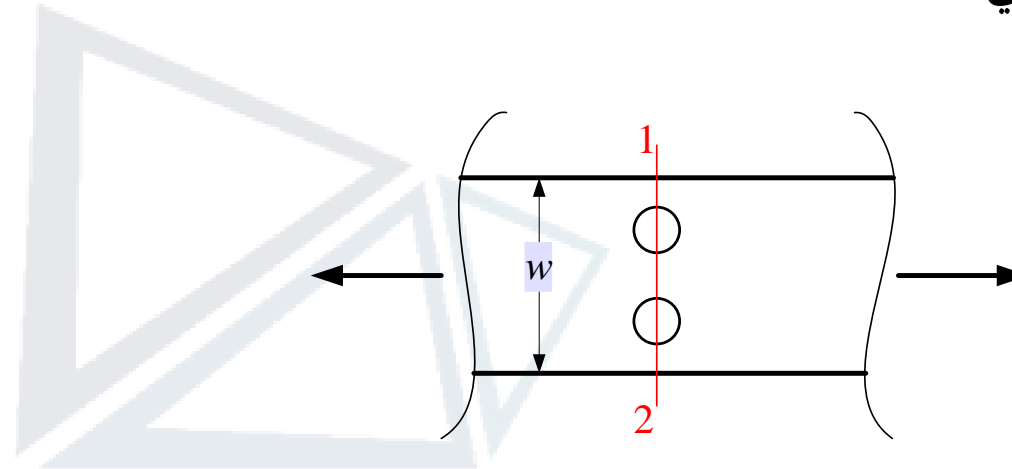
توزع منتظم للبراغي:

$$A_n = A_g - 2dt$$

$$d = d_h + 1.6 = d_b + 3.2$$

$d$ ,  $d_h$ ,  $d_b$  &  $t$  are in mm,

$A_n$  &  $A_g$  are in  $\text{mm}^2$ .



Length of failure Path 1-2 =  $w - 2d$

طول مسار الانهيار 2-1

$$d = d_h + 1.6 = d_b + 3.2$$

جامعة  
المنارة

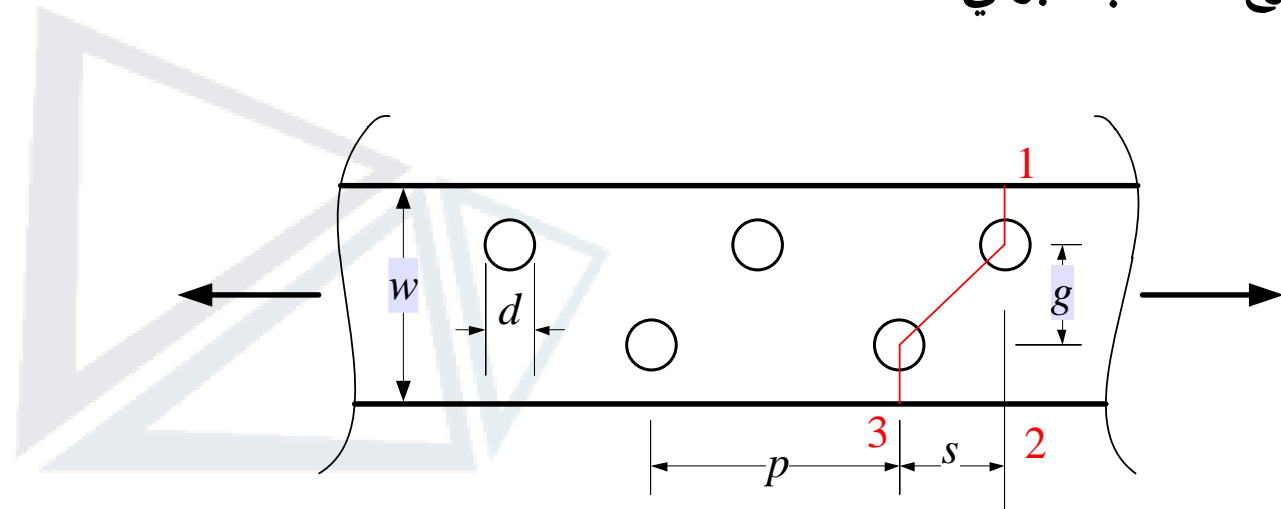
MANARA UNIVERSITY

# المساحة الصافية

توزع متعاقب للبراغي:

$$d = d_h + 1.6 = d_b + 3.2$$

$d, d_h, d_b$  &  $t$  are in mm,  
 $A_n$  &  $A_g$  are in  $\text{mm}^2$ .

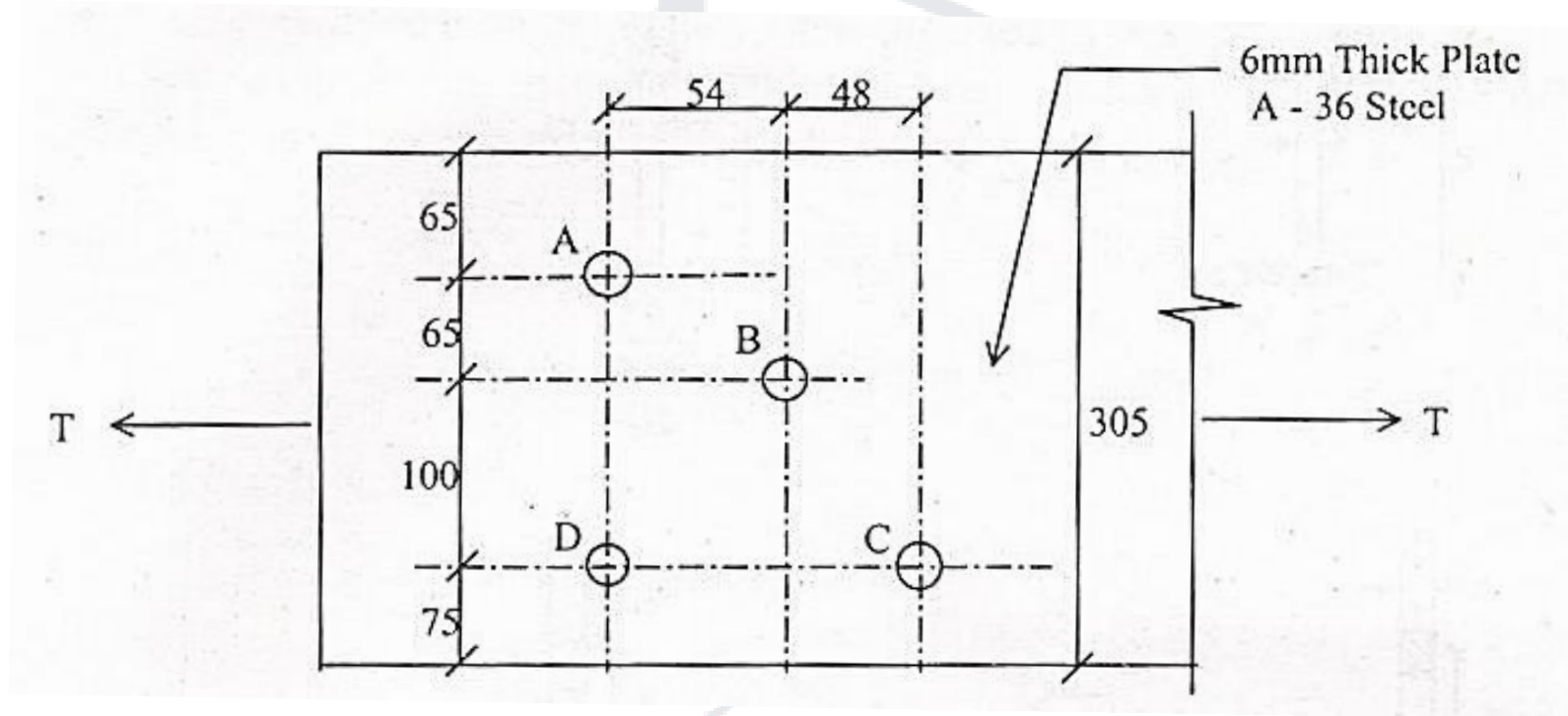


Length of failure Path 1-2 =  $w - d$

Length of failure Path 1-3 =  $w - 2d + (s^2 / 4g)$

# المساحة الصافية

**مثال:** المطلوب حساب المساحة الصافية الصغرى للصفحة المبينة على الشكل التالي. قطر البرغي  $d_b = 20$  mm.



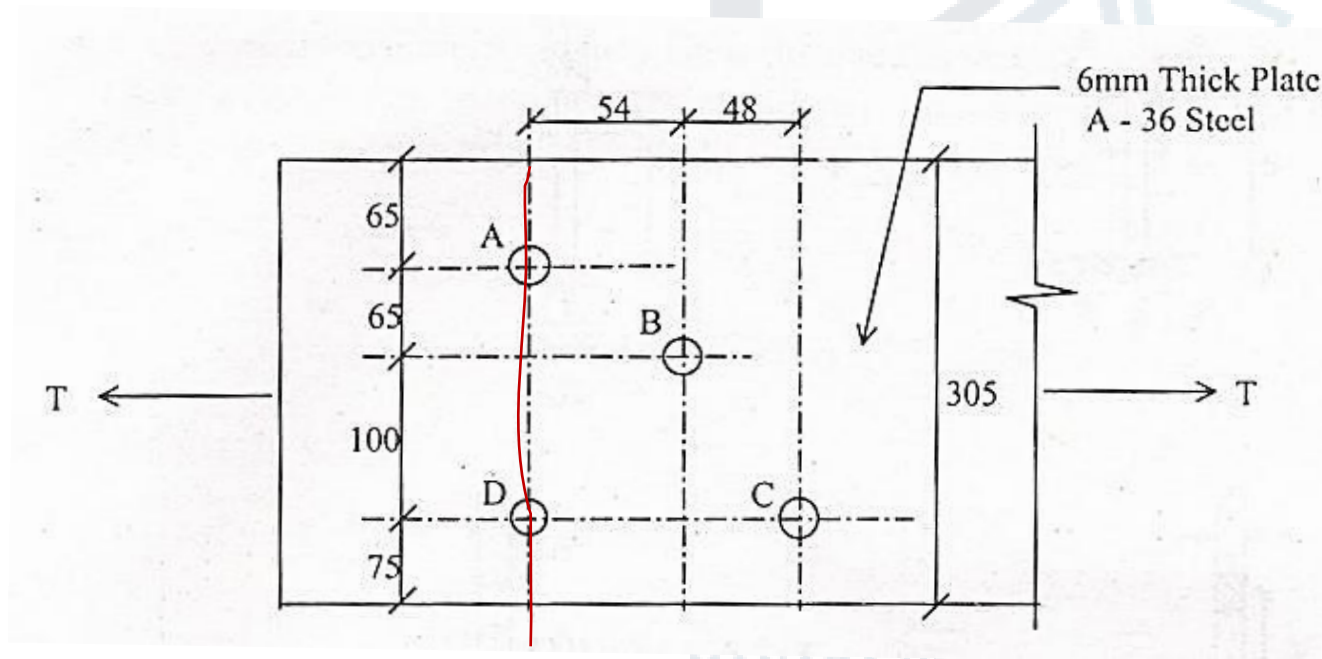
MANARA UNIVERSITY



# المساحة الصافية

المسار AD

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n(d_b + 3.2)t, \\ &= (6)(305) - 2(20 + 3.2)(6) = 1551.6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

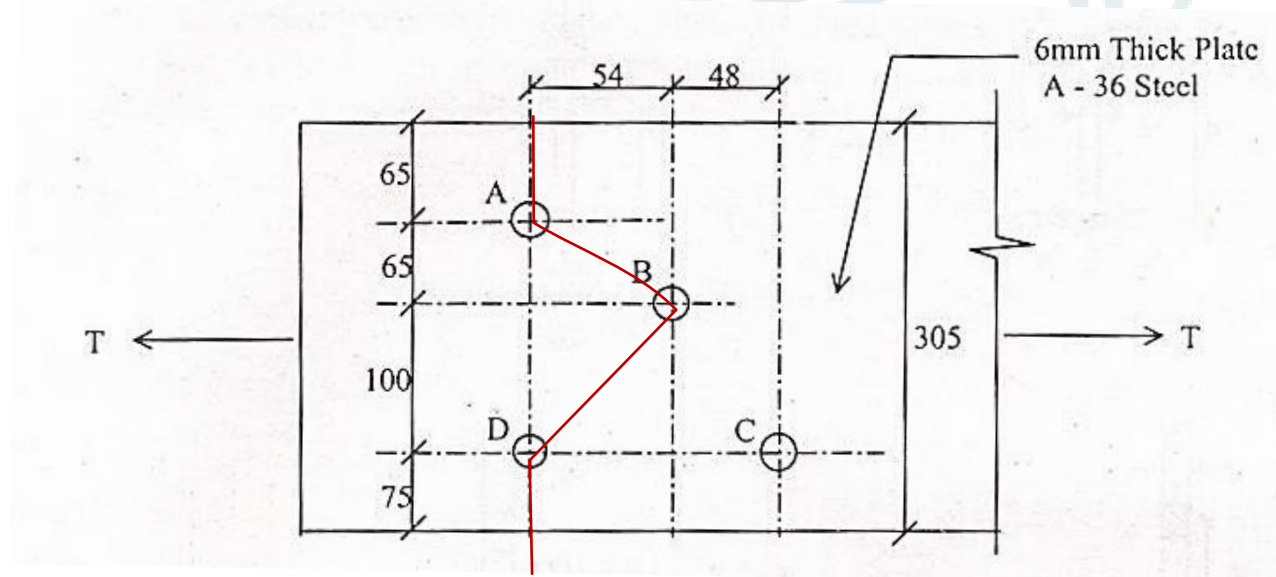


MANARA UNIVERSITY

# المساحة الصافية

المسار ABD

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n(d_b + 3.2)t + \left( \sum \frac{s^2}{4g} \right) t, \\ &= (6)(305) - 3(20 + 3.2)(6) + \left[ \frac{54^2}{(4)(65)} + \frac{54^2}{(4)(100)} \right] (6) \\ &= 1523.43 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

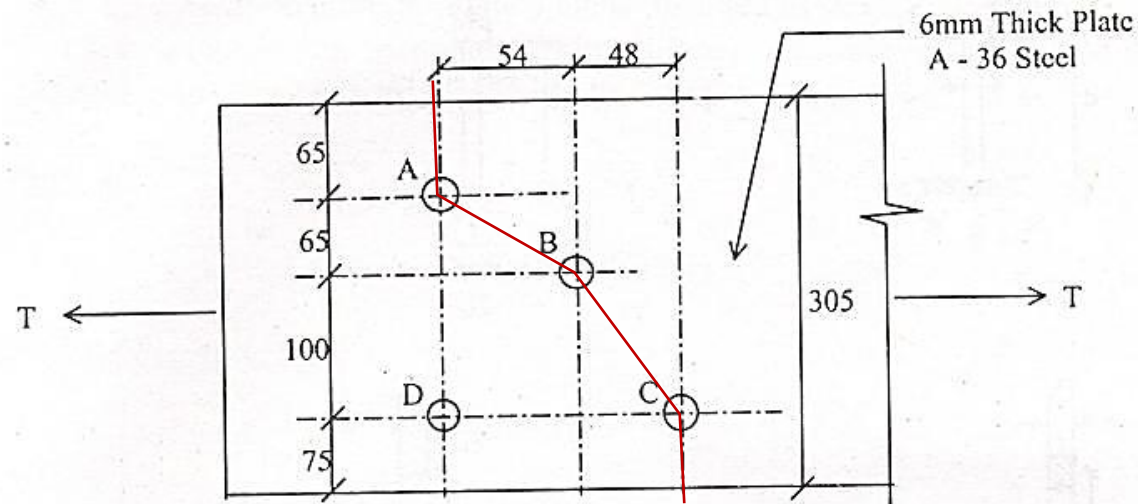


# المساحة الصافية

المسار ABC

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n(d_b + 3.2)t + \left( \sum \frac{s^2}{4g} \right) t, \\ &= (6)(305) - 3(20 + 3.2)(6) + \left[ \frac{54^2}{(4)(65)} + \frac{48^2}{(4)(100)} \right] (6) \\ &= 1514.25 \text{ mm}^2 \quad (\text{controls}) \end{aligned}$$

$$A_n = 1514.25 \text{ mm}^2$$



**وظيفة:** المطلوب حساب المساحة الصافية الصغرى (الحرجة) للصفحة المبينة على الشكل التالي.  
قطر البرغي  $d_b = 20 \text{ mm}$ . سماكة الصفحة  $t = 12 \text{ mm}$ .

