

LÝ THUYẾT SBVL2:

CHƯƠNG 9 – MỘT SỐ VẤN ĐỀ ĐẶC BIỆT TRONG LÝ THUYẾT UỐN VÀ XOẮN THANH.

MỘT SỐ VẤN ĐỀ ĐẶC BIỆT TRONG LÝ THUYẾT UỐN VÀ XOẮN THANH

Mở rộng các kiến thức đã học trong thanh chịu uốn ngang phẳng và thanh chịu xoắn thuần túy từ Sức bền vật liệu 1.

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

2

1. ỨNG SUẤT TIẾP TRONG DÀM CHỊU UỐN NGANG PHẪNG THÀNH MỎNG

1.1. Ứng suất tiếp trong dầm chữ nhật hẹp:

Dầm chữ nhật hẹp là dầm có mặt cắt chữ nhật có bề rộng b và chiều cao h với mối liên hệ $b \leq h/4$

A narrow rectangular beam is a beam of rectangular section of with width b and height h with $b \leq h/4$

$$\tau_y = \frac{Q_y S_x^c}{I_x b}$$

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

Q_y Lực cắt trên mặt cắt ngang (The vertical shear in the transverse section shown)
 I_x Mômen quán tính của mặt cắt ngang đối với trục trung hòa x (The second moment of the transverse section about the neutral axis x)
 b^c Bề rộng tại vị trí cắt (The width of the element at the cut)
 S_x^c Mômen tĩnh phân diện tích cắt đối với trục trung hòa x (The first moment of the shaded area about the neutral axis x)

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

3

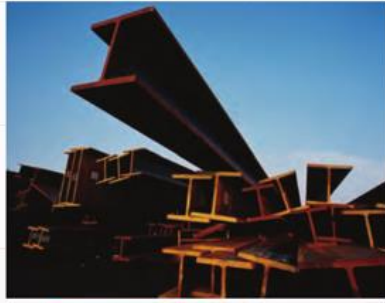
1. ỨNG SUẤT TIẾP TRONG DẦM CHỊU UỐN NGANG PHẪNG THÀNH MỎNG

1.2. Ứng suất tiếp trong dầm thành mỏng:

Kết cấu thành mỏng: Phần cánh của dầm cánh rộng, dầm hộp hoặc thành của các ống.

1.2. Shearing stresses in Thin – Walled Member:

The Thin-Walled Members such as the flanges of wide-flange beam and box beams , or the walls of structural tubes



$$\tau_y = \frac{Q_y \cdot S_x^c}{I_x \cdot \delta}$$

δ Bề dày của thành mỏng
 δ (The width of the Thin-Walled Member)

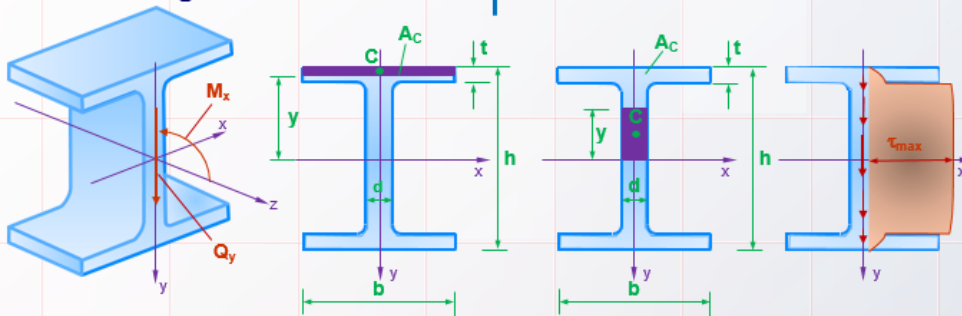
Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

4

1. ỨNG SUẤT TIẾP TRONG DẦM CHỊU UỐN NGANG PHẪNG THÀNH MỎNG

1.2. Ứng suất tiếp trong dầm thành mỏng:

1.2. Shearing stresses in Thin – Walled Member:



Ứng suất tiếp ở phần cánh
 (The Shearing stresses in flanges)

$$\tau_y = \frac{Q_y \cdot S_x^c}{I_x \cdot \delta}$$

Ứng suất tiếp ở phần bụng
 (The Shearing stresses in web)

$$\tau_y = \frac{Q_y}{2I_x} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right)$$

S_x Mômen tĩnh của nửa mặt cắt ngang đối với trục trung hòa x
 (The first moment of the half of transverse section about the neutral axis x)

$$\tau_y = \frac{Q_y}{I_x \cdot d} \left(S_x \cdot \frac{d \cdot y^2}{2} \right)$$

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

5

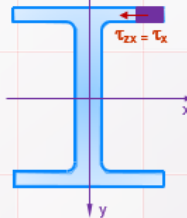
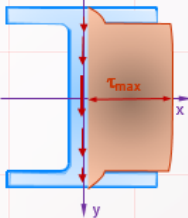
1. ỨNG SUẤT TIẾP TRONG DẦM CHỊU UỐN NGANG PHẪNG THÀNH MỎNG

1.3. Sự phân bố ứng suất trên tiết diện thành mỏng:

Ứng suất tiếp τ tạo thành luồng ứng suất tiếp q tại một điểm cho trước trên bề dày δ của mặt cắt.

Vì Q_y và I_x là hằng số trên mặt cắt ngang nên q chỉ phụ thuộc vào S_x^c

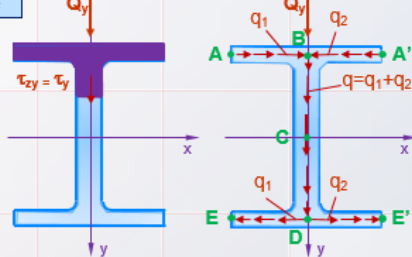
$$q = \tau \cdot \delta = \frac{Q_y \cdot S_x^c}{I_x}$$



1.3. The distribution of Shearing stresses in Thin-Walled Member:

The product of the shearing stresses τ at a given point of section and the thickness δ of the section at that point is a shear flow q .

Since Q_y and I_x is constant in any given section, q depends only upon S_x^c



Luồng ứng suất tiếp tại B đi vào phần bụng có giá trị tương ứng với luồng ứng suất tiếp của hai nửa phần cánh trên. Sau đó đạt giá trị lớn nhất tại C trên trục trung hòa và tại D phân chia giảm dần tương ứng về hai nửa phần cánh dưới.

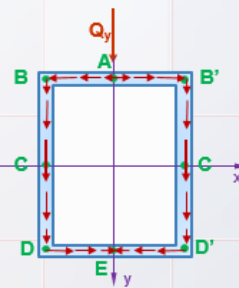
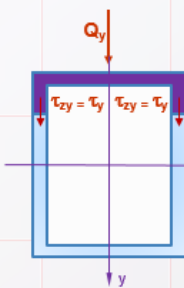
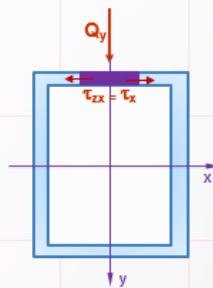
The shear flow at B into the web, the values of q corresponding to the two halves of the upper flange. After reaching a maximum value at C on the neutral axis and at D splits into equal parts corresponding to the two halves of lower flange.

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

6

1. ỨNG SUẤT TIẾP TRONG DẦM CHỊU UỐN NGANG PHẪNG THÀNH MỎNG

1.3. Sự phân bố ứng suất trên tiết diện thành mỏng:



Luồng ứng suất tiếp q tăng từ 0 tại A đến giá trị lớn nhất tại C và C' trên trục trung hòa và sau đó giảm xuống 0 tại E

Lưu ý: Không có sự thay đổi đột ngột về giá trị của luồng ứng suất tiếp q tại các góc B, B', D và D'.

The shear flow q grows smoothly from zero at A to a maximum value at C and C' on the neutral axis, and then decreases back to zero at E is reached.

There is no sudden variation in the magnitude of the shear flow q as they pass a corner at B, B', D and D'.

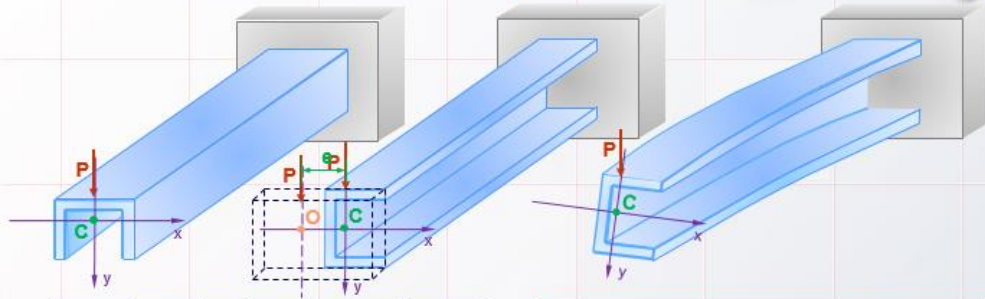
Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

7

2. TÂM UỐN (SHEAR CENTER)

2.1. Khái niệm về tâm uốn:

2.1. Concept of Shear center:



Tâm uốn là điểm nằm trên mặt phẳng qua mặt cắt ngang có tổng mômen của luồng ứng suất tiếp đối với điểm này bằng 0.

The Shear Center is the point on the section through the transverse section and the total moment of the shear flow of this point equal to 0.



Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

13

2. TÂM UỐN (SHEAR CENTER)

2.2. Xác định tâm uốn:

2.2. Determine the shear center:

Nếu mặt cắt ngang có trục đối xứng nằm trong mặt phẳng uốn, tâm uốn chính là trọng tâm của mặt cắt ngang.

If the cross section has an axis of symmetry which is in the bending section, The Shear Center is the center of gravity.

Nếu mặt cắt ngang gồm những các hình chữ nhật hẹp đồng quy tại một điểm, tâm uốn chính là điểm đồng quy.

If the cross section is made up by converging narrow rectangulars, The Shear Center is the point of converge.



Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

14

3. UỐN DẦM GỒM NHIỀU LỚP VẬT LIỆU. (BENDING OF BEAMS MADE OF SEVERAL MATERIALS)

Quan hệ giữa ứng suất pháp và nội lực

$$N_z = \int_A \sigma_z \cdot dA$$

$$M_x = \int_A \sigma_z \cdot y \cdot dA$$

Quan hệ giữa ứng suất pháp và biến dạng

$$\sigma_z = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{y}{\rho}$$

1. Xác định vị trí trục trung hòa X.
(Determine the location of the neutral axis X)

$$E_1 \cdot S_x^1 + E_2 \cdot S_x^2 = 0$$

$N_z = N_{z1} + N_{z2} = 0$ (1)
 $Q_y = Q_{y1} + Q_{y2}$
 $M_x = M_{x1} + M_{x2}$ (2)

2. Xác định ứng suất pháp σ_z
(Determine the normal stress σ_z)

$$\sigma_1 = E_1 \cdot \frac{M_x}{E_1 \cdot I_{1,x} + E_2 \cdot I_{2,x}} \cdot y$$

$$\sigma_2 = E_2 \cdot \frac{M_x}{E_1 \cdot I_{1,x} + E_2 \cdot I_{2,x}} \cdot y$$

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

17

3. UỐN DẦM GỒM NHIỀU LỚP VẬT LIỆU. (BENDING OF BEAMS MADE OF SEVERAL MATERIALS)

Xác định vị trí trục trung hòa X.
(Determine the location of the neutral axis X)

$$E_1 \cdot S_x^1 + E_2 \cdot S_x^2 = 0$$

$$1/2b \cdot x^2 + n \cdot A_s \cdot x - nA_s \cdot d = 0$$

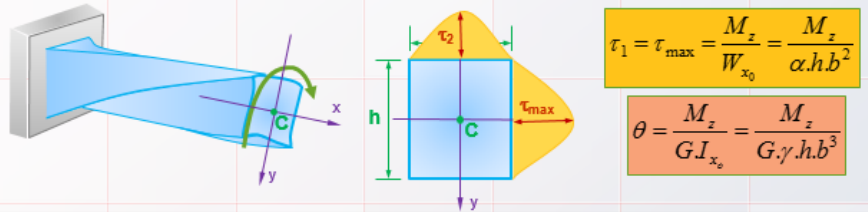
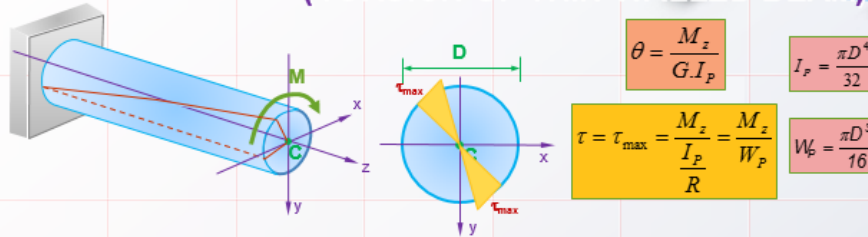
Problem 12:
A steel bar and an aluminum bar are bonded together to form the composite beam shown. The modulus of elasticity for aluminum is **70GPa** and for steel is **200 GPa**. Knowing that the beam is bent about a horizontal axis by a couple of moment **M=1500 N.m**, determine the maximum stress in (a) the aluminum, (b) the steel.

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

18

4. XOẪN DẦM TIẾT DIỆN THÀNH MỎNG.

(TORSION OF THIN-WALLED BEAM)



h/b	1,00	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	6,00	10,00	∞
α	0,208	0,231	0,239	0,246	0,258	0,267	0,299	0,313	0,333
β	1,000	0,859	0,820	0,795	0,766	0,753	0,743	0,742	0,742
γ	0,141	0,156	0,214	0,229	0,249	0,263	0,299	0,313	0,333

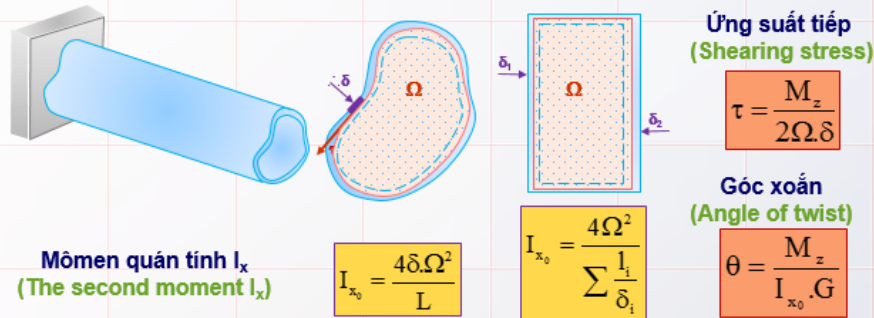
Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

21

4. XOẪN DẦM TIẾT DIỆN THÀNH MỎNG.

(TORSION OF THIN-WALLED BEAM)

4.1. Tiết diện thành mỏng kín:



M_z Mô men trên mặt cắt ngang (The vertical shear in the transverse section shown)

I_{x_0} Mô men quán tính của mặt cắt ngang đối với trục trung hòa x
(The second moment of the transverse section about the neutral axis x)

δ Bề rộng tại vị trí cắt (The width of the element at the cut)

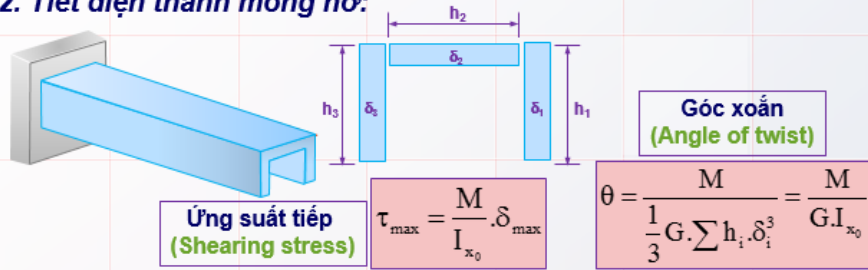
Ω Mô men tĩnh phần diện tích cắt đối với trục trung hòa x
(The first moment of the shaded area about the neutral axis x)

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

22

4. XOAN DAM TIẾT DIỆN THANH MỎNG. (TORSION OF THIN-WALLED BEAM)

4.2. Tiết diện thành mỏng hở:



Problem 17:
A torque $M_z = 5 \text{ kN.m}$ is applied to a hollow shaft having the cross section shown. **Neglecting the effect of stress concentrations, determine the shearing stress at points (a) and (b).**

