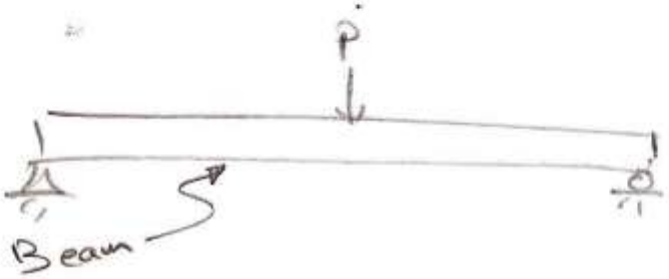
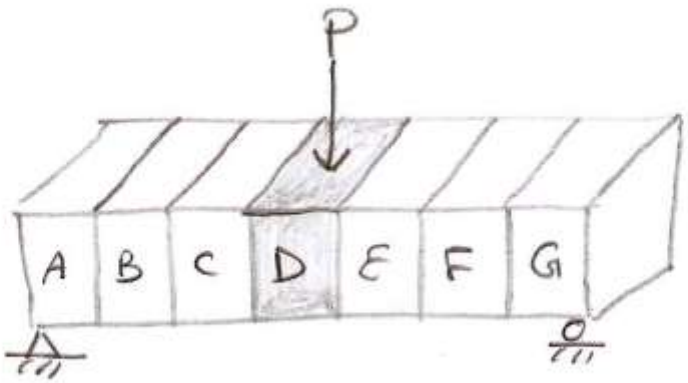
① Shear Stresses

اذا تعرض جسر Beam الى قوى خارجية تحاول ان تغير من هيأته فتظهر اجهادات داخلية في المادة المكون منها الجسر لتقاوم الاجهادات، فمثلاً :



- ان هذا الجسر ممكن ان يكون مصنوع من الحديد او الخشب او البلاستيك او اي مادة أخرى .
- ان المقطع العرضي لهذا الجسر ممكن يكون باي شكل من الاشكال ▭ △ I ▨ ○ T او اي شكل آخر

لنفترض ان لدينا جسر Beam مصنوع من الخشب وهو عبارة عن مجموعة من القطع الخشبية كما في الشكل التالي ملصوقة مع بعضها البعض بواسطة مادة لاصقة مثل الغراء .



(2) Shear Stresses

عند تسليط قوة مقدارها P على القطعة D
فهناك احتمالين :-

① الاحتمال الاول :- اذا كانت المادة اللاصقة قوية جداً بين القطعة D والقطعة C و E ولايمكن ان تنفصل القطعة D عن الـ Beam ففي هذه الحالة تحاول القوة P ان تثني الجسر (bent) وتقوم بتطبيق قوانين الـ Bending stresses وتسمى flexural لعدم وجود قوى أخرى غير P

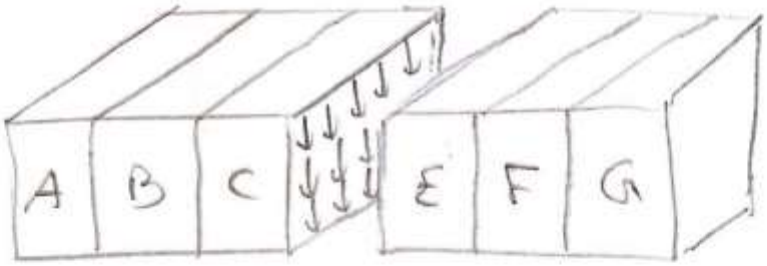
$$f = \frac{Mc}{I}$$

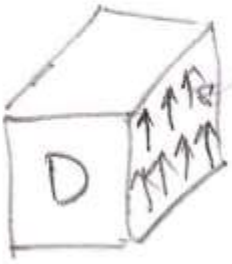
② الاحتمال الثاني :- اذا كانت القطعة D غير صلبة كفاية بحيث تحمل القوة P سوف تتهشم القطعة D فقط ويحصل ما يسمى Punching وهو تشوه في القطعة D فقط ، وحساب الاجهاد على القطعة D هو :-

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

(3) Shear stresses

(٣) الحالة الثالثة :- اذا كانت المادة الاصقة غير قوية بشكل كافي بين D وكل من C و E مسوف تحاول القطعة D ان تنفصل عن الجسر وهذا ما يسمى ال Shear stresses وهو موضوع حديثنا



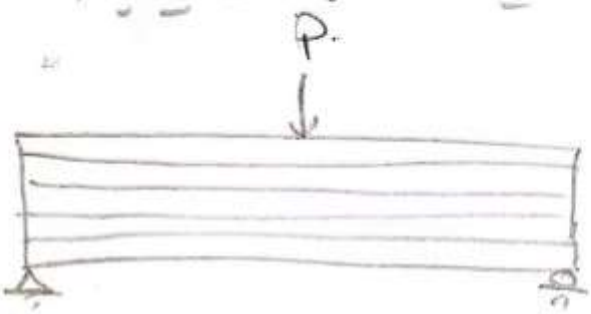


V (shear force) تم حسابها من رسم ال shear diagram

- وحتى نوضح اكثر ، تخيل انك تمسك مجموعة من الكتب وتضغط عليها من الجانب بقوة بحيث لا تسقط الكتب فاذا قام شخص آخر وسلط قوة من الوسط فيمكن ان تطبق الحالات الثلاثة السابقة .

(٦) Shear stresses

والان تخيل ان هناك جسم مكون من مجموعة من القطع الخشبية وكلنز ملصوقة بالطول مع بعضها وتم تسليط حمل عليها كما في الشكل التالي :-



نسوف يحاول الجسر ان ينثني والقطع الخشبية الطولية يصل فيها قط (stretch) مثل دبلات سيارات الحمل بيك أب (Pick up) وهنا تحصل اجهادات قص shear بين الالواح الطولية يسبب ال Bending

---

معادلة ال shear stress

$$\tau = \frac{V\,Q}{I\,b}$$

$$Q = A * y$$

(5) Shear Stresses

τ = shear stress :- MPa, N/mm^2, Psi

V = shear force :- N, KN, P

Q = static moment or first moment of area (mm^3, m^3, in^3, ft^3)

I = moment of Inertia of the entire section about the neuteral axis :- mm^4, in^4

b :- width of the cross section
العرض المطلوب حساب القص له وحسب المقطع المطلوب.

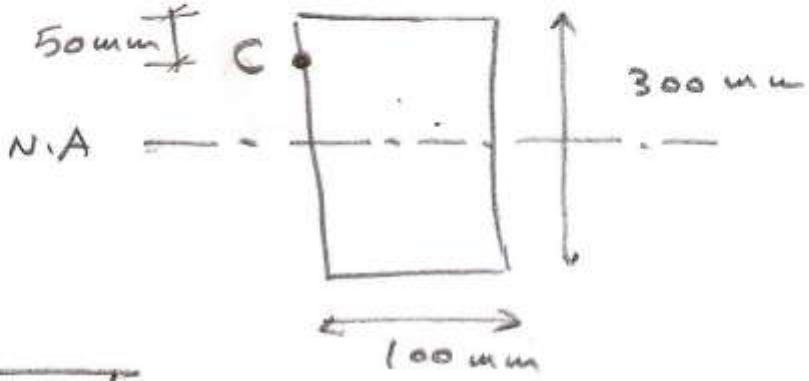
A :- Shaded Area mm^2, m^2, in^2 الجزء المظلل

y :- The distance between the centroid of the shaded Area and the neutral axis ; mm, m, in, ft
المسافة بين مركز المنطقة المظللة ومركز المقطع الكلي.

ملاحظة: ان قيمة V (قوة القص) ليس لها علاقة بنوعية مادة الـ Beam سواء كان حديد او خشب او غيره. وليس لها علاقة بشكل المقطع العرضي لـ Beam سواء كان دائري او مجوف او مستطيل او T او I او اي شكل آخر وهي انما تتعلق بالسؤال او يتم حسابها من الـ shear diagram

(6) Shear Stresses

Example :- Find Q at Point C



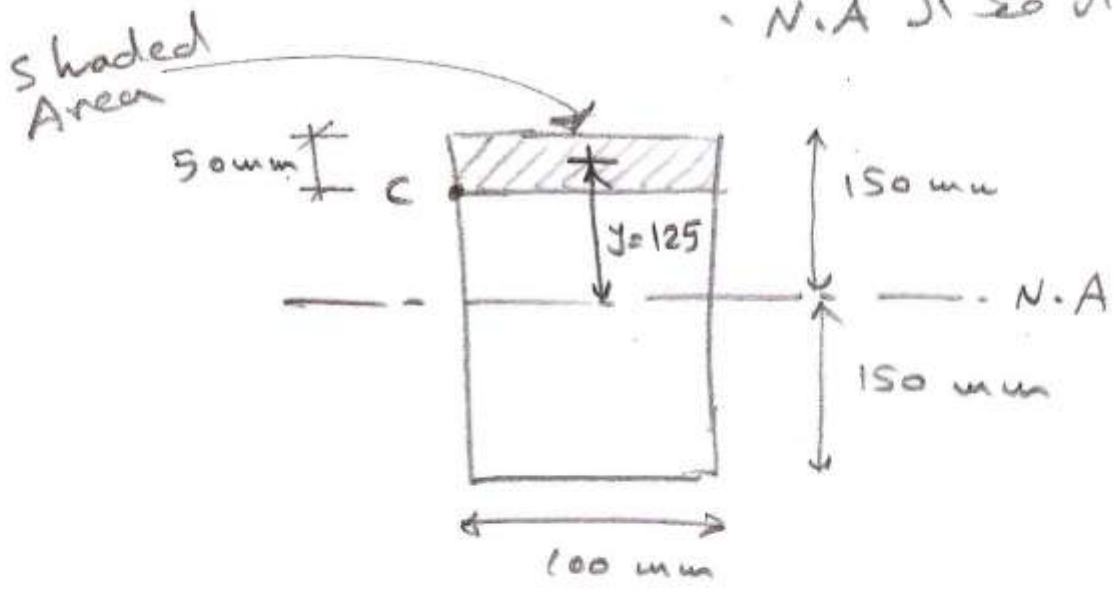
$$Q = A * y$$

خطوات الحل

١- نعمل خط افقي من نقطة C موازي الى ال N.A

٢- نظلل المساحة من الجزء المقطوع الى نقطة C وهي تمثل قيمة A في المعادلة

٣- نحسب قيمة y وهي تمثل المسافة من مركز المساحة A الى خط ال N.A .



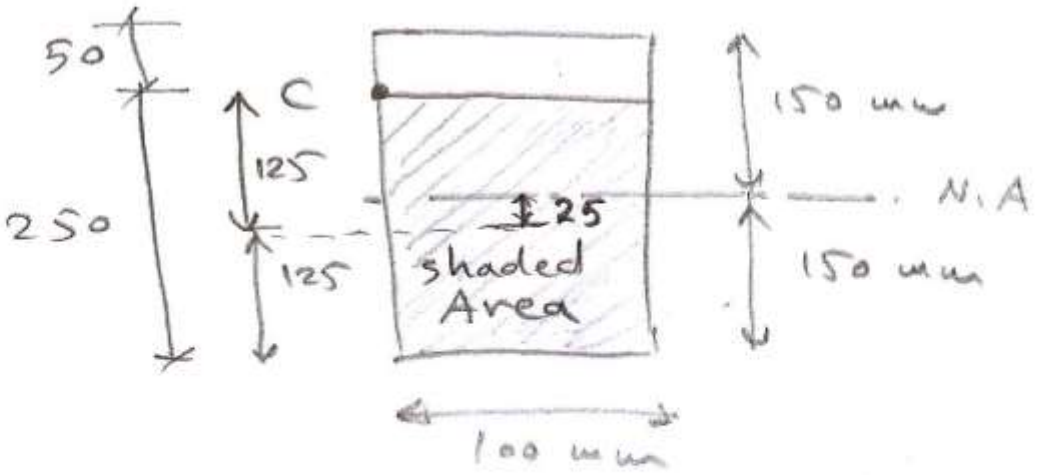
(7) Shear Stresses

$A = 100\ mm * 50\ mm = 5000\ mm^2$

$y = 125\ mm$

$\therefore Q = 5000\ mm^2 * 125\ mm = 625,000\ mm^3$

ويمكن حل السؤال بطريقة أخرى وهو تقليل المساحة الأخرى وحساب قيمة Q لها وكما يلي :-



$A = 100\ mm * 250\ mm = 25 * 10^3\ mm^2$

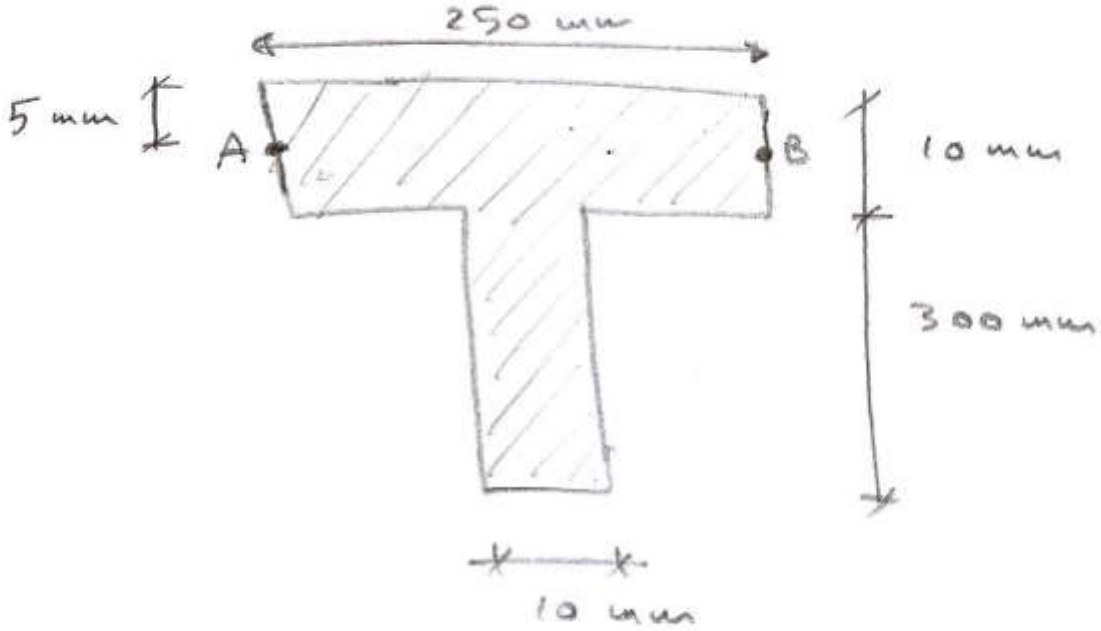
$y = 25\ mm$

$Q = 25 * 10^3\ mm^2 * 25\ mm = 625,000\ mm^3$

وهو نفس الرقم السابق وهذا دليل بان قيمة Q هي تشترع المؤثرة على القطعة العلوية وعلى القطعة السفلية بغض النظر عن شكل المقطع العرضي .

(8) Shear Stresses

Examples: Find Q at Points A and B?



خطوات الحل :-

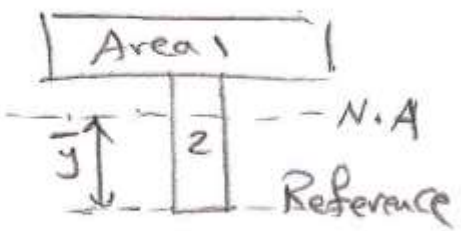
١- المقطع غير متناظر حول الـ X-axis لذلك يجب ان نستخرج قيمة $\bar{y}$ من قاعدة المقطع الكلي حيث N.A
نطبق القانون التالي :-

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

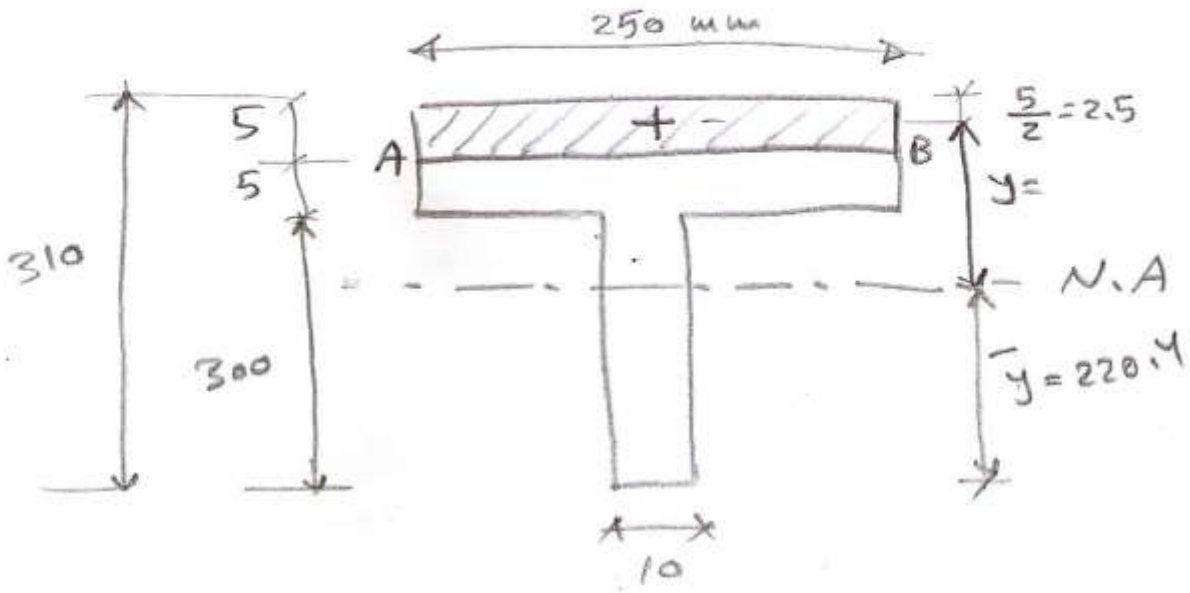
٢- نرسم خط افقي بين نقطة A و B موازي لـ N.A
٣- نحسب قيمة Q اما للمساحة العلوية فوق الخط AB او للمساحة السفلية تحت الخط AB ونأخذ ايهما اسهل

Shape	Area	$\bar{y}$	A*y
①	250*10 = 2500	305	762,500
②	300*10 = 3000	150	450,000
	$\Sigma A = 5500$		$\Sigma A*y = 1,212,500$

$$\bar{y} = 220.4$$



(9) Shear stresses



A = shaded Area (المساحة المظللة)

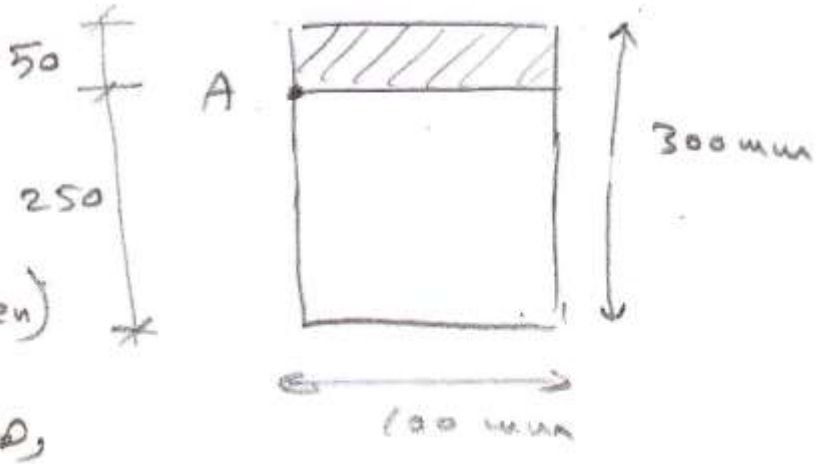
$A = 250\ mm * 5\ mm = 1,250\ mm^2$

$y = 310 - 220.4 - 2.5 = 87.1\ mm$

$\therefore Q = 1,250\ mm^2 * 87.1\ mm = 108,875\ mm^3$

Example: find shear stress @ point A for the cross section given V = 600 N

$$\tau = \frac{VQ}{Ib}$$



V = 600 N (given)

b = 100 mm

وهو عرض المساحة المظللة

المطلوب حساب الـ τ في

(10) Shear stresses

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{100 * (300)^3}{12} = 225 * 10^6 \ mm^4$$

(عزم العصور الذاتي للشكل الكلي المقطع وليس للمساحة المظللة فقط)

Q = المساحة المظللة * المسافة من مركز المساحة المظللة الى الـ N.A للشكل الكلي

$$A = 100 * 50 = 5000 \ mm^2$$

$$y = 125 \ mm$$

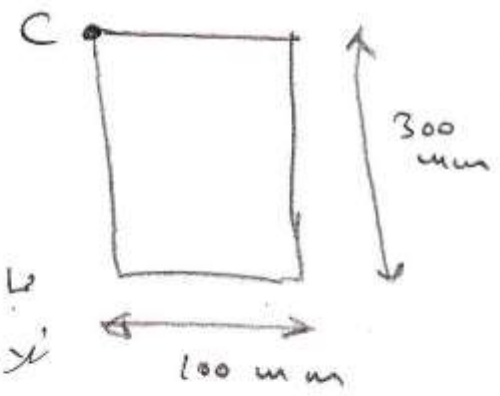
$$Q = 625{,}000 \ mm^3$$

$$T = \frac{600 \ N * 625{,}000 \ mm^3}{225 * 10^6 \ mm^4 * 100 \ mm} = 0.016 \ MPa$$

Example : Find T at Poin C if V = 600N

الحل :

$$T = \frac{VQ}{Ib}$$



بما ان Q = مساحة المنطقة المظللة * y

نلاحظ انه لا توجد منطقة مظللة اصلا ومقدارها = Zero

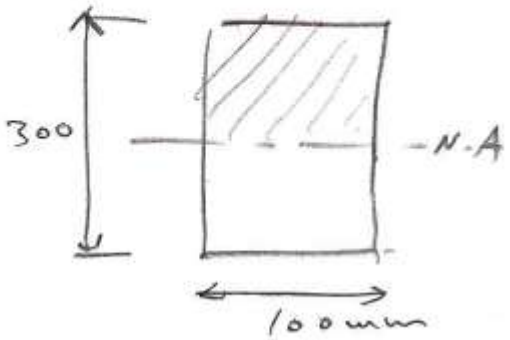
$$\therefore Q = Zero$$

$$\therefore T = Zero$$

ملاحظة : عند النهايات العليا والسفلى للمقطع فان قيمة اجهادات القص = Zero بعكس الـ Bending

(11) Shear Stresses

Example: Find the max shear stress
& V = 600 N



Solution

عندما يطلب بالسؤال ال max τ
فان مساحة المنطقة تكون بين
ال N.A والجزء العلوي او
ال N.A والجزء السفلي ايهما
اسهل بالحل . وفي هذا السؤال
نأخذ المساحة .

V = 600 N (given)

b = العرض في المنطقة المطلوب حساب اجهاد القص فيه

b = 100 mm

$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{100*(300)^3}{12} = 225*10^6\ mm^4$ للشكل الكلي — N المقطع

A = مساحة المنطقة المضللة

$A = 100\ mm * 150\ mm = 15*10^3\ mm^2$

y = المسافة من مركز المساحة المضللة ال N.A

y = 75 mm

Q = A * y

$Q = 15*10^3\ mm^2 * 75\ mm = 1{,}125*10^3\ mm^3$

$\tau = \frac{V Q}{I b}$

$\tau = \frac{600\ N * 1{,}125*10^3\ mm^3}{225*10^6\ mm^4 * 100\ mm} = 0.03\ MPa\ (N/mm^2)$

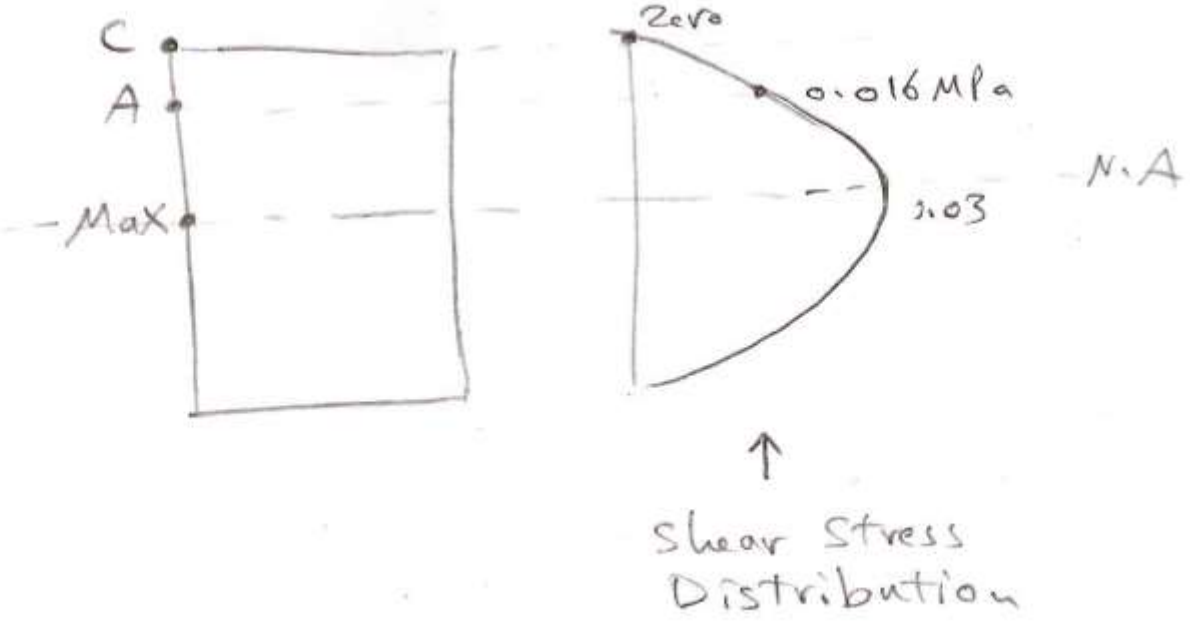
(12) Shear Stresses

Example: For the cross section shown Draw shear stress Distribution if:-

1- τ at Point C = Zero

2- Max τ = 0.03 MPa

3- τ at Point A = 0.016 MPa



ملاحظة: لان المقطع متناظر حول ال N.A لذلك فان رسم الـ Shear Stress Distribution يكون للجزء العلوي فوق ال N.A موقعه تحت ال N.A .

(13) Shear Stresses

ملاحظات :

١- قيمة V اما ان تعطى بالسؤال او تستخرج من رسم الShear

٢- في بعض الاسئلة يكون المطلوب هو قيمة الحمل w او P على الBeam لذلك لا تستطيع ان تستخرج V ، سوف نضع قيمة V بدلالة w او P او اي قيمة اخرى .

٣- ان قيمة I تكون العزم الكلي للمقطع Whole Section وليس لها علاقة باي محددات اخرى .

٤- اذا كان شكل المقطع غير متناظر نجد الN.A فيجب استخراج قيمة y وهي المسافة من الN.A الى اسفل نقطة بالمقطع

٥- ان قيمة Q تتحدد طبقا للسؤال وحسب موقع النقطة المطلوب حساب الاجهاد فيها . لذلك فان قيمة Q تساوي صفر في اعلى واوطأ نقطة من المقطع ، وان اعلى قيمة للـ Q تكون في الN.A .

٦- ان قيمة b تتأثر في مقاطع T ، I ، ▭ وخاصة عندما نطلب مقدار اجهاد القص في منطقة الربط بين الWeb و الFlange فاذا طلب مقدار τ في منطقة الربط للـ Flange مثلا 200 واذا طلب مقدار τ في منطقة الربط للـ Web مثلا 20 .