Connections Subjected to Torsion

الوصلات المعرضة لعزوم التواء

نسألكم الدعاء

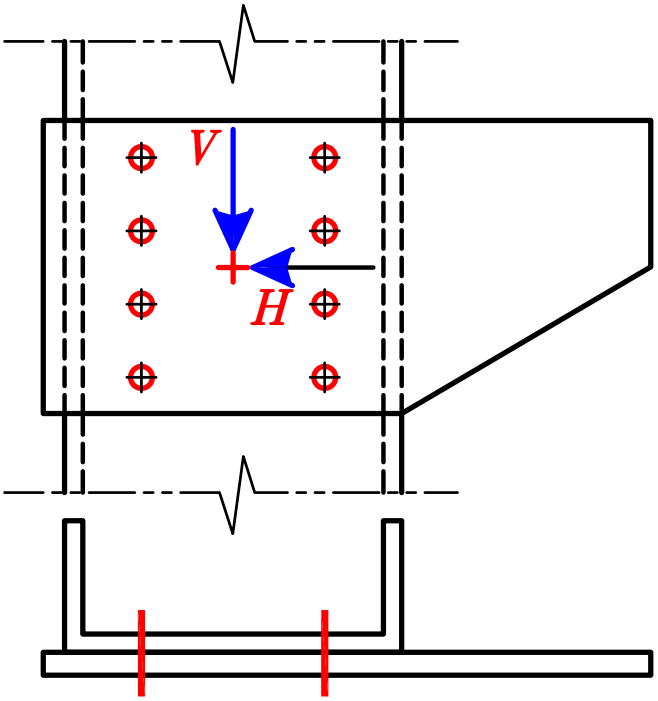
Table of Contents

* Introduction ---------- Page 2
* Critical Bolt ---------- Page 9
* Failure in Connection ---------- Page 10
* خطوات الحل ---------- Page 17
* Examples ---------- Page 18

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Introduction

لو الـ *Shear forces* المؤثرة على المسامير تؤثر فى *C.g* المسامير فان الـ *Forces* تتوزع على المسامير بالتساوى و هذا كما درسنا فى درس الـ *Connections* حيث دائما كان الحمل يؤثر فى *C.g* المسامير.



Elevation

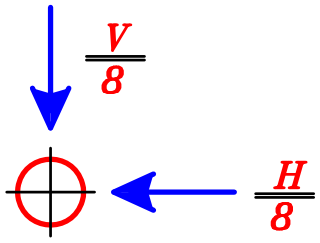
Plan

فمثلا هنا الـ *Forces* تتوزع على المسامير بالتساوى لانها تؤثر فى الـ *C.g* .

و بالتالى القوة الرأسية($2P$) تتوزع على المسامير بالتساوى فكل مسمار يأخذ ($\frac{2P}{8}$)

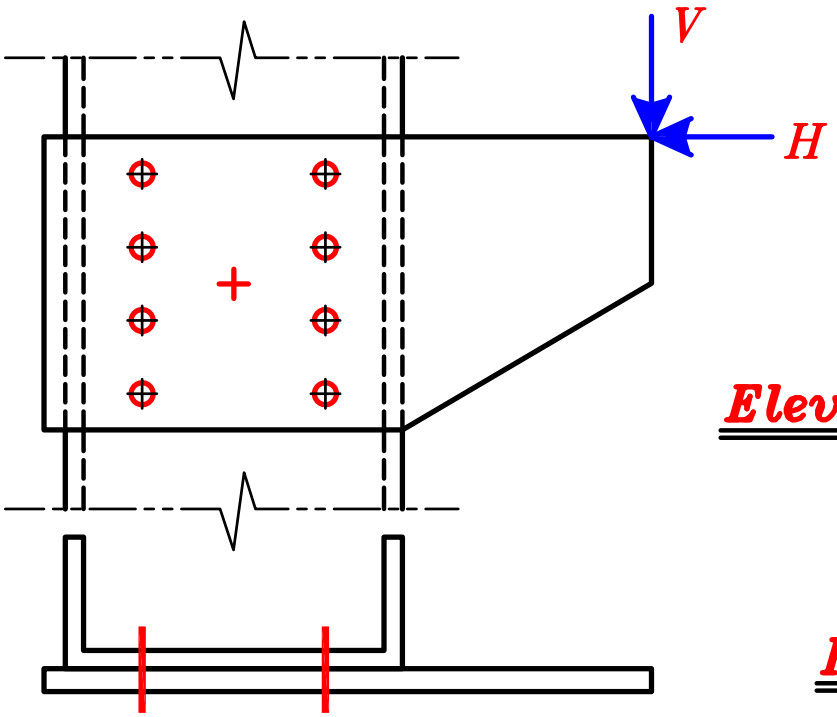
و بالتالى القوة الافقية (P) تتوزع على المسامير بالتساوى فكل مسمار يأخذ ($\frac{P}{8}$)

و هنا نجد أن كل المسامير يؤثر عليها نفس القوة فكل مسمار نجد عليه



و لكن لو الـ *Forces* لا تؤثر فى *C.g* المسامير فان القوة لا تتوزع بالتساوى على المسامير و هذا ما سوف نتعلمه فى هذا الدرس و السبب فى ذلك أنه طالما أن الـ *Forces* لا تؤثر فى *C.g* المسامير فهذا معناه وجود *Torsional moment* على المسامير بالاضافة الى الـ *Forces* .

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)



و لمعرفة الـ *Forces* المؤثرة على كل مسمار نقوم بالتالى

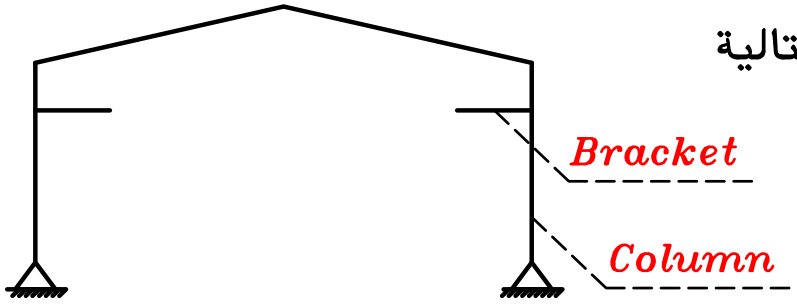
١- ننقل الـ *Forces* الى *C.g* المسامير فتنتقل بنفس قيمتها بالاضافة الى الـ *Torsional moment* .

٢- لحساب قيمة الـ *Torsional moment* (M_t) نأخذ عزوم القوى حول الـ *C.g* .

٣- نحسب القوة الافقية و الرأسية على كل مسمار و فى هذه الحالة تكون عبارة عن مجموع القوة نتيجة الـ *Forces* اللى نقلناها للـ *C.g* بالاضافة الى القوة الناتجة من الـ (M_t) .

٤- ما يهمنا هو أكبر مسمار عليه *Force* و لحساب القوى المؤثرة عليه لابد من تحديده أولا و يسمى بالـ *Critical bolt* و هو المسمار الذى تكون محصلة القوة الافقية و الرأسية فى نفس اتجاه الحمل الناتج من الـ (M_t)

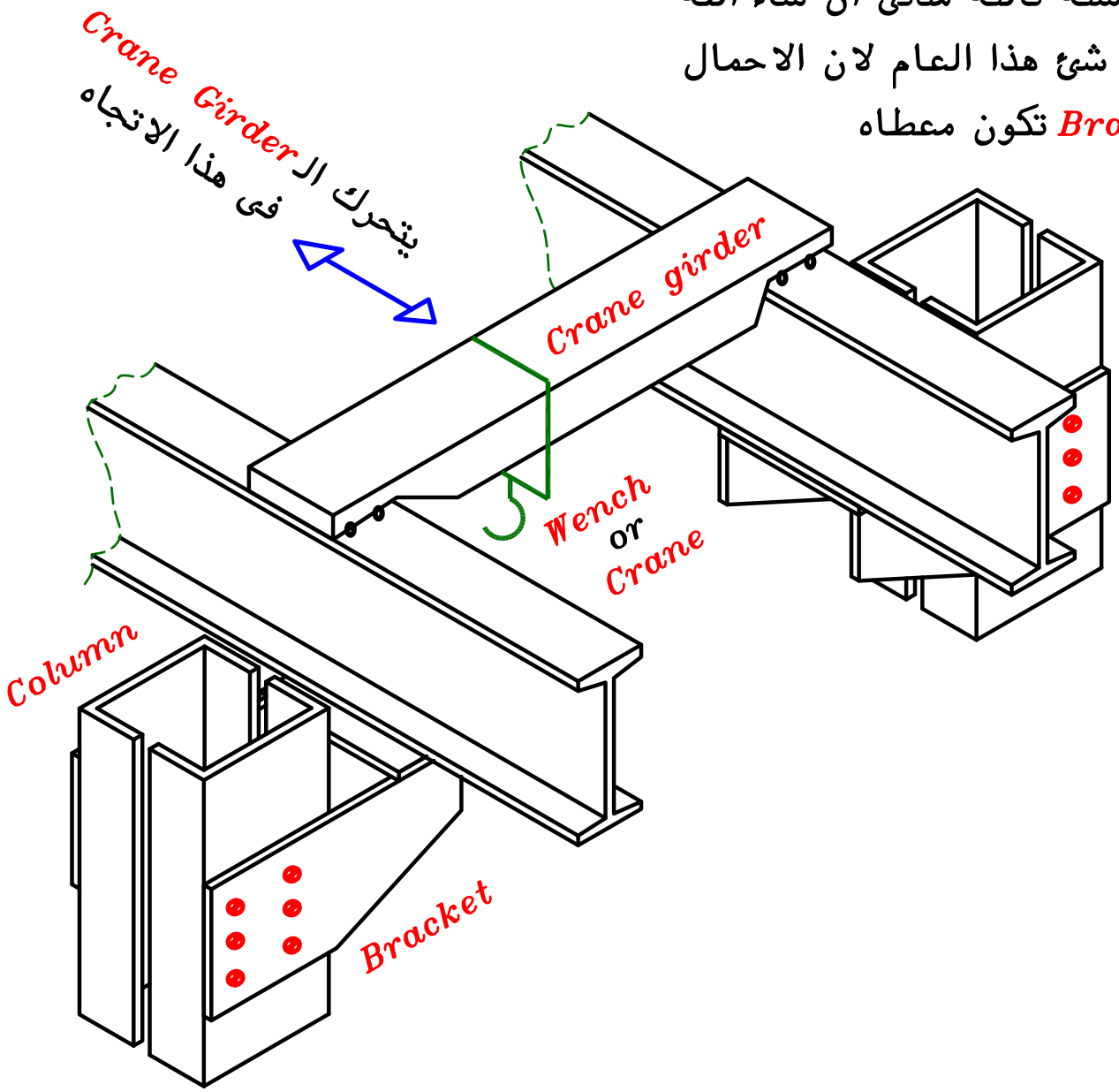
و هذه الـ *Connection* من الممكن أن نشاهدها فى المصانع حيث كثير مانحتاج الى تركيب *Wench* لحمل أى شئ بداخل المصنع و يتم تركيب الـ *Wench* على كمرة تسمى الـ *Crane girder* و تكون هذه الكمرة *Supported* على *Brackets* مثبتة فى الاعمدة كما فى الصفحة التالية



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

و من الممكن أن يكون شكل الـ *Crane* كالتالى و يكون الـ *Crane Girder* نفسه متحرك و هذا سوف ندرسه فى مادة الـ *Steel* فى سنة ثالثة مدنى ان شاء الله

و هذا لا يفرق معنا أى شئ هذا العام لان الاحمال الموجودة على الـ *Bracket* تكون معطاه



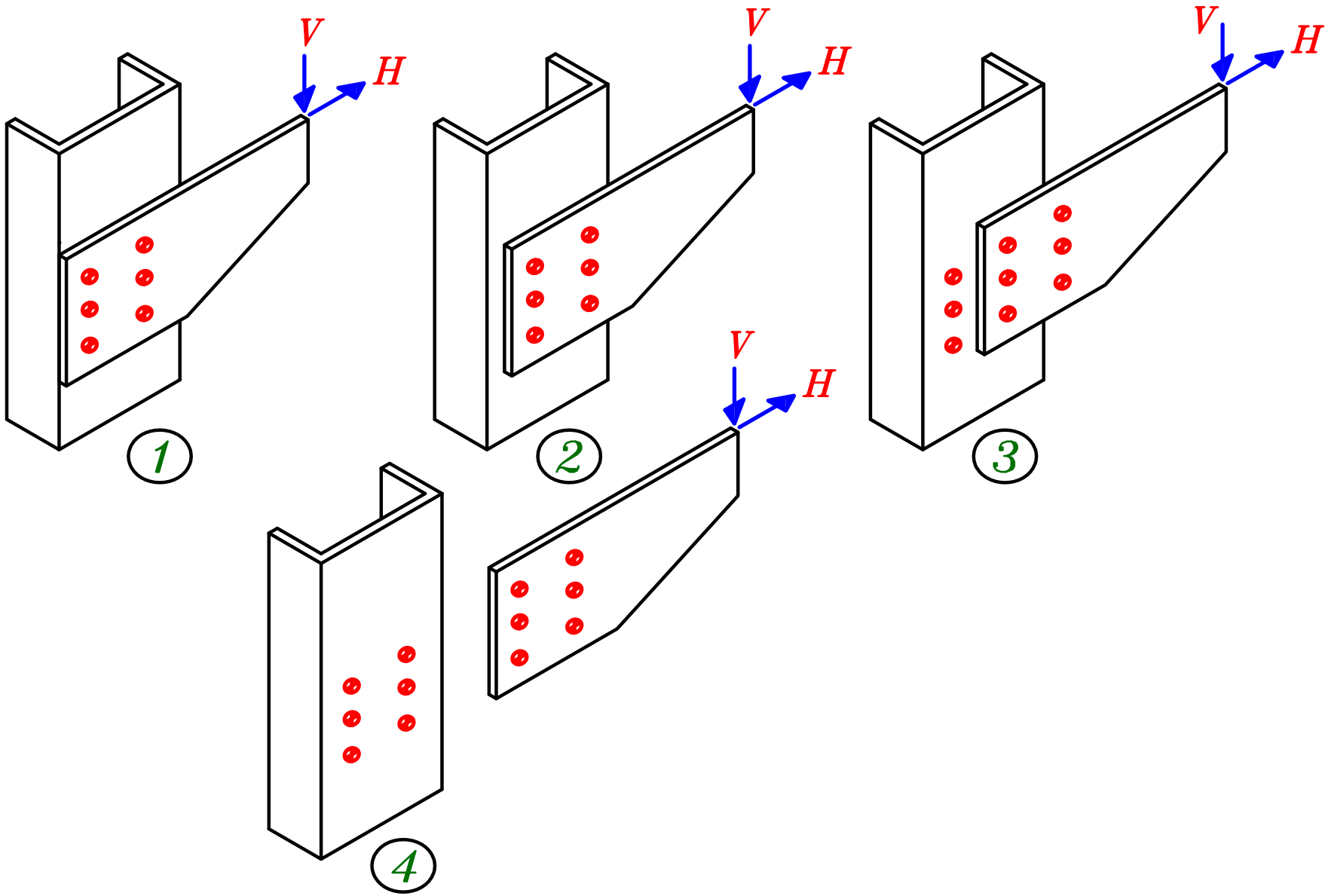
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed.(www.yasserelleathy.com)

و فى هذا الدرس ندرس احتمالات حدوث *Failure* للـ *Bracket*

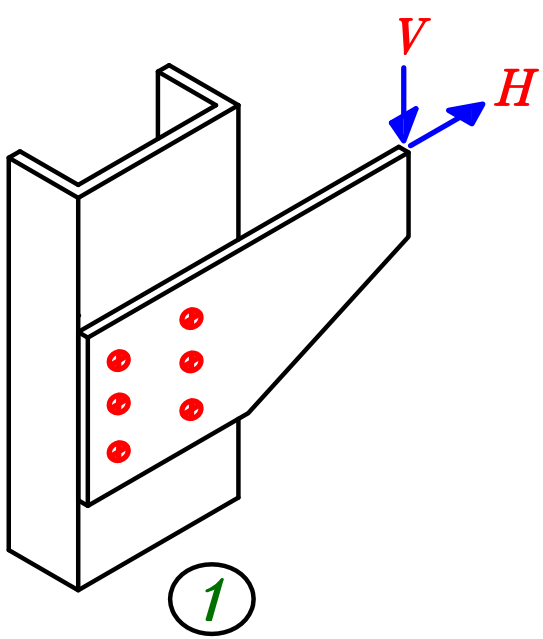
الاحتمال الاول

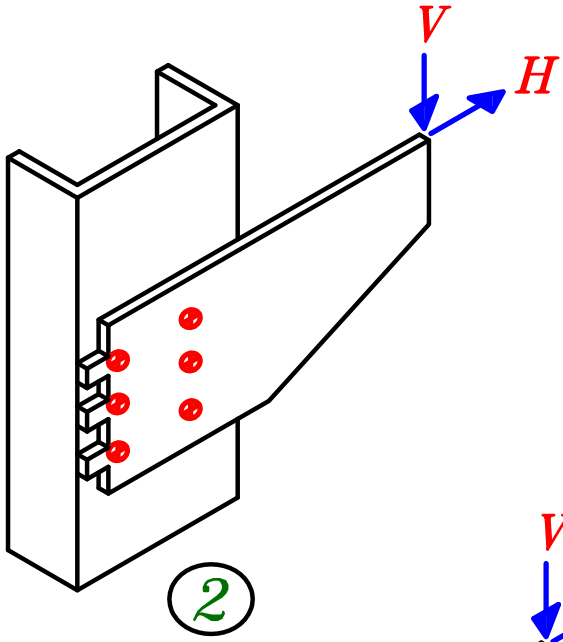
من الممكن أن يحدث انهيار فى الـ *Critical Bolt* نتيجة الـ *Shear* و هذا الانهيار نسميه *Shear failure in critical bolt* .

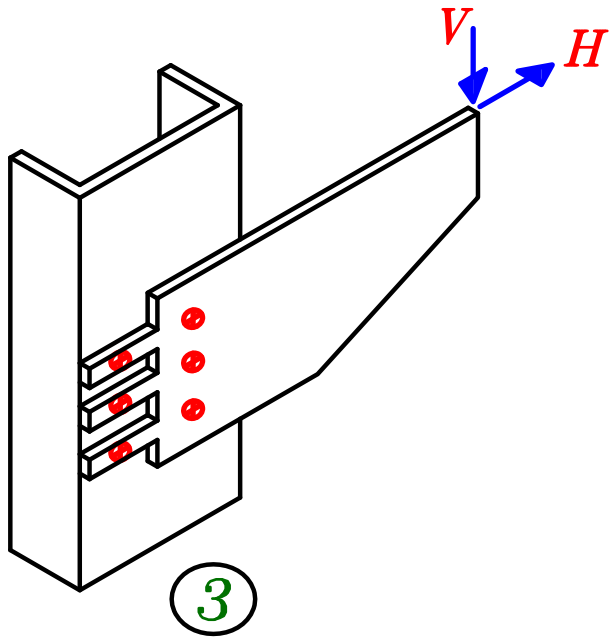


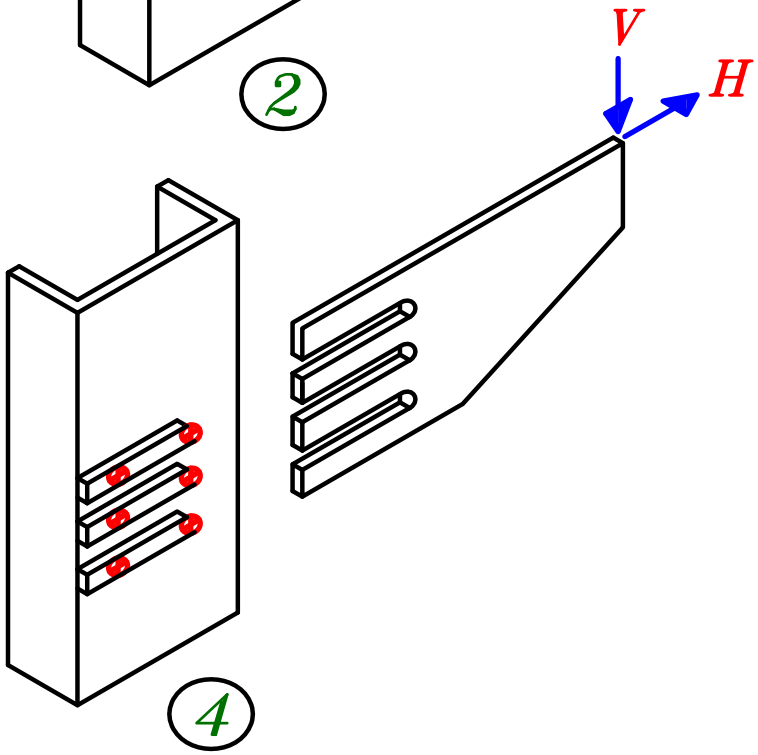
الاحتمال الثانى

من الممكن أن يحدث انهيار فى الـ *Plate* نتيجة الـ ***Bearing stresses*** و هذا الانهيار نسميه ***Bearing failure in plates*** .





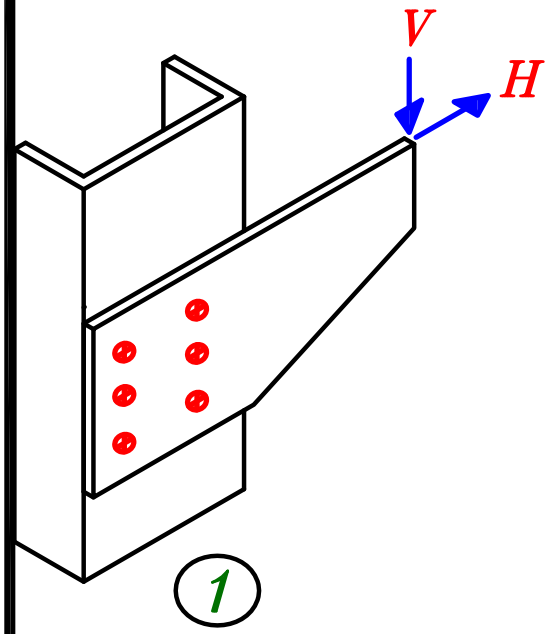


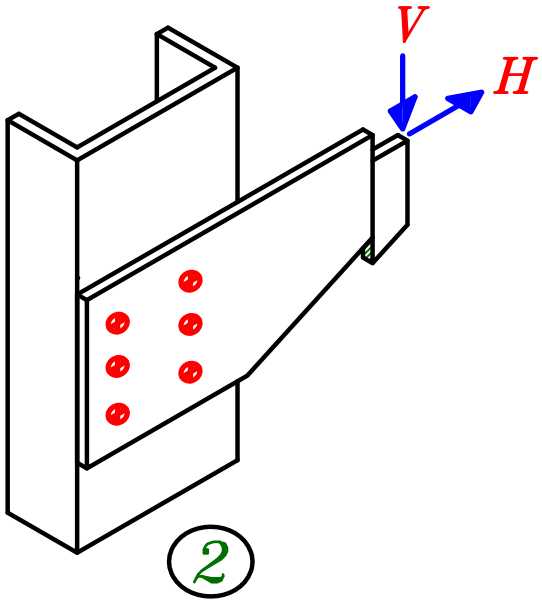


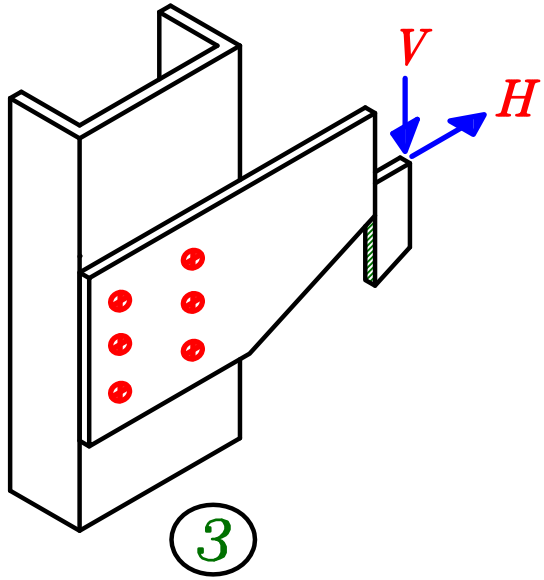
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed.(www.yasserelleathy.com)

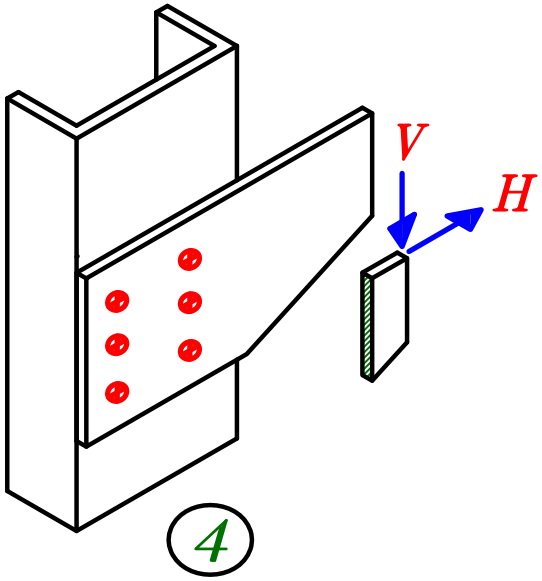
الاحتمال الثالث

من الممكن أن يحدث انهيار فى الـ *Plate* نتيجة الـ *Shear* على الـ *Plate* و هذا الانهيار نسميه *Shear failure in plates* .





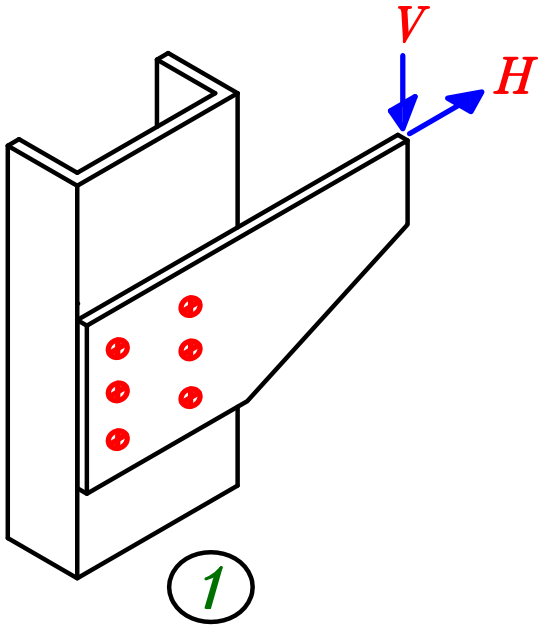


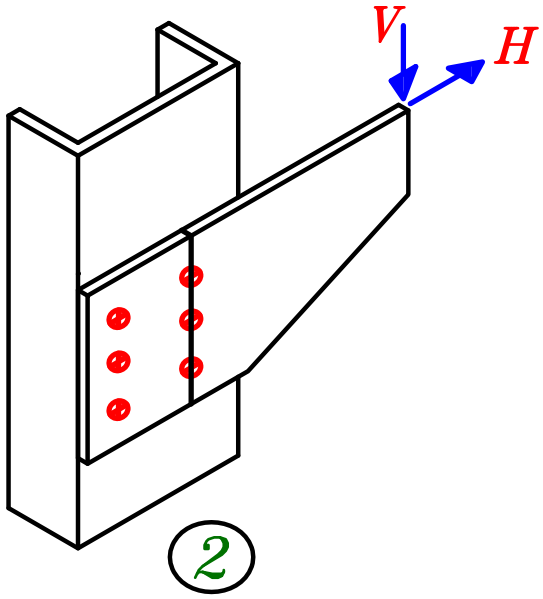


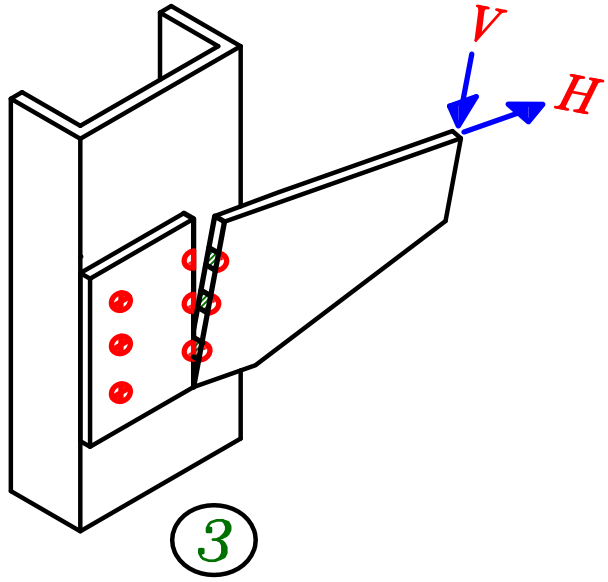
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

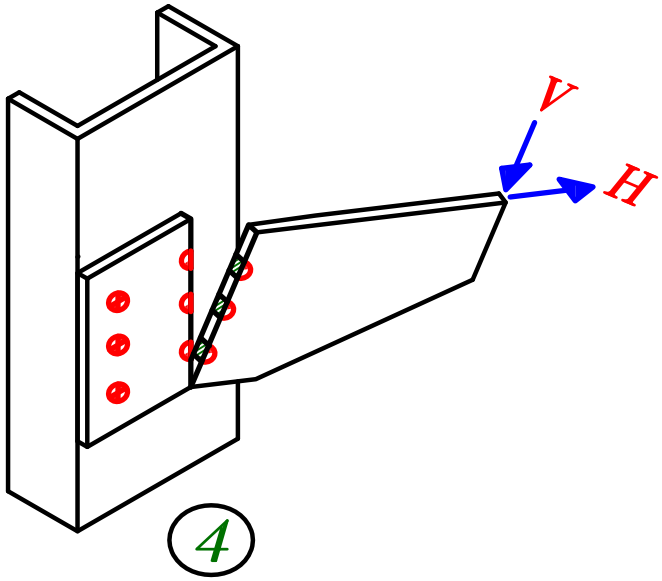
الاحتمال الرابع

من الممكن أن يحدث انهيار فى الـ *Plate* نتيجة الـ *normal stresses* سواء شد أو ضغط و هذا الانهيار يسمى *normal failure in plates* .









© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed.(www.yasserelleathy.com)

طريقة تحديد المسمار الـ Critical

Critical Bolt

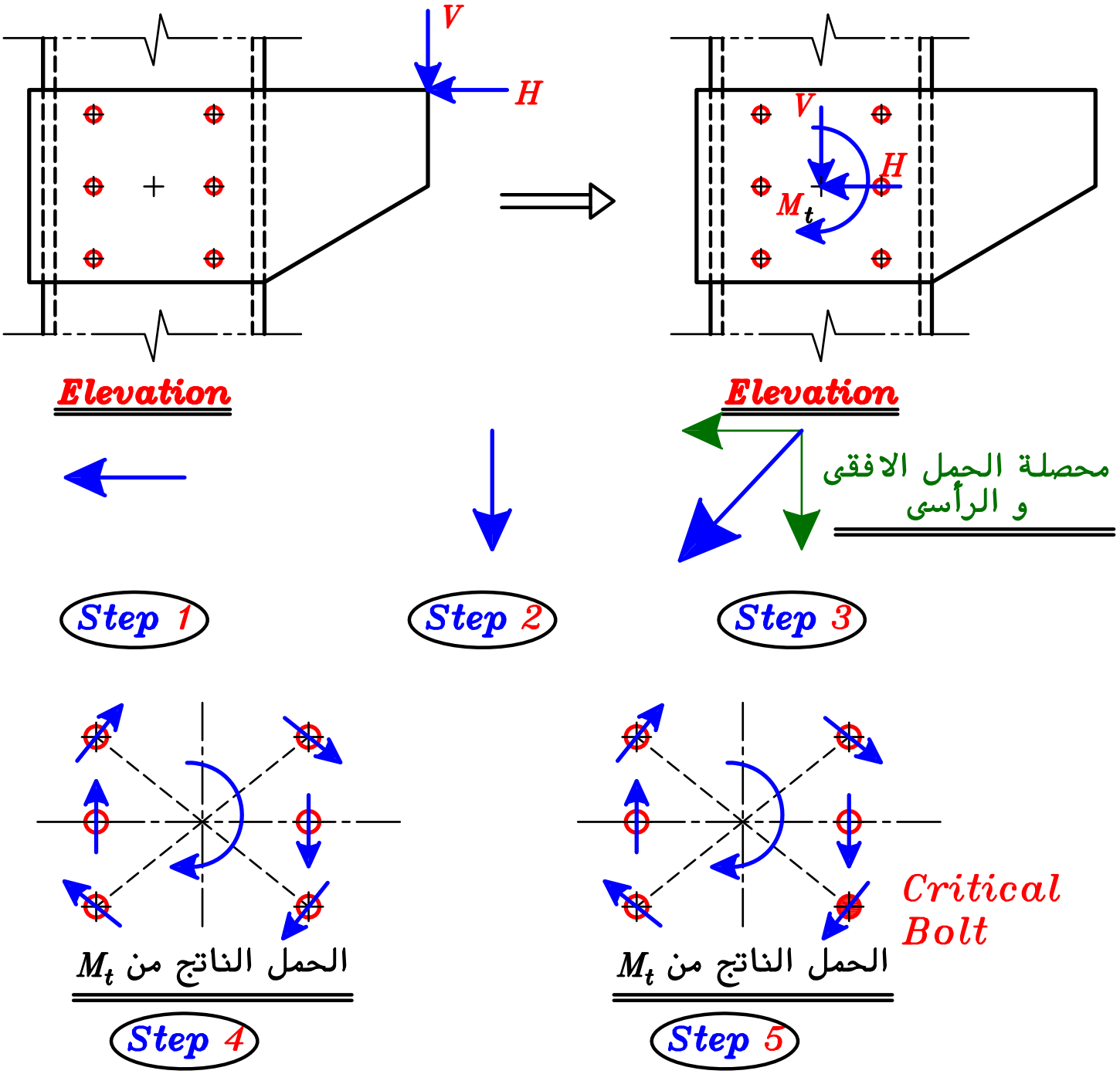
١- يتم تحديد اتجاه الحمل الافقى .

٢- يتم تحديد اتجاه الحمل الرأسى .

٣- يتم تحديد اتجاه محصلة الحمل الافقى و الرأسى .

٤- يتم تحديد اتجاه الحمل الناتج عن (M_t) لكل مسمار و هو عبارة عن خط عمودى على الخط الواصل من الـ C.g الى كل مسمار و فى اتجاه دوران الـ (M_t) .

٥- يكون المسمار الـ Critical هو المسمار الذى عنده محصلة الحمل الافقى و الرأسى فى اتجاه الحمل الناتج من الـ (M_t) .



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Failure In Connection

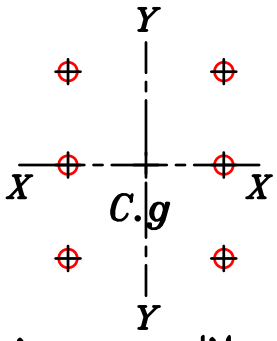
1-Shear stresses in bolts

الاحتمال الاول

القوى الخارجية المؤثرة على الـ Connection وهى الـ V&H تسبب Torsion و بالتالى تكون القوة المؤثرة على المسامير غير متساوية و المسمار الذى يتعرض لاكبر قوة هو أول مسمار سوف يحدث له الكسر و نسميه بالـ Critical bolt و قد تعلمنا تحديد مكانه و الان نتعلم كيفية ايجاد القوة به (R) .

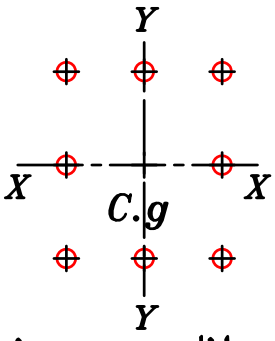
١- يجب تحديد الـ C.g للـ Bolts باعتبارها مجموعة قطاعات دائرية .

Example



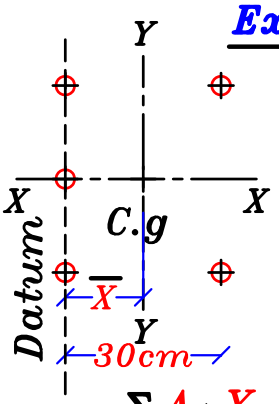
من التماثل محور X فى المنتصف و محور Y فى المنتصف .

Example



من التماثل محور X فى المنتصف و محور Y فى المنتصف .

Example

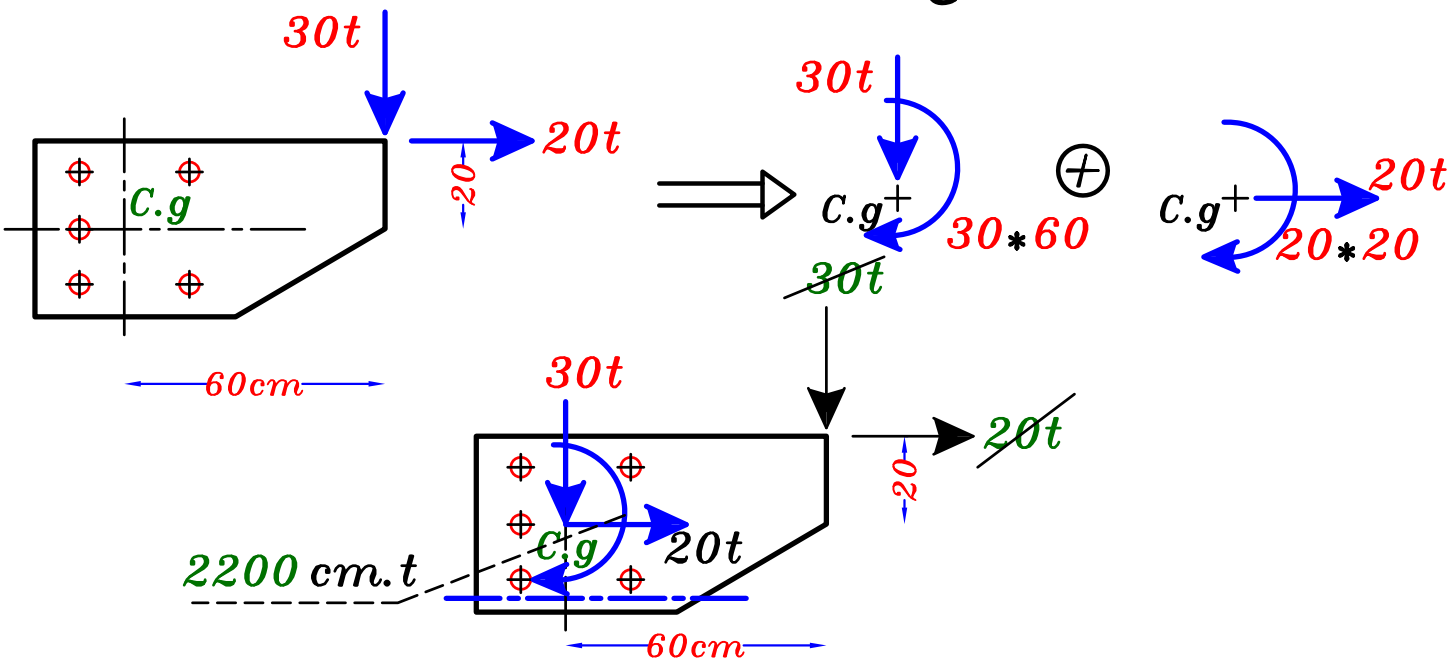


$$\bar{X} = \frac{\Sigma A * X}{\Sigma A}$$

$$= \frac{3 * A_{\phi} * 0 + 2 * A_{\phi} * 30}{5 * A_{\phi}}$$

$$= 12\ Cm$$

٢- يجب نقل الاحمال الى C.g المسامير مع مراعاة أن الحمل ينتقل بـ Force و moment و يكون مجموع هذه الـ moments هو الـ (M_t).

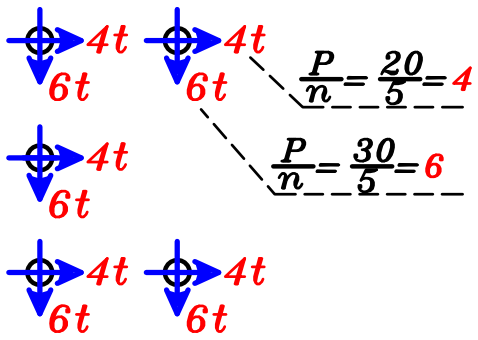


© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

٣- يجب توزيع الاحمال الـ $30t$ & $20t$ & $2040cm.t$ على المسامير كلها كالتالى

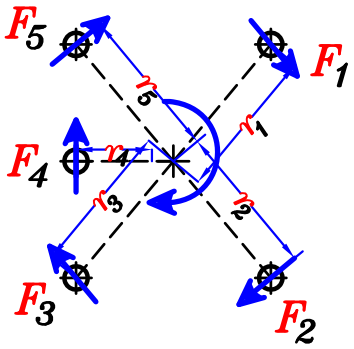
أولا نوزع الحمل الـ $30t$ أى الحمل الرأسى على المسامير بالتساوى

ثانيا نوزع الحمل الـ $20t$ أى الحمل الافقى على المسامير بالتساوى



ثالثا نوزع العزم $2040cm.t$ على المسامير كالتالى

نحدد اتجاه القوة على كل مسمار الناتجة من الـ M_t و نأخذ عزوم هذه الـ $forces$ حول الـ $C.g$ و نساويه بالـ M_t و نساويه بالـ $forces$ ببعضها.



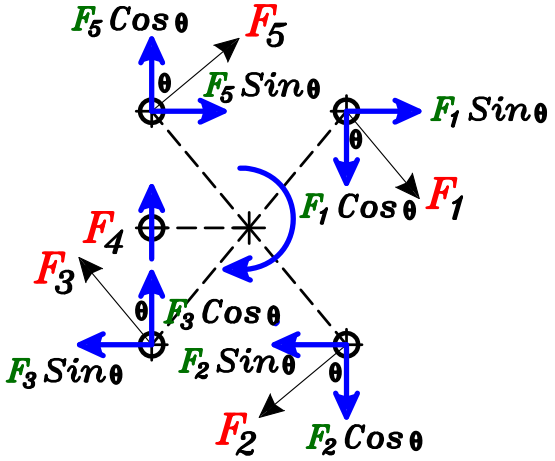
$$M_t = F_1 * r_1 + F_2 * r_2 + F_3 * r_3 + F_4 * r_4 + F_5 * r_5 \Longrightarrow Eq.1$$

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2} = \frac{F_3}{r_3} = \ldots\ldots \Longrightarrow Eq.2$$

#نعوض من المعادلة الثانية فى المعادلة الاولى لجعلها فى مجهول واحد و هو الـ $Force$ فى المسمار المراد حسابه و غالبا يكون المسمار الـ $Critical$.

$$M_t = F_1 * r_1 + \frac{F_1 r_2}{r_1} * r_2 + \frac{F_1 r_3}{r_1} * r_3 + \frac{F_1 r_4}{r_1} * r_4 + \frac{F_1 r_5}{r_1} * r_5 + \frac{F_1 r_6}{r_1} * r_6$$

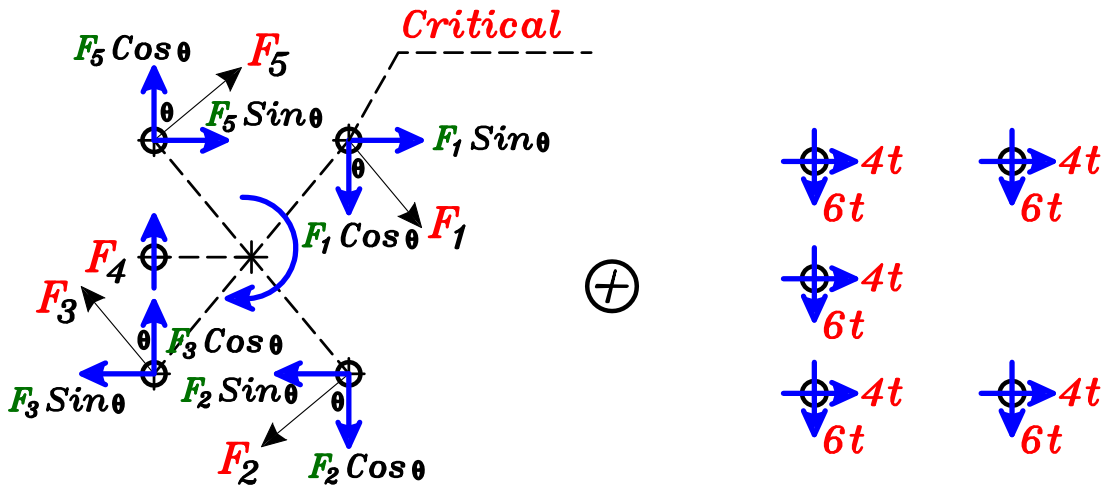
من هذه المعادلة يمكن الحصول على الـ $Force$ فى المسمار F_1 و من المعادلة الثانية ممكن الحصول على باقى القوى.



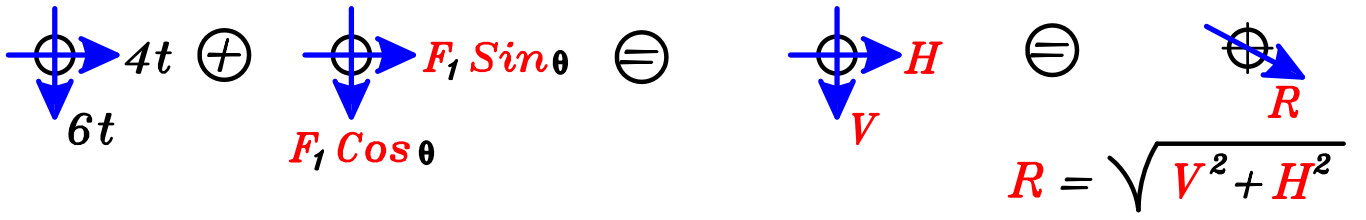
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

و لايجاد القوة النهائية فى كل مسمار نجمع المركبة الافقية و الرأسية للـ Force نتيجة الـ M_t و نجمعها على الـ Force الافقية و الرأسية على كل مسمار نتيجة توزيع الـ 20t &30t ثم نحسب الـ Resultant.

و بالطبع فان المسمار الـ Critical هو المسمار الذى يكون عليه مركبة الـ Force الافقية و الرأسية نتيجة توزيع الـ 20t &30t نتيجة الـ M_t فى نفس اتجاه الـ Force.



و لحساب الـ Force على المسمار الـ Critical



و المحصلة R للمسمار الـ Critical سوف نستخدمها فى التالى

الاحتمال الاول

Shear stress on bolts

$$q_s = \frac{R}{m \times A \phi}$$

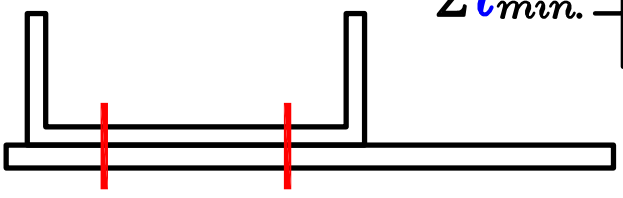
الاحتمال الثانى

Bearing stress in plates

$$q_b = \frac{R}{\phi \times \Sigma t_{min.}}$$

$\Sigma t_{min.}$ — Bracket plate thickness

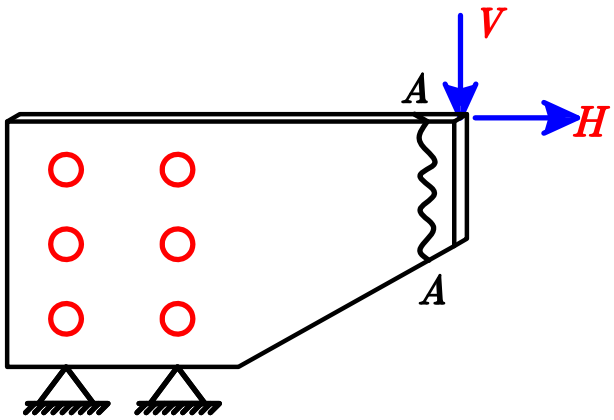
$\Sigma t_{min.}$ — Channel thickness

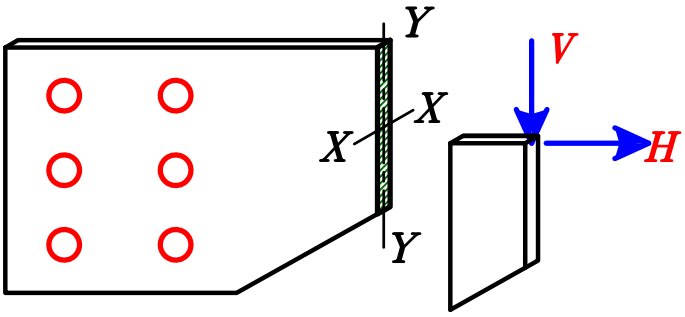


© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

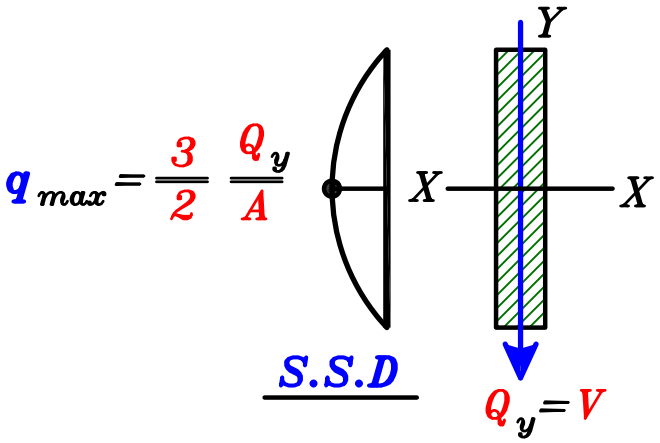
3–Shear failure in plates

الاحتمال الثالث





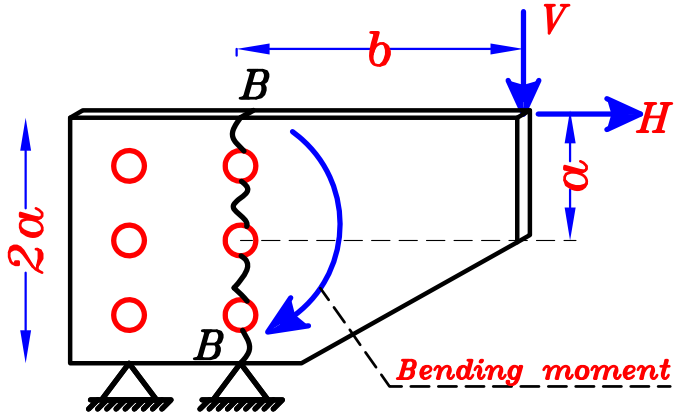
نعتبر الـ *Bracket* كأنه كمرة و كل صف مسامير كأنه الـ *Support* .

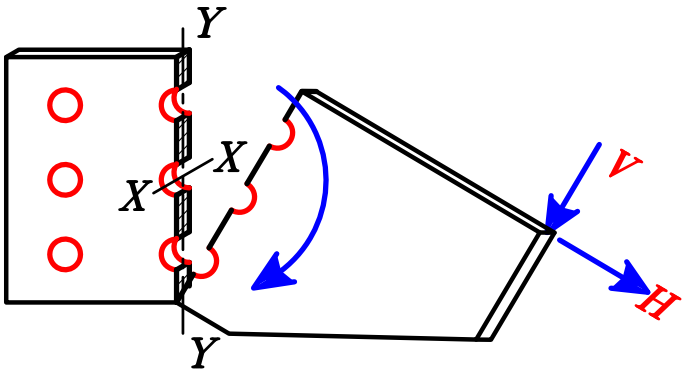


و القطاع الـ *Critical* يكون *Sec A–A* حيث أنه أقل *Area* .

4–Normal failure in plates

الاحتمال الرابع





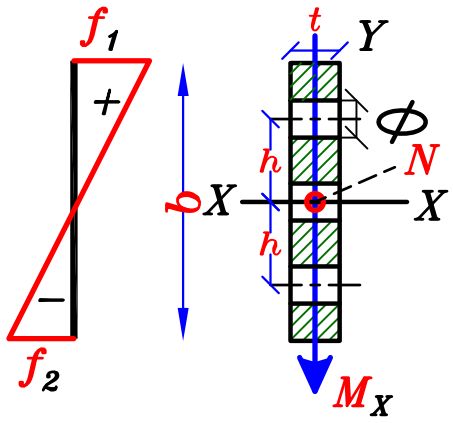
نعتبر الـ *Bracket* كأنه كمرة و كل صف مسامير كأنه الـ *Support* .

For sec. B–B

$N = H$ (Tens.) $M_X = H * a + V * b$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

For sec. B–B



$$N = H \ (Tens.)$$

$$M_X = H * a + V * b$$

$$M_y = 0$$

Normal stress equation

$$f = \pm \frac{N}{A_{net}} \pm \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \pm \frac{M_Y}{I_{Y_{net}}} X$$

Tensile stresses

$$f_1 = + \frac{N}{A_{net}} + \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

Compression stresses

$$f_2 = + \frac{N}{A_{net}} - \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

$$A_{net} = b * t - n * \phi * t$$

n: عدد المسامير فى القطاع

$$I_{X_{net}} = \frac{t\, b^3}{12} - 2\,(\phi * t) * h^2$$

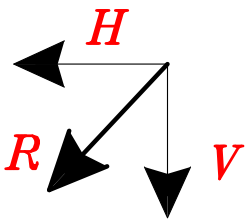
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

طريقة حساب الـ Force على المسمار الـ Critical

الطريقة الاولى

$$V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(X)$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(Y)$$



$$R = \sqrt{V^2 + H^2} \qquad \Sigma r^2 = \Sigma x^2 + \Sigma y^2$$

Where

x & y ⟹ البعد الرأسى و الافقى لكل مسمار عن $C.g$ المسامير

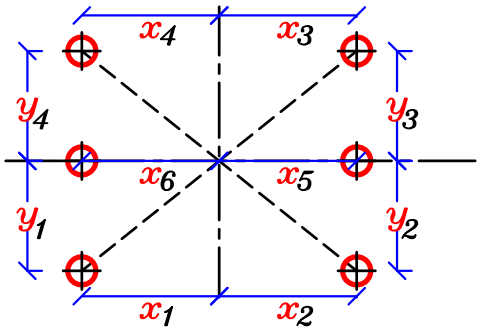
V ⟹ الحمل الرأسى على المسمار الـ $Critical$ الناتج من الـ $Forces$ & M_t

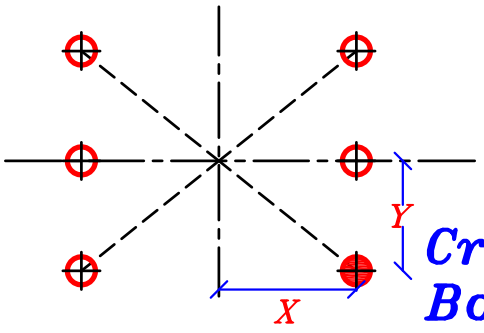
H ⟹ الحمل الافقى على المسمار الـ $Critical$ الناتج من الـ $Forces$ & M_t

H ⟹ الحمل الكلى على المسمار الـ $Critical$ الناتج من الـ $Forces$ & M_t و هو محصلة الـ V & H

X ⟹ البعد الافقى للمسمار الـ $Critical$ عن $C.g$ المسامير

Y ⟹ البعد الرأسى للمسمار الـ $Critical$ عن $C.g$ المسامير





Critical Bolt

و فى درس الـ Connections استنتجنا معادلة الـ Shear stress و الـ Bearing على المسمار الواحد كالتالى

$$q_s = \frac{P}{n \, x \, m \, x \, A_\phi} \qquad q_b = \frac{P}{n \, x \, \phi \, x \, \Sigma t_{min.}}$$

و من الممكن كتابة المعادلة كالتالى

$$q_s = \frac{P/n}{m \, x \, A_\phi} \qquad q_b = \frac{P/n}{\phi \, x \, \Sigma t_{min.}}$$

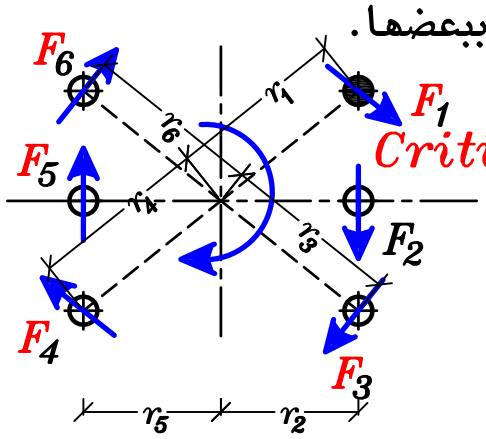
حيث الـ P/n كانت عبارة عن القوة المؤثرة على المسمار الواحد و لكن فى هذا الدرس القوة المؤثرة على المسمار الـ $Critical$ هى الـ R

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$$q_s = \frac{R}{m \times A_\phi} \qquad q_b = \frac{R}{\phi \times \Sigma t_{min.}}$$

الطريقة الثانية (طريقة المحاضرة)

١- نحدد اتجاه القوة على كل مسمار الناتجة من الـ M_t و نأخذ عزوم هذه الـ forces حول الـ C.g و نساويه بالـ M_t و نساويه بالـ forces ببعضها.



$$M_t = F_1 * r_1 + F_2 * r_2 + F_3 * r_3 + F_4 * r_4 + F_5 * r_5 + F_6 * r_6 \Longrightarrow Eq.1$$

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2} = \frac{F_3}{r_3} = \ldots\ldots \Longrightarrow Eq.2$$

٢- نعوض من المعادلة الثانية فى المعادلة الاولى لجعلها فى مجهول واحد و هو الـ Force فى المسمار المراد حسابه و غالبا يكون المسمار الـ Critical .

$$M_t = F_1 * r_1 + \frac{F_1 r_2}{r_1} * r_2 + \frac{F_1 r_3}{r_1} * r_3 + \frac{F_1 r_4}{r_1} * r_4 + \frac{F_1 r_5}{r_1} * r_5 + \frac{F_1 r_6}{r_1} * r_6$$

٣- من هذه المعادلة يمكن الحصول على الـ Force فى المسمار الـ Critical و هذه هى الـ Force نتيجة الـ M_t فقط.

٤- نحلل الـ Force فى المسمار الـ Critical (F_1) فى اتجاه الـ (X & Y)

٥- نحسب الحمل الكلى على المسمار الـ Critical الناتج من الـ Forces & M_t

$$V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الرأسى}$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الافقى}$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2}$$

ملحوظة هامة

فى حالة وجود مسمار واقع على الـ C.g تكون القوة فيه نتيجة الـ M_t تساوى صفر

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F}{0} \qquad F = 0$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$$q_s = \frac{R}{m \, x \, A_\phi} \qquad q_b = \frac{R}{\phi \, x \, \Sigma t_{min.}}$$

خطوات حل المسائل

١- يتم تحديد الـ $C.g$ للمسامير كلها .

٢- نحسب قيمة الـ M_t و ذلك بنقل الـ $Forces$ الى الـ $C.g$.

٣- نحدد المسمار الـ $Critical$.

٤- يتم حساب الحمل الرأسى و الحمل الافقى على المسمار الـ $Critical$ نتيجة M_t باحدى الطريقتين يفضل طبعا طريقة المحاضرة .

$$V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الرأسى}$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الافقى}$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2}$$

٥- نحسب الـ $Shear \ \& \ Bearing \ stresses$ على المسمار الـ $Critical$.

$$q_s = \frac{R}{m \, x \, A_\phi} \qquad q_b = \frac{R}{\phi \, x \, \Sigma t_{min.}}$$

٦- نحسب الـ $Shear \ \& \ normal \ stresses \ on \ plate$ لو طلب فى المسألة .

٧- نحسب الـ $Force$ على أى مسمار أخر لو طلب فى المسألة و ذلك بتوزيع القوى الافقية و الرأسية على المسامير بالتساوى و توزيع القوى الناتجة من الـ M_t كما سبق و جمعهم أو طرحهم معا حسب الاتجاهات .

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Example:

For the shown bracket which connected the column by 5 bolts 20 mm diameter it is required to find:

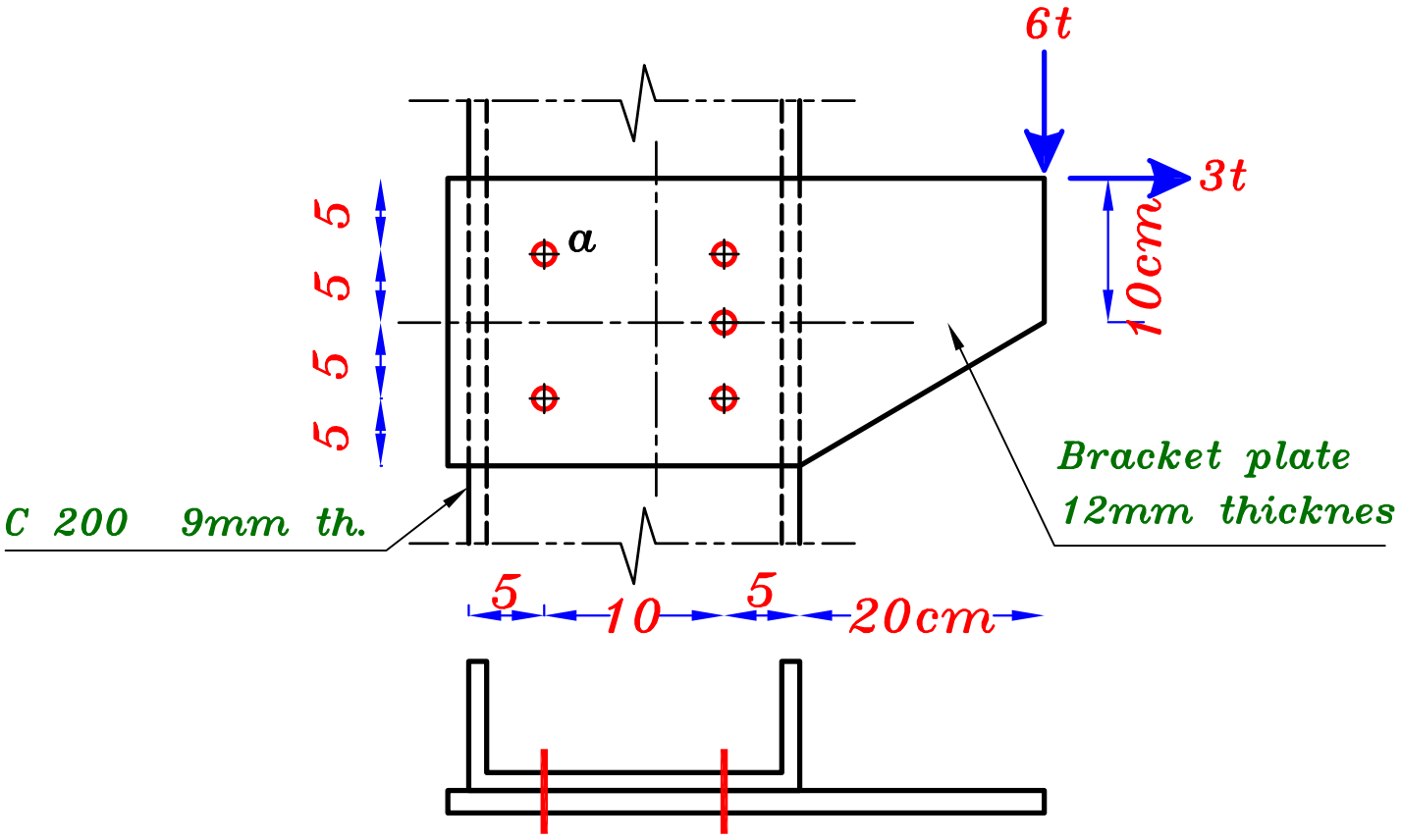
1 – the maximum shear stress in bolts.

2 – the maximum bearing stress in plates.

3 – the maximum shear stress in plate.

4 – the maximum normal stress in plate.

5 – Calculate the forces in bolt a.



Plan

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

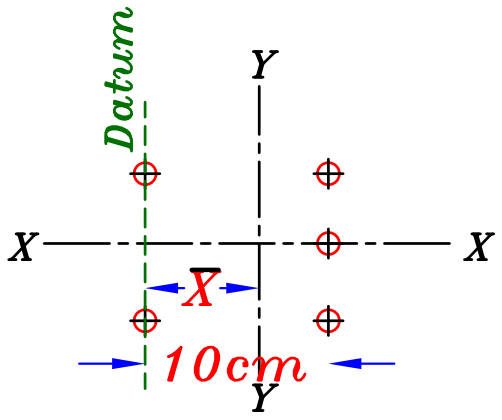
١- يتم تحديد الـ $C.g$ للمسامير كلها .

محور X فى المنتصف من التماثل

و لمعرفة محور Y نحسب الـ $\overline{X}$

حيث نأخذ $Datum$ كما بالشكل و نحسب

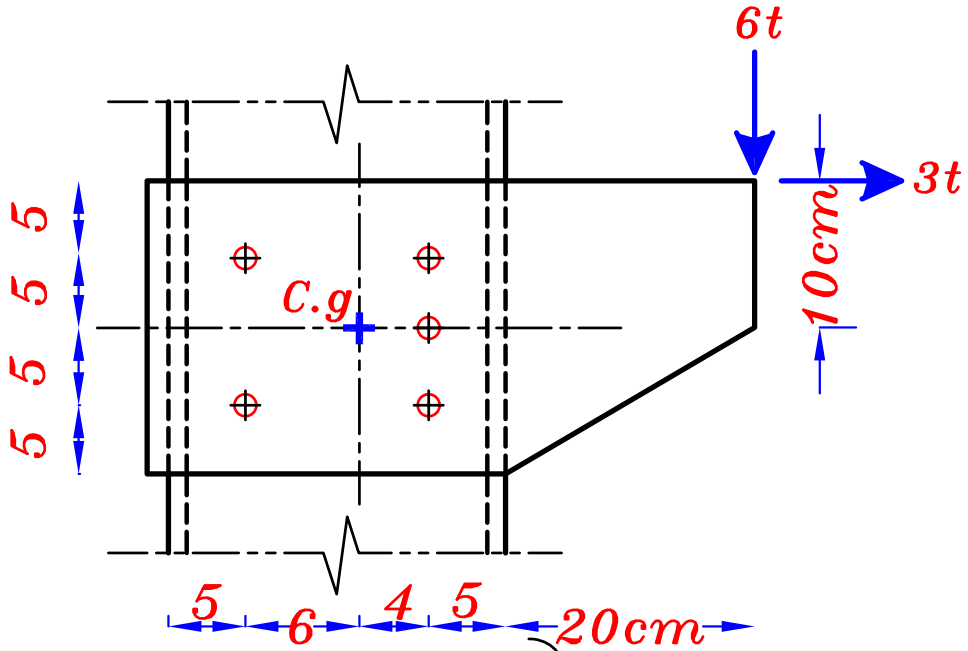
الـ $\overline{X}$ من المعادلة



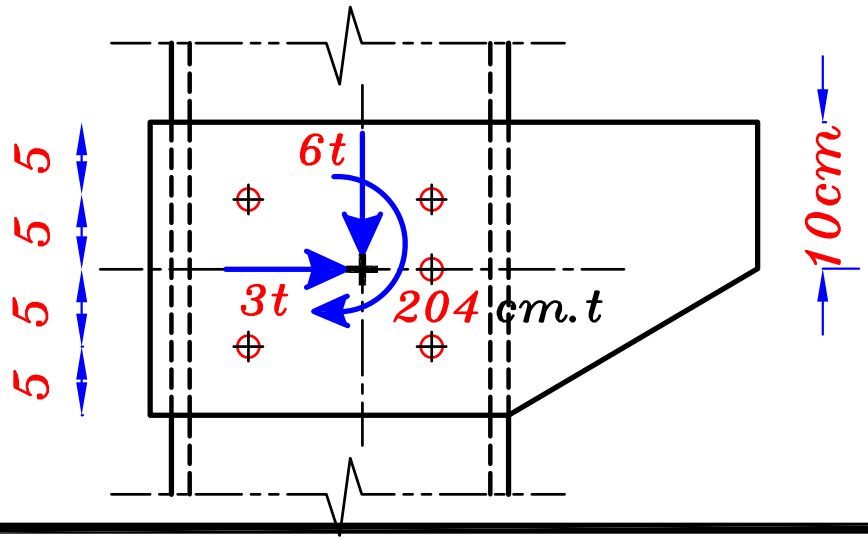
$$\overline{X} = \frac{\Sigma A * X}{\Sigma A}$$

$$= \frac{2 * A_{\phi} * 0 + 3 * A_{\phi} * 10}{5 * A_{\phi}} = 6\ Cm$$

٢- نحسب قيمة الـ M_t و ذلك بنقل الـ $Forces$ الى الـ $C.g$.

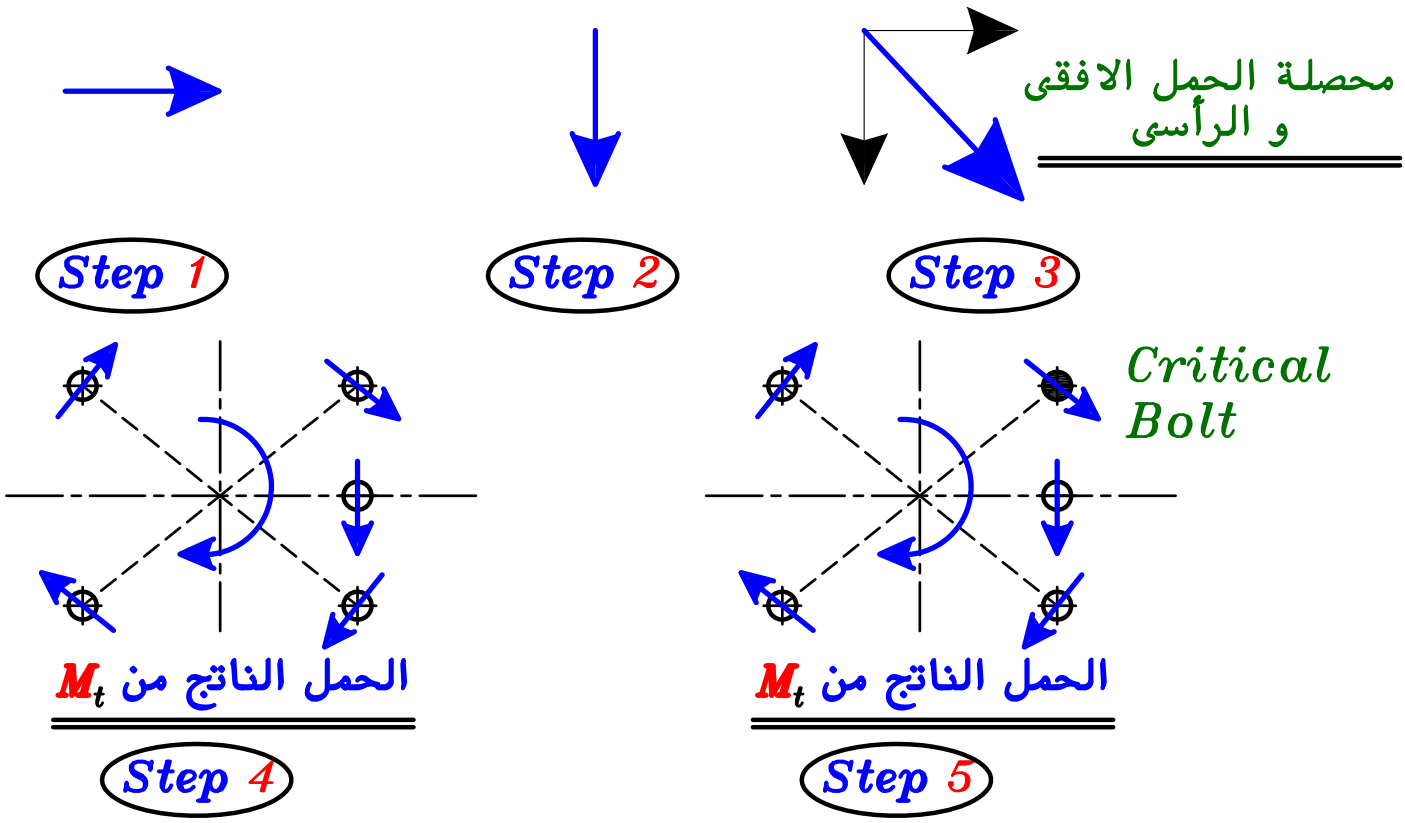


$$M_t = 6 * 29 + 3 * 10 = 204\ cm.t$$

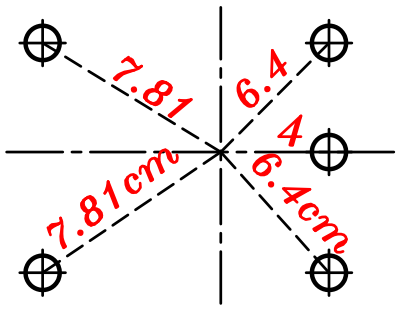


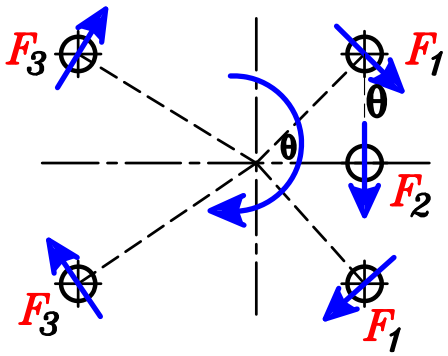
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

٣- نحدد المسمار الـ *Critical* .



٤- يتم حساب الحمل الرأسى و الحمل الافقى على المسمار الـ *Critical* نتيجة M_t باحدى الطريقتين يفضل طبعا طريقة المحاضرة .





المسامير التى لها نفس الـ r يكون عليها نفس الـ *Force* .

$$M_t = 2 * F_1 * 6.4 + F_2 * 4 + 2 * F_3 * 7.81 = 204\ cm.t \Longrightarrow Eq.1$$

$$\frac{F_1}{6.4} = \frac{F_2}{4} = \frac{F_3}{7.81} \Longrightarrow Eq.2$$

$$2 * F_1 * 6.4 + F_2 * 4 + 2 * F_3 * 7.81 = 204$$

$$2 * F_1 * 6.4 + F_1 \frac{4}{6.4} * 4 + 2 * F_1 \frac{7.81}{6.4} * 7.81 = 204$$

$$\boxed{F_1 = 5.94\ t}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$$\# \theta = \tan^{-1} \frac{5}{4} = 51.34$$

$$F_1 (x) = 5.94 \ Sin\ 51.34 = 4.64 \ t$$

$$F_1 (Y) = 5.94 \ Cos\ 51.34 = 3.71 \ t$$

$$\# \ V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{فى الاتجاه الرأسى } (F_1) \text{ مركبة الـ}$$

$$V = \frac{6}{5} + 3.71 = \mathbf{4.91} \ t$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{فى الاتجاه الافقى } (F_1) \text{ مركبة الـ}$$

$$H = \frac{3}{5} + 4.64 = \mathbf{5.23} \ t$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{4.91^2 + 5.23^2} = 7.177 \ t$$

$$\boxed{R = 7.177 \ t}$$

٥- نحسب الـ *Shear & Bearing stresses* على المسمار الـ *Critical* .

Shear stress on bolts

$$q_s = \frac{R}{m \ x \ A \ \phi}$$

$$q_s = \frac{7.177}{1 \ x \ \frac{\pi}{4} (2)^2} = \boxed{2.2845 \ t \setminus Cm^2}$$

Bearing stresses

$$q_b = \frac{R}{\phi \ x \ \Sigma t_{min.}}$$

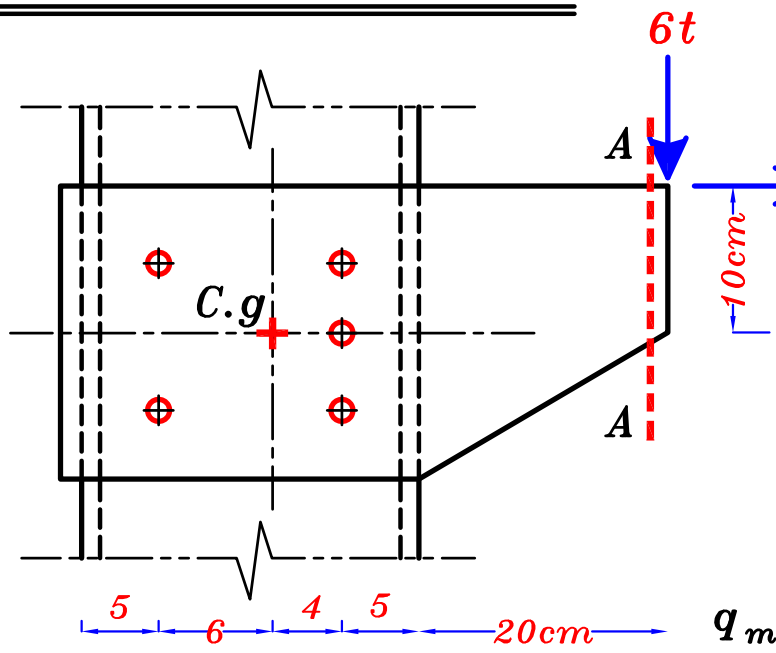
نأخذ الاصغر من الـ t للـ *Plate* و الـ *Channel*

$$q_b = \frac{7.177}{2 \ x \ 0.9} = \boxed{3.987 \ t \setminus Cm^2}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

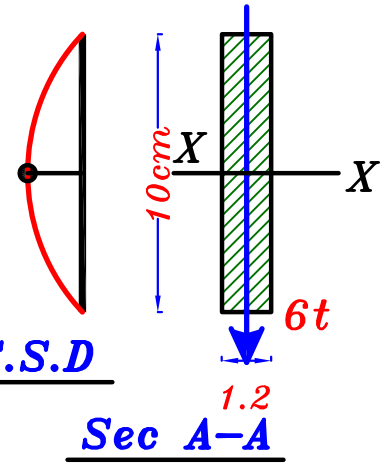
٦- نحسب الـ *Shear & normal stresses on plate* لو طلب فى المسألة .

Shear stress on plate



لحساب أكبر *Shear stress* ندور على أكبر قوة و أقل مساحة و حيث أن القوة ثابتة على كل القطاعات و هى الـ $6t$ فنحتاج الى أقل مساحة و هى الموجودة عند أقل ارتفاع

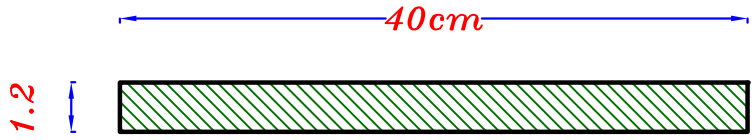
$$q_{max} = \frac{3}{2}\frac{Q_y}{A}$$



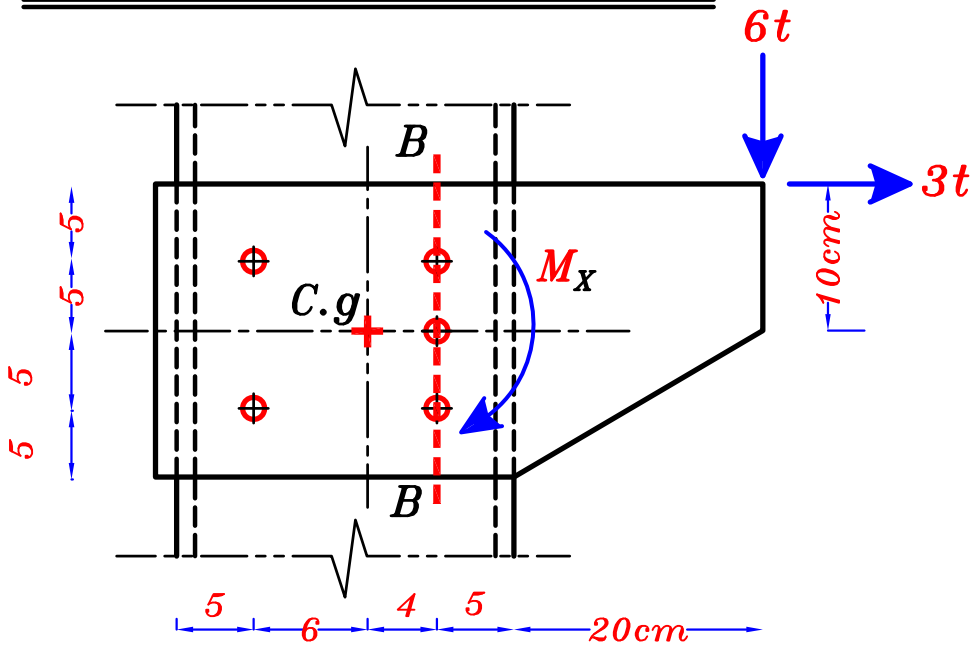
فى حالة المستطيل $q_{max} = 1.5\frac{Q}{A}$

$$= 1.5\frac{6}{10*1.2} = \boxed{0.75t \setminus Cm^2}$$

و لا نحتاج الى دراسة الـ *Shear stress* الافقى لان المساحة التى تؤثر عليها القوة الافقية كبيرة جدا



Normal stress on plate



For sec. B–B

$N = 3t\,(Tens.)$

$M_X = 3*10 + 6*25$

$= 180\,cm.t$

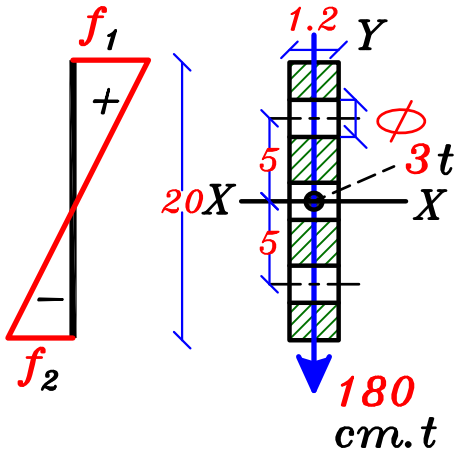
$M_y = 0$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$$A_{net} = b * t - n * \phi * t$$

عدد المسامير فى القطاع

$$= 20 * 1.2 - 3 * 2 * 1.2 = 16.8\ Cm^2$$



$$I_{X_{net}} = \frac{t\ b^3}{12} - 2\ (\phi * t) * h^2$$

$$= \frac{1.2 * 20^3}{12} - 2\ (2 * 1.2) * 5^2$$

$$= 680\ Cm^4$$

Tensile stresses

$$f_1 = + \frac{N}{A_{net}} + \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

$$= + \frac{3}{16.8} + \frac{180}{680} 10 = 2.82\ t \backslash Cm^2$$

Compression stresses

$$f_2 = + \frac{N}{A_{net}} - \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

$$= + \frac{3}{16.8} - \frac{180}{680} 10 = -2.52\ t \backslash Cm^2$$

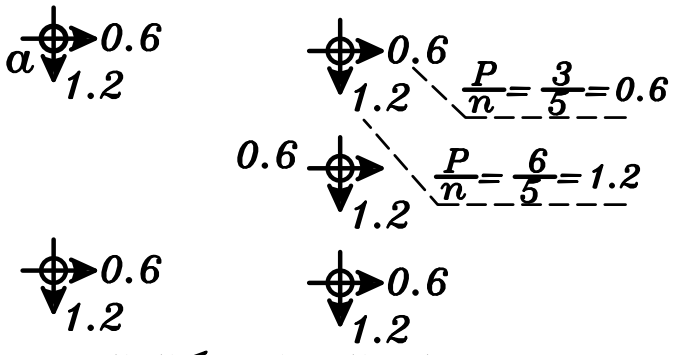
$$\boxed{f = 2.82\ t \backslash Cm^2}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

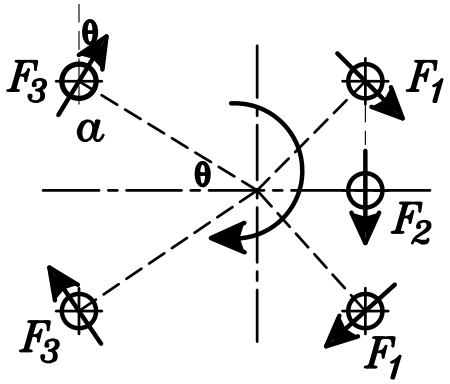
٧- نحسب الـ Force على أى مسمار أخر لو طلب فى المسألة و ذلك بتوزيع القوى الافقية و الرأسية على المسامير بالتساوى و توزيع القوى الناتجة من الـ M_t كما سبق و جمعهم أو طرحهم معا حسب الاتجاهات .

أولا نوزع الحمل الـ $6t$ أى الحمل الرأسى على المسامير بالتساوى

ثانيا نوزع الحمل الـ $3t$ أى الحمل الافقى على المسامير بالتساوى



ثالثا نوزع العزم $204cm.t$ على المسامير كالتالى



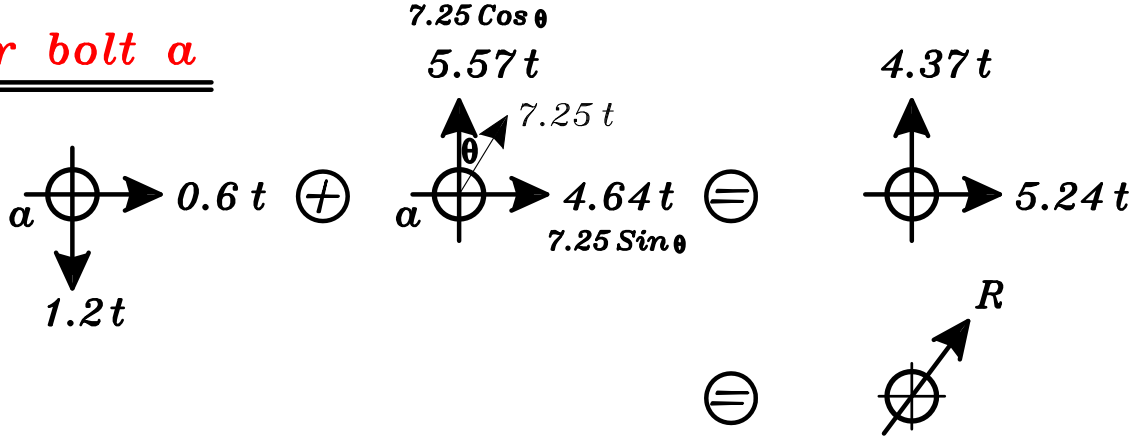
$$\frac{F_1}{6.4} = \frac{F_2}{4} = \frac{F_3}{7.81}$$

$\boxed{F_1 = 5.94\ t}$ محسوبة فى الخطوة الرابعة

∴ $\boxed{F_3 = 7.25\ t}$

$$\#\ \theta = \tan^{-1}\frac{5}{6} = 39.8$$

For bolt α

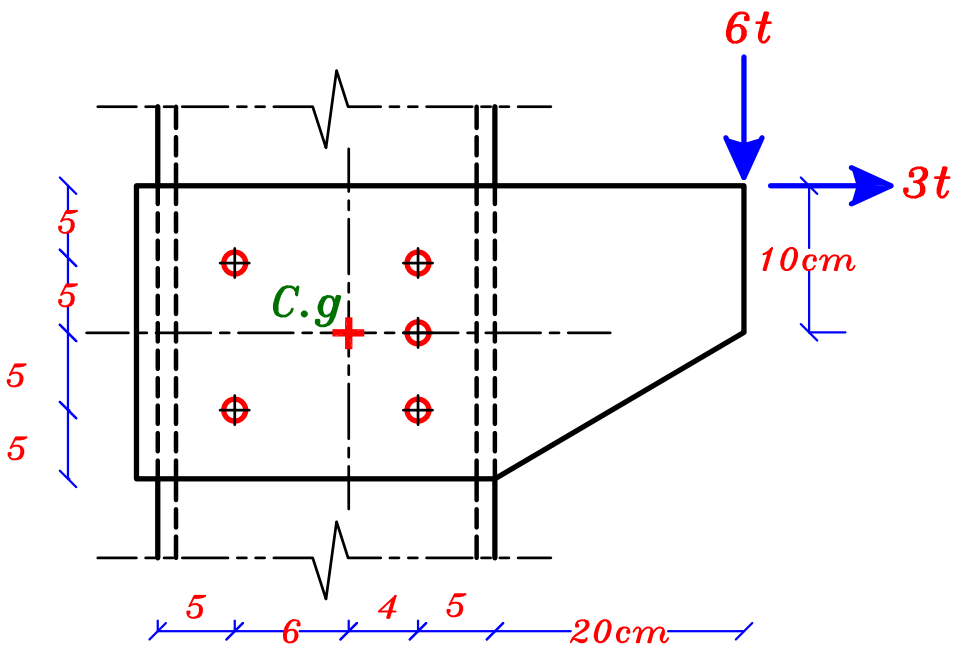


$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{4.37^2 + 5.24^2} = 6.82t$$

و لابد أن تكون أقل من الـ Critical bolt

$\boxed{R = 6.82\ t}$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)



$$\Sigma x^2 = 2*(6)^2 + 3*(4)^2 = 120 \ cm^2$$

$$\Sigma y^2 = 3*(5)^2 + 1*(0)^2 = 100 \ cm^2$$

$$\Sigma r^2 = \Sigma x^2 + \Sigma y^2 = 220 \ cm^2$$

$$V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(X)$$

$$V = \frac{6}{5} + \frac{204}{220}(4) = 4.91 \ t$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(Y)$$

$$V = \frac{3}{5} + \frac{204}{220}(5) = 5.23 \ t$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{4.91^2 + 5.23^2} = 7.177 \ t$$

$$\boxed{R = 7.177 \ t}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Example:

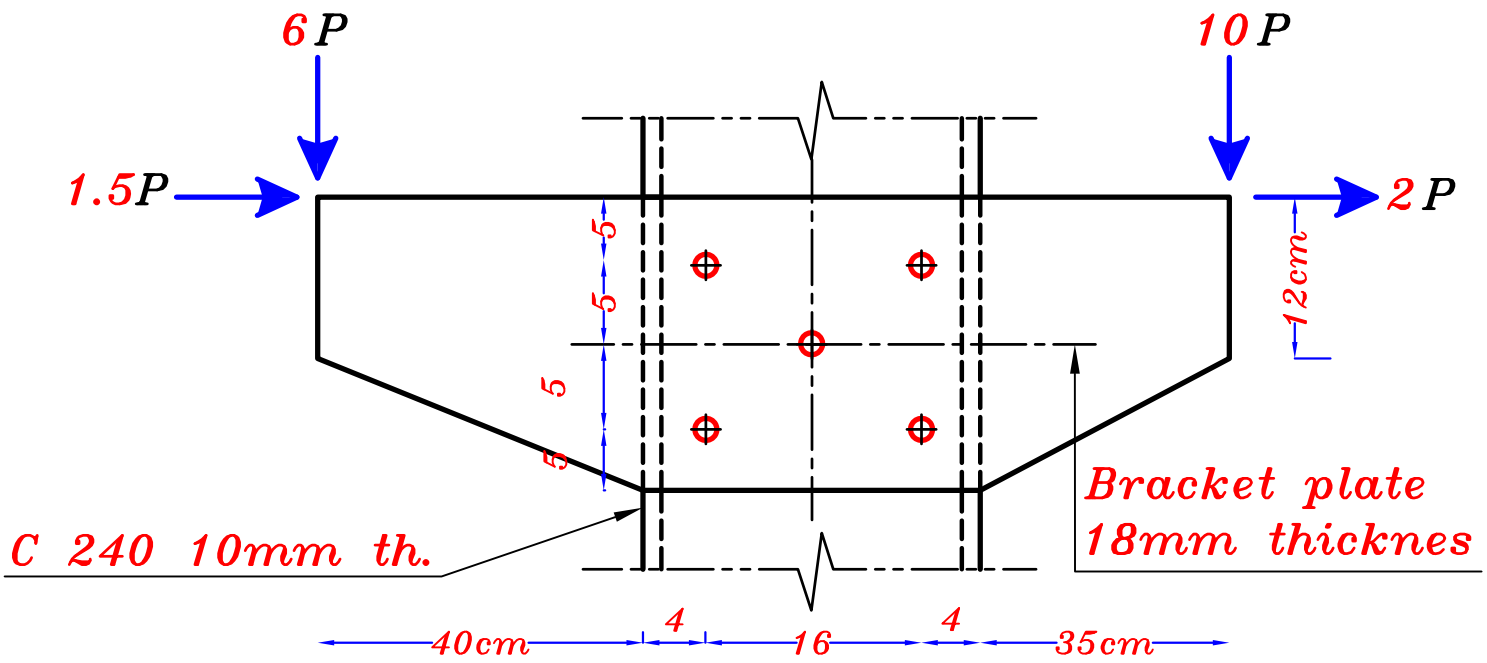
For the shown bracket which connected the column by 5 bolts 20 mm diameter it is required to find the maximum value of load (P) so that :

1–the maximum shear stress in bolts don't exceed 0.9 t\cm²

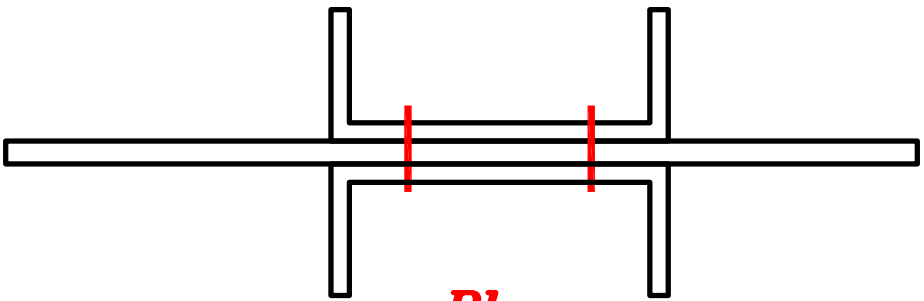
2–the maximum bearing stress in plates don't exceed 2.2 t\cm²

3–the maximum shear stress in plate don't exceed 0.7 t\cm²

3–the maximum tensile stress in plate don't exceed 2.2 t\cm²



Elevation



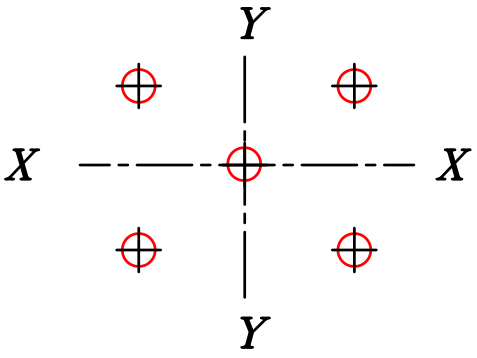
Plan

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

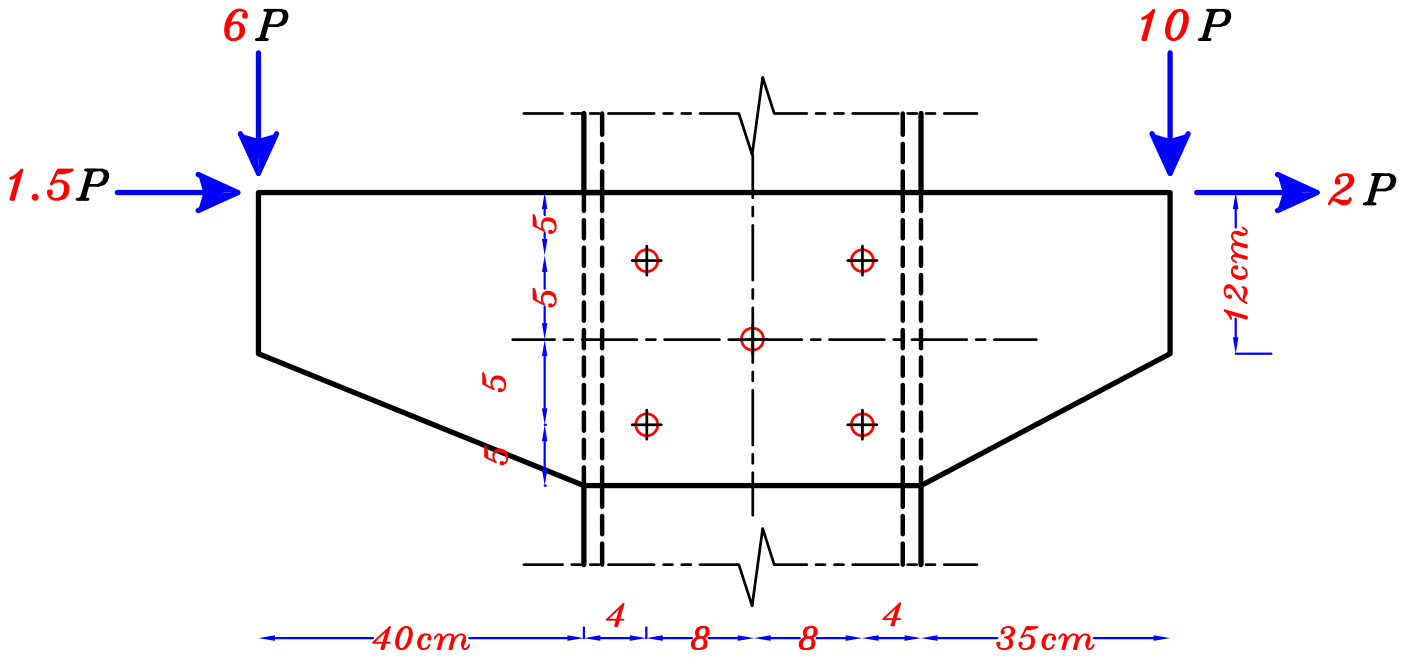
١- يتم تحديد الـ $C.g$ للمسامير كلها .

محور X فى المنتصف من التماثل

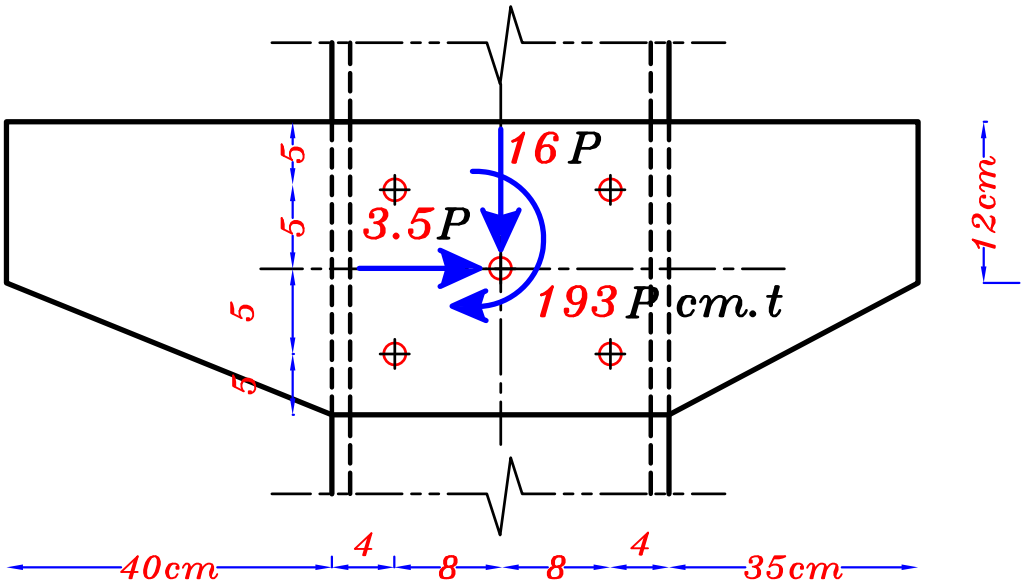
محور Y فى المنتصف من التماثل



٢- نحسب قيمة الـ M_t و ذلك بنقل الـ $Forces$ الى الـ $C.g$.

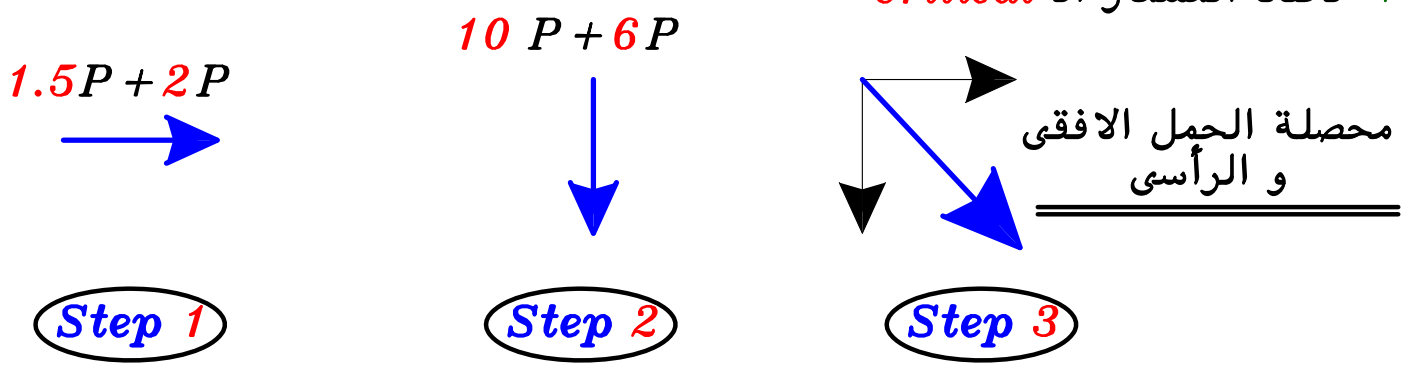


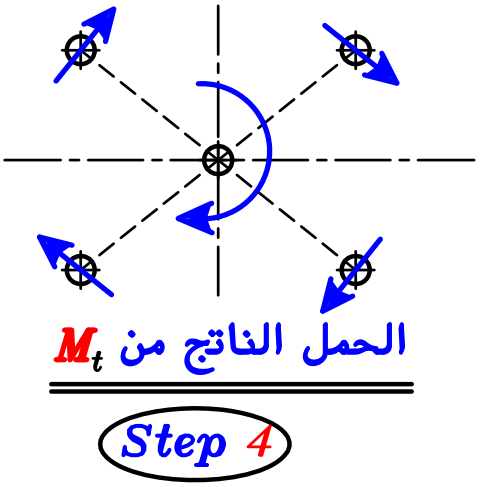
$$M_t = 10P * 47 - 6P * 52 + 1.5P * 10 + 2P * 10 = \mathbf{193P}\ cm.t$$

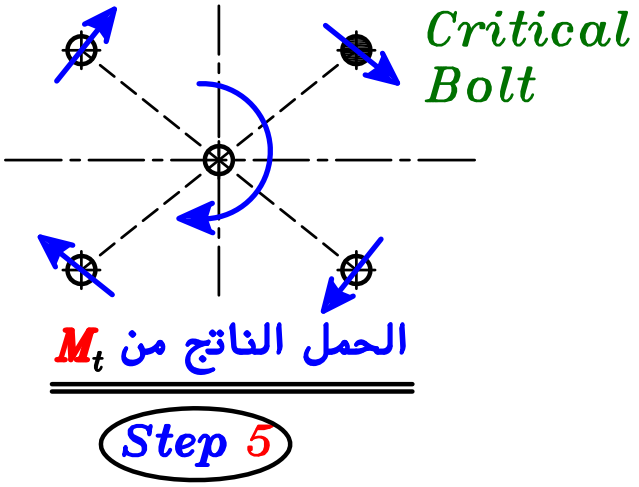


© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

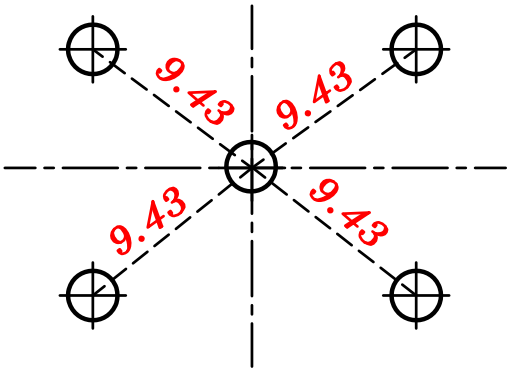
٣- نحدد المسمار الـ *Critical*

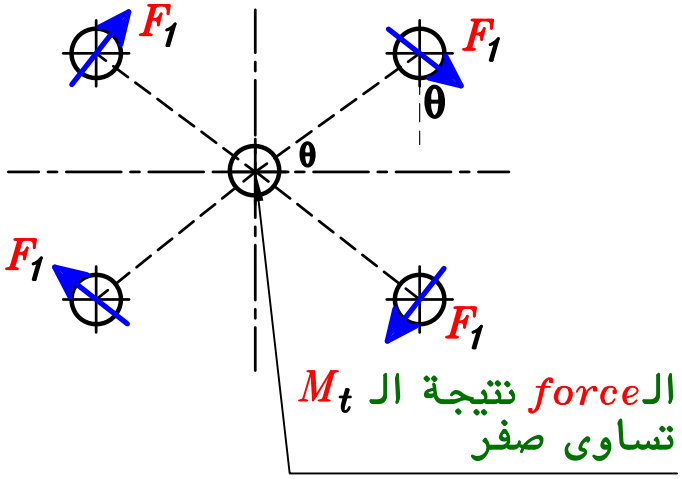






٤- يتم حساب الحمل الرأسى و الحمل الافقى على المسمار الـ *Critical* نتيجة M_t باحدى الطريقتين يفضل طبعا طريقة المحاضرة .





ملحوظة هامة

فى حالة وجود مسمار واقع على الـ *C.g* تكون القوة فيه نتيجة الـ M_t تساوى صفر

$$M_t = 4 * F_1 * 9.43 = 193P \Longrightarrow Eq.1$$

$$F_1 = 5.12P \ t$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$$\# \theta = \tan^{-1} \frac{5}{8} = 32$$

$$F_1 (x) = 5.12\ P\ Sin\ 32 = 2.71\ P\ t$$

$$F_1 (y) = 5.12\ P\ Cos\ 32 = 4.34\ P\ t$$

$$\# V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الرأسى}$$

$$V = \frac{10P}{5} + 4.34P = 7.54\ P\ t$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \text{مركبة الـ } (F_1) \text{ فى الاتجاه الافقى}$$

$$H = \frac{3.5P}{5} + 2.71P = 3.41\ P\ t$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{(7.54P)^2 + (3.41P)^2} = 8.237\ P\ t$$

$$\boxed{R = 8.237\ P\ t}$$

٥- نحسب الـ Shear & Bearing stresses على المسمار الـ Critical .

Shear stress on bolts

$$q_s = \frac{R}{m\ x\ A_\phi}$$

$$q_s = \frac{8.237P}{2\ x\ \frac{\pi}{4}(2)^2} = 0.90\ t \setminus Cm^2 \qquad \boxed{P = 0.683\ t}$$

Bearing stresses

$$q_b = \frac{R}{\phi\ x\ \Sigma t_{min.}}$$

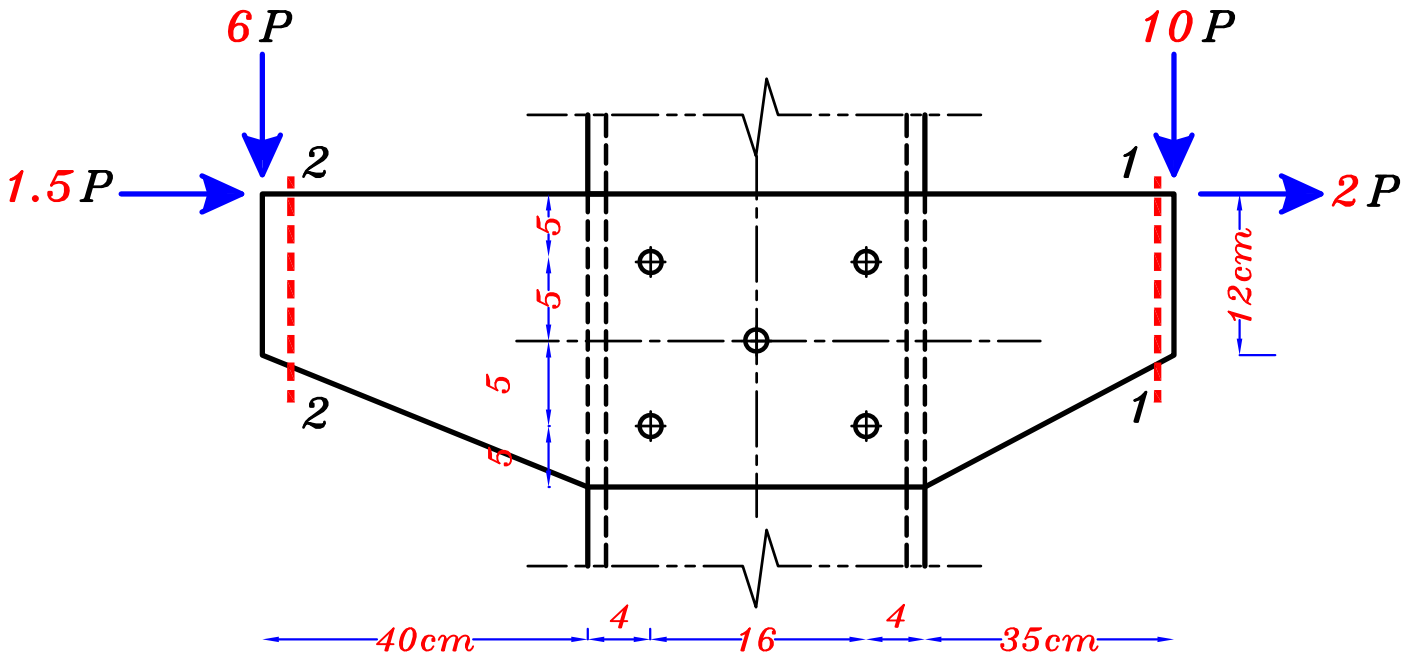
نأخذ الاصغر من الـ t للـ Plate و الـ 2 Channels

$$q_b = \frac{7.177}{2\ x\ 1.8} = 2.2\ t \setminus Cm^2 \qquad \boxed{P = 0.96\ t}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

٦- نحسب الـ *Shear & normal stresses on plate* لو طلب فى المسألة .

Shear stress on plate



لحساب أكبر *Shear stress* ندور على أكبر قوة و أقل مساحة و حيث أن أكبر قوة هى الـ $10\,P$ فنحتاج الى أقل مساحة و هى الموجودة عند أقل ارتفاع

فى حالة المستطيل

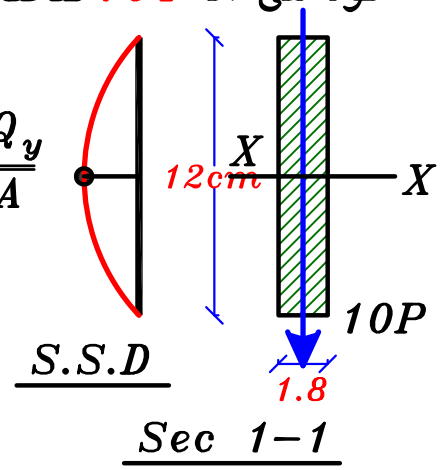
$$q_{max} = 1.5\,\frac{Q}{A}$$

$$= 1.5\,\frac{10P}{12 * 1.8}$$

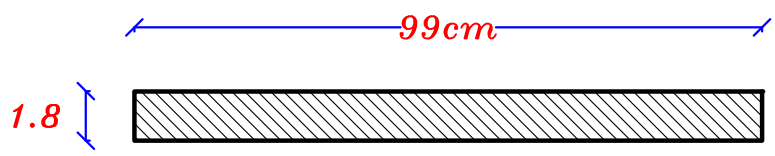
$$= \mathbf{0.70}\,t \setminus Cm^2$$

$$\boxed{P = 1.01\,t}$$

$$q_{max} = \frac{3}{2}\,\frac{Q_y}{A}$$



و لا نحتاج الى دراسة الـ *Shear stress* الافقى لان المساحة التى تؤثر عليها القوة الافقية كبيرة جدا

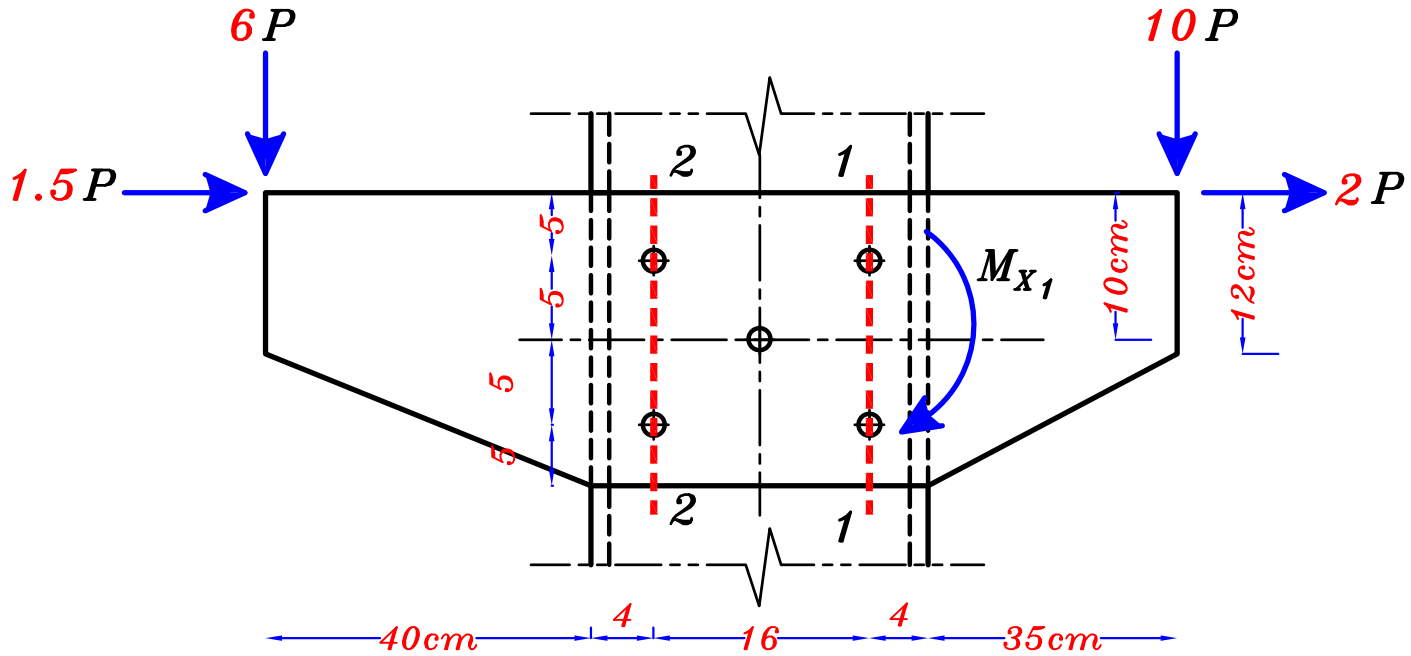


و لا نحتاج الى دراسة *Sec 2-2* و ذلك لانه نفس مساحة *Sec 1-1* و لكن عليه قوة أقل و هى الـ $6\,P$ و بالتالى فانه ليس الـ *Critical* .

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Normal stress on plate

نحتاج الى دراسة 2 sections حيث أن الStraining actions مختلفة عليهما.



For sec. 1–1

$N = 2P\,t\,(Tens.)$

$M_X = 10P * 39 + 2P * 10$

$= 410P\ cm.t$

$M_y = 0$

$A_{net} = b * t - \hat{n} * \phi * t$

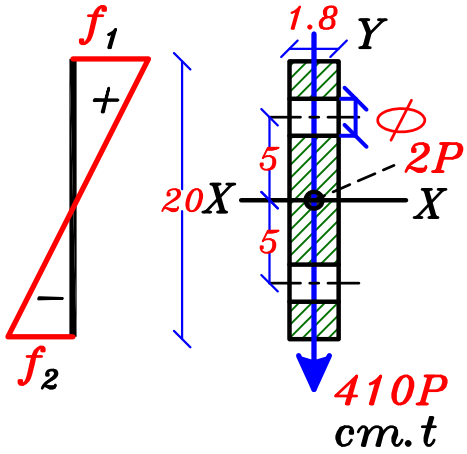
عدد المسامير فى القطاع

$= 20 * 1.2 - 2 * 2 * 1.2 = 19.2\ Cm^2$

$I_{X_{net}} = \frac{t\,b^3}{12} - 2\,(\phi * t) * h^2$

$= \frac{1.8 * 20^3}{12} - 2\,(2 * 1.2) * 5^2$

$= 1080\ Cm^4$



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Tensile stresses

$$f_1 = + \frac{N}{A_{net}} + \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

$$= + \frac{2P}{19.2} + \frac{410P}{1080} 10 = 2.20\ t \backslash Cm^2 \qquad \boxed{P = 0.56\ t}$$

For sec. 2–2

$$N = 1.5P\ t\ (Comp.)$$

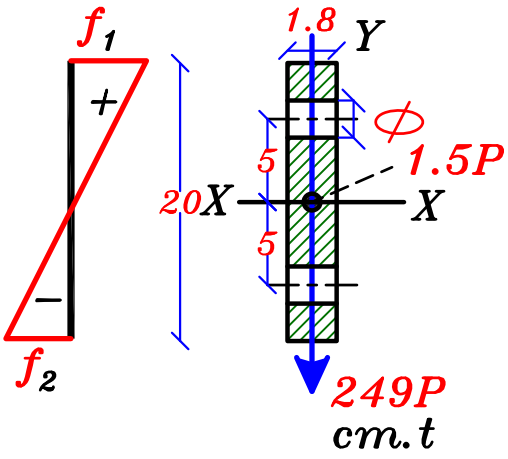
$$M_X = 6P * 44 + 1.5P * 10 \qquad M_y = 0$$

$$= 249P\ cm.t$$

$$A_{net} = b * t - n * \phi * t$$

عدد المسامير فى القطاع

$$= 20 * 1.2 - 2 * 2 * 1.2 = 19.2\ Cm^2$$



$$I_{X_{net}} = \frac{t\ b^3}{12} - 2\ (\phi * t) * h^2$$

$$= \frac{1.8 * 20^3}{12} - 2\ (2 * 1.2) * 5^2$$

$$= 1080\ Cm^4$$

Tensile stresses

$$f_1 = + \frac{N}{A_{net}} + \frac{M_X}{I_{X_{net}}} Y \qquad Y = \frac{b}{2}$$

$$= - \frac{1.5P}{19.2} + \frac{249P}{1080} 10 = 2.20\ t \backslash Cm^2 \qquad \boxed{P = 0.98\ t}$$

نأخذ الاصغر من قيم الـ P

$$\boxed{P = 0.58\ t}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

الطريقة الاخرى للخطوة رقم ٤

$$\Sigma x^2 = 4 * (8)^2 = 256 \ cm^2$$

$$\Sigma y^2 = 3 * (5)^2 = 100 \ cm^2$$

$$\Sigma r^2 = \Sigma x^2 + \Sigma y^2 = 356 \ cm^2$$

$$V = \frac{\text{الحمل الرأسى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(X)$$

$$V = \frac{16P}{5} + \frac{193P}{356}(8) = 7.54\,P \ t$$

$$H = \frac{\text{الحمل الافقى}}{\text{عدد المسامير}} + \frac{M_t}{\Sigma r^2}(Y)$$

$$V = \frac{3.5P}{5} + \frac{193P}{356}(5) = 3.41\,P \ t$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{(7.54P)^2 + (3.41P)^2} = 8.237\,P \ t$$

$$\boxed{R = 8.237\,P \ t}$$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)