

- 6.1. Khái niệm
- 6.2. Biểu đồ nội lực của bài toán phẳng – Các quy ước:
- 6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng
- 6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:
- 6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.1. Khái niệm

6.1.1. Định nghĩa về uốn phẳng

➤ Một thanh chịu uốn là một thanh có trục bị uốn cong dưới tác dụng của ngoại lực.

Thí dụ:

- Trục của bánh xe, xà nhà, dầm cầu, trục của các bánh răng...
- Nếu trục của thanh khi bị uốn mà vẫn nằm trong cùng một mặt phẳng với nó trước khi chịu lực gọi là **uốn phẳng**.

Thanh chịu uốn phẳng: là thanh có trục bị uốn cong dưới tác dụng của ngoại lực (P , M , $q...$) nằm trong mặt phẳng chứa trục của thanh.

6.1. Khái niệm

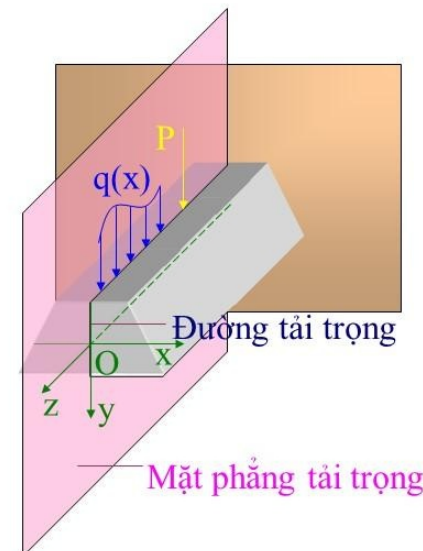
6.1.1. Định nghĩa về uốn phẳng

➤ Mặt phẳng trên gọi là mặt phẳng uốn hay **mặt phẳng tải trọng**.

➤ Giao tuyến của mặt phẳng tải trọng với mặt cắt ngang gọi là **đường tải trọng**.

➤ Nếu mặt phẳng uốn là mặt tọa độ Oyz thì:

★ Nội lực trong uốn phẳng có thể là: Mômen uốn M_x , lực cắt Q_y , lực dọc N_z .



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.1.2. Uốn thuần túy phẳng – uốn ngang phẳng:

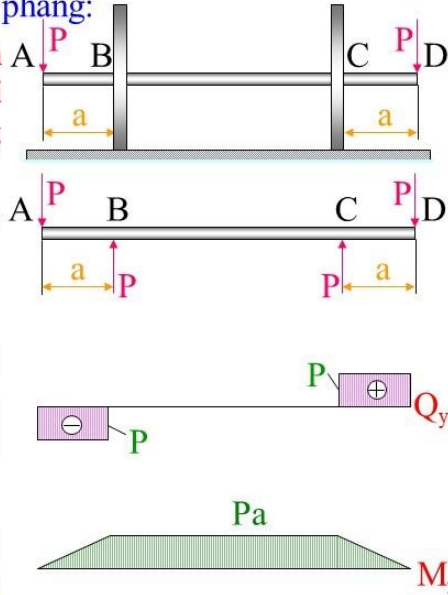
➤ Ta gọi một thanh chịu uốn phẳng thuần túy khi trên mọi mặt cắt ngang của nó chỉ có một thành phần mômen uốn nằm trong mặt phẳng quán tính chính trung tâm.

➤ Xét trường hợp chịu lực của trục bánh xe tàu hỏa như hình vẽ.

➤ Ta có biểu đồ lực cắt và mômen uốn.

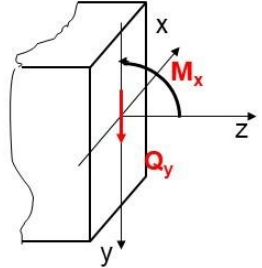
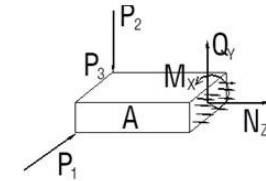
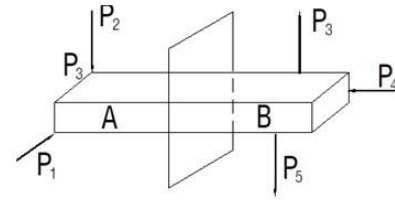
➤ Trên đoạn đoạn BC mọi mặt cắt chỉ có mômen uốn, còn lực cắt bằng không. Như vậy đoạn BC chịu uốn phẳng thuần túy.

➤ Trên đoạn đoạn AB và CD mọi mặt cắt có mômen uốn và lực cắt. Như vậy đoạn AB và CD chịu uốn ngang phẳng.



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2. Biểu đồ nội lực của bài toán phẳng – Các quy ước:



- Để phần A được cân bằng thì tại tâm mặt cắt ta phải đặt 3 nội lực N_z , Q_y , M_x , thì lúc này nội lực và ngoại lực tác dụng lên phần đó tạo thành 1 hệ lực cân bằng.

- Lập các phương trình cân bằng của phần đang xét, ta sẽ tìm được các giá trị nội lực đó.

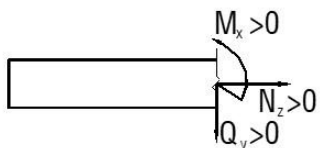
CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2. Biểu đồ nội lực của bài toán phẳng – Các quy ước:

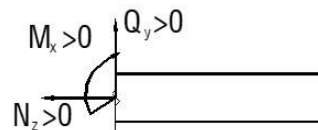
Trên mặt cắt ngang bất kỳ của thanh có 3 thành phần nội lực.

* Quy ước:

- Lực dọc $N_z > 0$ khi nó có chiều hướng ra khỏi mặt cắt.
- Lực cắt $Q_y > 0$ nếu ngoại lực tác dụng làm cho phần dầm ta đang xét quay thuận chiều kim đồng hồ.
- Mômen uốn $M_x > 0$ khi nó làm cho thớ dưới của dầm bị căng.



Giữ phần bên trái



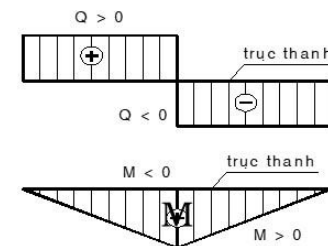
Giữ phần bên phải

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2. Biểu đồ nội lực của bài toán phẳng – Các quy ước:

* Quy ước khi vẽ biểu đồ nội lực của dầm :

- Lực cắt $Q_y > 0$: vẽ bên trên trục và ghi dấu (+)
- Lực cắt $Q_y < 0$: vẽ bên dưới trục và ghi dấu (-)
- Lực cắt $M_x > 0$: vẽ bên dưới trục.
- Lực cắt $M_x < 0$: vẽ bên trên trục. Biểu đồ mômen không cần ghi dấu.
- Kẻ các đường thẳng vuông góc với trục chuẩn, đồng thời song song với nhau.



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2. Biểu đồ nội lực của bài toán phẳng – Các quy ước:

* Đối với khung: Luôn quan niệm người quan sát đứng trong lòng khung:

- Lực cắt $Q_y > 0$: vẽ bên ngoài khung và ghi dấu (+)
- Lực cắt $Q_y < 0$: vẽ bên trong khung và ghi dấu (-)
- Lực cắt $M_x > 0$: vẽ bên trong khung.
- Lực cắt $M_x < 0$: vẽ bên ngoài khung. Biểu đồ mômen không cần ghi dấu.
- Kẻ các đường thẳng vuông góc với trục chuẩn, đồng thời song song với nhau.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

Ghi chú:

- Biểu đồ lực dọc N_z : tung độ dương được biểu diễn thống nhất về một bên của đường chuẩn, và được đánh dấu “+”.
- Biểu đồ lực cắt Q_y : Tung độ dương được biểu diễn về phía trên đường chuẩn và có đánh dấu “+”.
- Biểu đồ Momen uốn M_x : Tung độ dương được biểu diễn về phía dưới đường chuẩn và không cần đánh dấu.
- Nếu biểu thức giải tích của nội lực là hàm bậc nhất, chỉ cần xác định giá trị nội lực tại hai vị trí: mặt cắt đầu và mặt cắt cuối.
- Nếu biểu thức giải tích bậc 2 trở lên, cần xác định giá trị tại ít nhất 3 điểm : mặt cắt đầu, mặt cắt cuối, mặt cắt nội lực đạt cực trị.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.1 Trình tự giải bài toán nội lực bằng phương pháp mặt cắt:

- **Bước 1:** Xác định phản lực liên kết. (Nếu cần)
- **Bước 2:** Phân đoạn cho dầm. Sao cho trong mỗi đoạn dầm không có lực tác dụng hoặc có lực nhưng không bị biến đổi đột ngột.
Lấy các điểm đặt lực tập trung, mômen, điểm đầu và điểm cuối của tải phân bố làm điểm ranh giới phân chia các đoạn.
- **Bước 3:** Áp dụng phương pháp mặt cắt xác định nội lực trong từng đoạn.
 - * Tìm N_z :
Lập $\sum Z = 0 \Rightarrow N_z = 0$: Trong dầm chịu uốn không phát sinh lực dọc N_z
 - * Tìm Q_y :
Lập $\sum Y = 0 \Rightarrow Q_y = ?$
 - * Tìm M_x :
Lập $\sum M = 0 \Rightarrow M_x = ?$ (Chú ý: M lấy tại trọng tâm mặt cắt đang xét)
- **Bước 4:** Vẽ biểu đồ nội lực. Chọn tỷ lệ vẽ.
- **Bước 5:** Nhận xét biểu đồ.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

Ghi chú:

- Tại vị trí có $Q_y=0$, mô men đạt giá trị cực trị. Nếu trên đoạn thanh đang xét không có $Q_y=0$ thì mặt cắt thứ ba có thể lấy tại vị trí trung điểm của đoạn.

Để xác định giá trị cực trị của momen uốn cần giải phương trình $\frac{dM_x}{dz} = 0$ để tìm z thay vào biểu thức giải tích M_x

sẽ nhận được giá trị cần xác định.

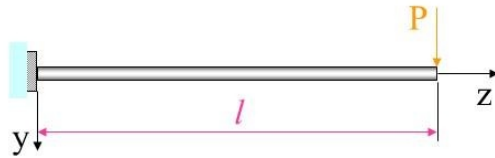
Ví dụ:

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.1 Trình tự giải bài toán nội lực bằng phương pháp mặt cắt:

Ví dụ:

➤ Cho một dầm ngàm một đầu, một đầu tự do chịu tác dụng của lực tập trung P . Biết P, l . Vẽ biểu đồ nội lực?



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.1 Trình tự giải bài toán nội lực bằng phương pháp mặt cắt:

➤ Phương trình cân bằng chiếu lên phương Y , ta có:

$$\Sigma Y = 0:$$

$$Q_y - P = 0 \Rightarrow Q_y = P$$

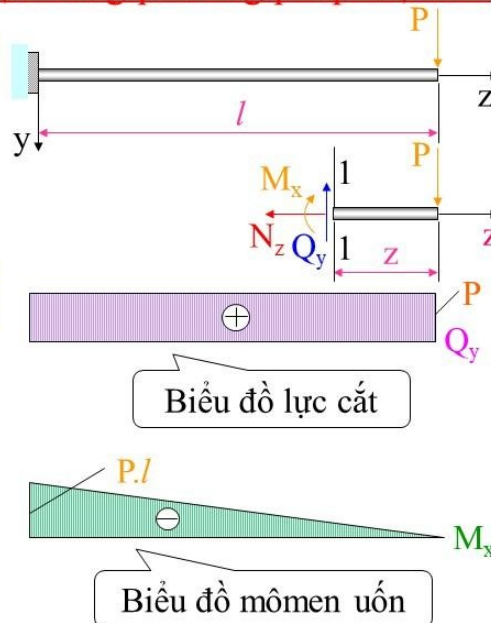
➤ Phương trình cân bằng mômen quanh trọng tâm mặt cắt 1-1, ta có:

$$\Sigma M_{1-1} = 0:$$

$$M_x + P.z = 0 \Rightarrow M_x = -P.z$$

★ Nếu $z = 0$ thì $M_{x(z=0)} = 0$

★ Nếu $z = l$ thì $M_{x(z=l)} = -P.l$



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

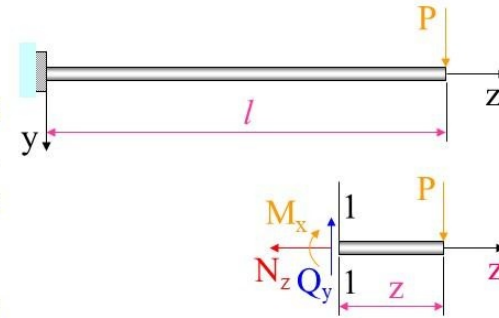
6.2.1 Trình tự giải bài toán nội lực bằng phương pháp mặt cắt:

Bài giải:

➤ Dùng mặt cắt tưởng tượng 1-1 cắt thanh làm hai đoạn, giả sử ta xét đoạn có đầu nút tự do:

➤ Phương trình cân bằng chiếu lên phương z , ta có:

$$\Sigma Z = 0 \Rightarrow N_z = 0$$



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.2 Vẽ biểu đồ bằng phương pháp nhận xét:

* Trình tự giải bài toán nội lực bằng phương pháp nhận xét:

- Bước 1: Xác định phản lực liên kết. (Nếu cần)
- Bước 2: Phân đoạn cho dầm.
- Bước 3: Áp dụng phương pháp nhận xét vẽ biểu đồ nội lực.

* Vẽ biểu đồ lực cắt Q_y : $Q^P = Q^T \pm A_q$

* Vẽ biểu đồ mômen M_x : $M^P = M^T \pm A_Q$

* Quy tắc vẽ:

- Vẽ biểu đồ từ trái sang phải.
- Đường biểu diễn bao giờ cũng xuất phát từ trục chuẩn và cuối cùng cũng trở về trục chuẩn.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.2 Vẽ biểu đồ bằng phương pháp nhân xét:

a. Vẽ biểu đồ lực cắt Q :

- Tại vị trí có lực tập trung thì biểu đồ Q có bước nhảy. Trị số tuyệt đối của bước nhảy bằng trị số của lực tập trung, chiều của bước nhảy trùng với chiều của lực tập trung.

- Tại vị trí có mômen tập trung thì biểu đồ Q không thay đổi.

- Trên đoạn dầm không có lực phân bố ($q = 0$) thì biểu đồ lực cắt Q là một đường thẳng song song với trục chuẩn.

- Trên đoạn dầm có lực phân bố đều ($q = \text{hằng số}$) thì biểu đồ lực cắt Q là 1 đường xiên theo hướng tải trọng q trong đoạn đó. Trị số lực cắt Q ở mặt cắt đầu bên phải đoạn được tính theo công thức:

$$Q^P = Q^T \pm A_q$$

A_q : là diện tích của tải trọng phân bố trong đoạn.

Ta quy ước : Tải phân bố đều q có dấu (+) nếu nó hướng từ dưới lên và dấu (-) nếu nó hướng từ trên xuống.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.2 Vẽ biểu đồ bằng phương pháp nhân xét:

b. Vẽ biểu đồ Momen M :

- Trong đoạn dầm có lực phân bố đều ($q = \text{hằng số}$), thì biểu đồ M là đường parabol bậc hai và chiều cong của parabol sẽ hứng lấy lực tác dụng. Điểm cực trị của parabol ứng với điểm mà biểu đồ lực cắt Q cắt trục chuẩn ($Q = 0$).

- Riêng tại vị trí có mômen tập trung M thì cần tính mômen M tại hai mặt cắt bên trái và bên phải vị trí đó.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.2.2 Vẽ biểu đồ bằng phương pháp nhân xét:

b. Vẽ biểu đồ Momen M:

- Để vẽ biểu đồ mômen M ta phải tính trị số mômen uốn tại các mặt cắt giới hạn những đoạn dầm mà ta đã phân chia để vẽ biểu đồ nội lực.

+ Tại vị trí có lực tập trung thì biểu đồ M bị gãy khúc.

+ Tại vị trí có mômen tập trung thì biểu đồ M có bước nhảy. Trị số tuyệt đối của bước nhảy bằng trị số của mômen tập trung. Chiều bước nhảy đi xuống khi mômen tập trung quay cùng chiều kim đồng hồ và ngược lại.

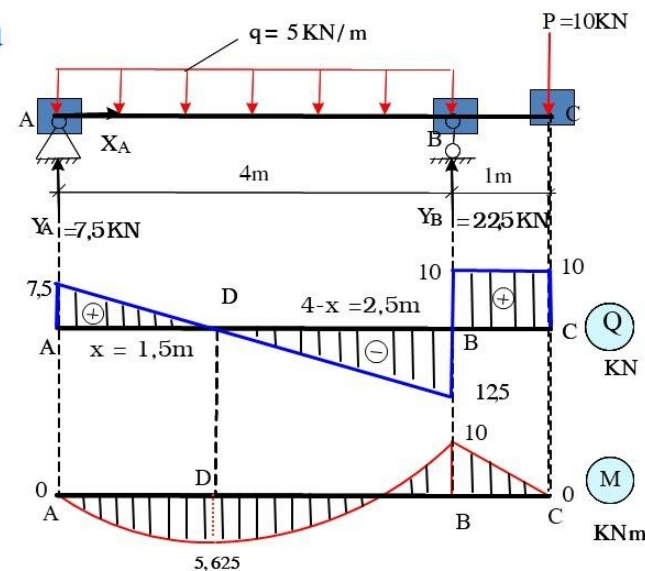
(M tập trung lấy dấu “+” nếu nó quay thuận chiều kim đồng hồ, lấy dấu “-” nếu nó quay ngược chiều kim đồng hồ)

+ Trong đoạn dầm không có lực phân bố ($q = 0$), biểu đồ M là đường thẳng nằm ngang (nếu $Q = 0$), và là đường xiên (nếu $Q = \text{hằng số}$), lúc này trị số mômen M ở mặt cắt đầu bên phải đoạn được tính theo công thức:

$$M^P = M^T \pm A_Q$$

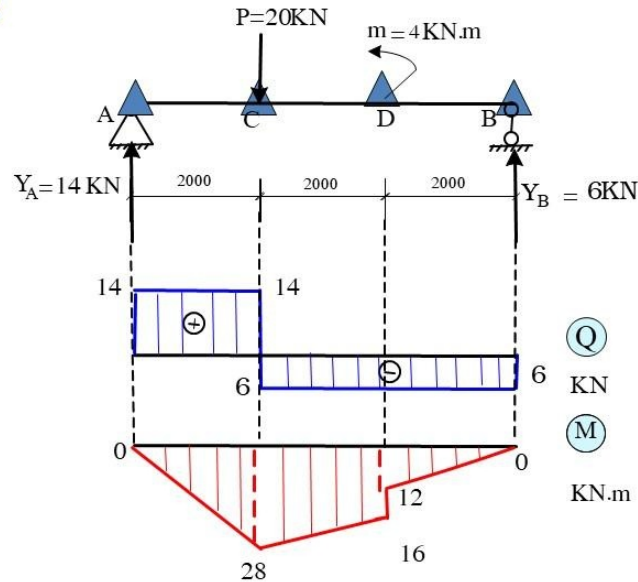
A_Q : là diện tích của biểu đồ lực cắt Q trong đoạn đang xét (có mang dấu)

• Ví dụ



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

• Ví dụ 2



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy :

* Kết luận:

1. Các mặt cắt của dầm trước và sau khi bị uốn đều phẳng và vuông góc với trục dầm
2. Khi dầm bị uốn, do các thớ dọc của thanh thay đổi chiều dài một cách liên tục từ mặt lõm đến mặt lồi của dầm, nên từ những thớ bị co dãn đến những thớ bị giãn thế nào cũng qua một lớp thớ có chiều dài không đổi, lớp thớ này gọi là lớp trung hòa.

Lớp trung hòa phân cách phần kéo và phần nén của dầm. Giao tuyến của lớp trung hòa với mặt cắt ngang gọi là đường trung hòa hay trục trung hòa.

6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

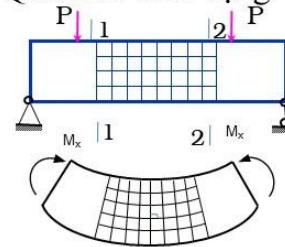
6.3.1. Khái niệm về uốn phẳng thuần túy:

➤ Ta gọi một thanh chịu uốn phẳng thuần túy khi trên mọi mặt cắt ngang của nó chỉ có một thành phần mômen uốn nằm trong mặt phẳng quán tính chính trung tâm.

$$M_x \neq 0, Q_y = 0$$

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy

1. Quan sát biến dạng



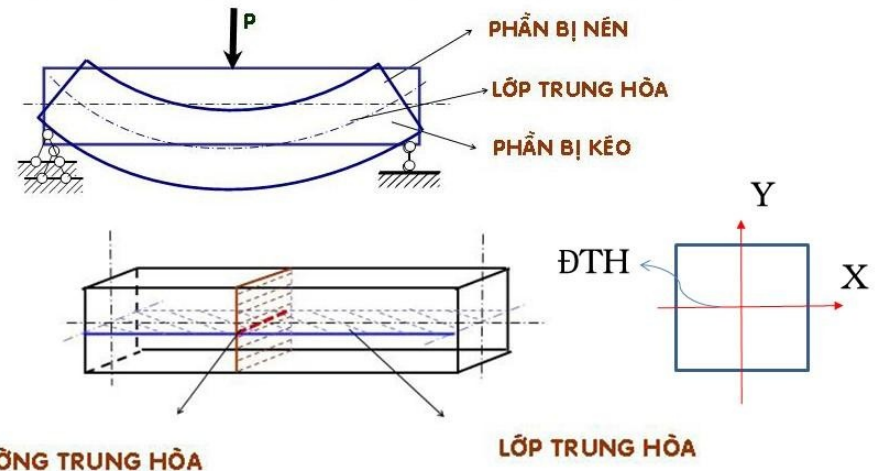
Nhận xét:

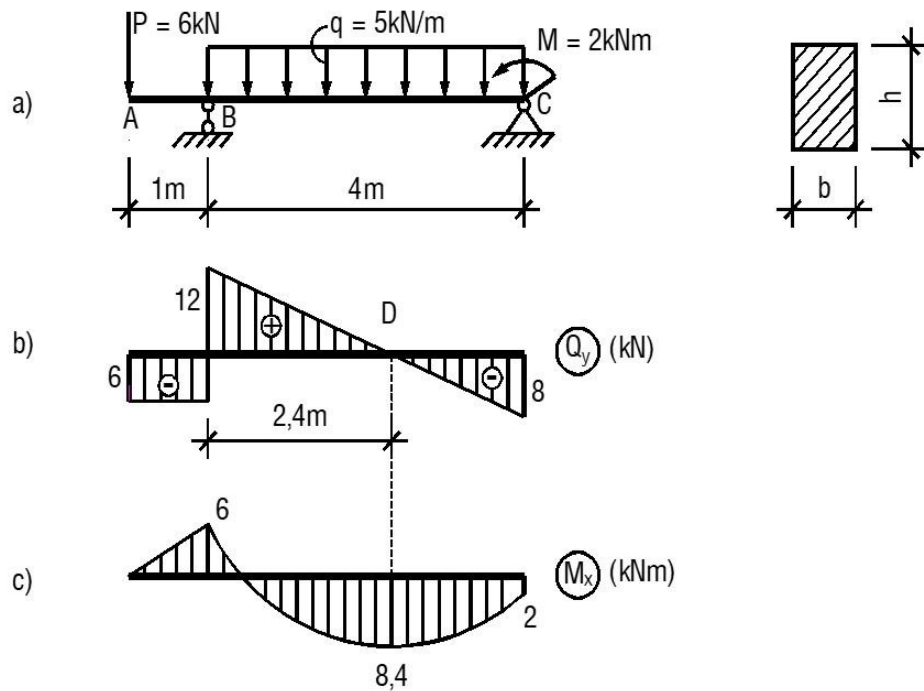
1. Các đường thẳng // $z \rightarrow$ cong nhưng vẫn // z
 2. Các đường thẳng vuông góc với $z \rightarrow$ vẫn vuông góc với z
- Các góc vuông vẫn vuông

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

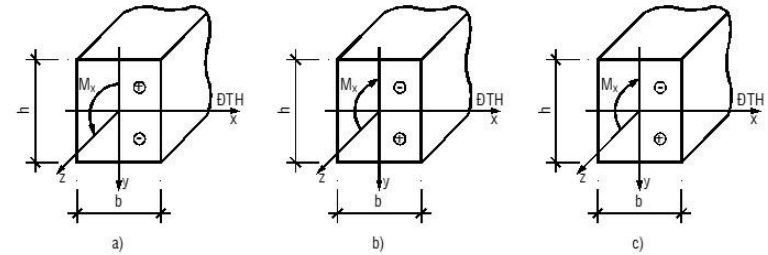
6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy :





- Xét tại mặt cắt tại điểm B có $M_x = -6 \text{ kN.m} < 0$ (**mômen căng thớ trên**) thì ĐTH chia mặt cắt ngang thành hai miền ứng suất: miền ứng suất kéo nằm trên và miền ứng suất nén nằm dưới ĐTH
- Khi xét mặt cắt tại điểm D có $M_x = 8,4 \text{ kN.m} > 0$ (**mômen căng thớ dưới**), thì ĐTH chia mặt cắt ngang thành hai miền ứng suất: miền ứng suất nén nằm trên và miền ứng suất kéo nằm dưới ĐTH
- Tương tự tại điểm C

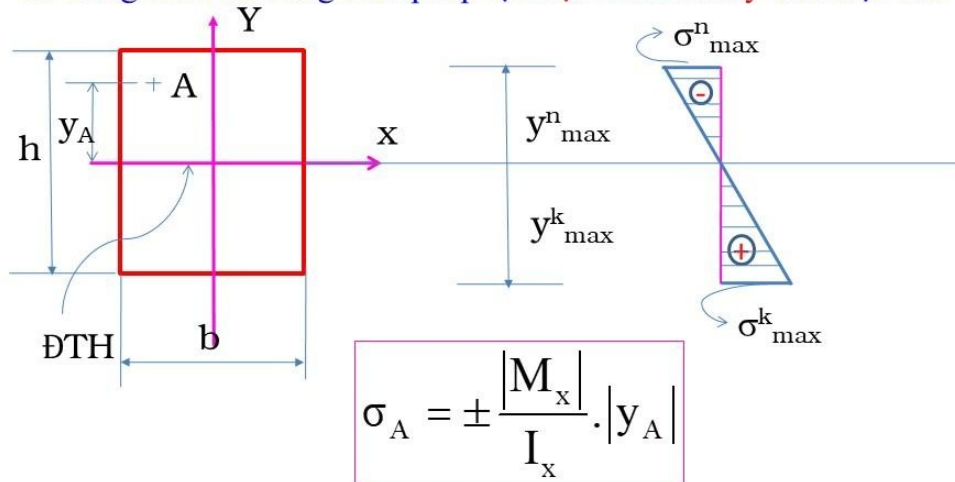


CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy :

2. Công thức tính ứng suất pháp tại **một điểm bất kỳ** trên mặt cắt:



CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

6.3. Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

2. Công thức tính ứng suất pháp tại **một điểm bất kỳ** trên mặt cắt

$$\sigma_A = \pm \frac{|M_x|}{I_x} \cdot |y_A|$$

M_x : Mô men uốn tại mặt cắt đáng xét tính ứng suất (dựa vào biểu đồ mô men để xác định)

I_x : Mô men quán tính của mặt cắt lấy đối với trục trung hòa x

y_A : Khoảng cách điểm A xét tính đến trục trung hòa x

Dấu (+) : Khi A nằm tại miền ứng suất kéo

Dấu (-) : Khi A nằm tại miền ứng suất nén

*** Chú ý:** Trục trung hòa x đi qua trọng tâm của mặt cắt

Tại các điểm nằm trên trục trung hòa x đều có ứng suất pháp bằng 0 (vì $y = 0$)

CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

3.Biểu đồ ứng suất pháp- Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất:

Nhận xét:

- Nhận thấy công thức tính σ_A là hàm số bậc nhất theo y_A .
- Tại các điểm nằm trên đường trung hòa (trục x) thì $y_A = 0 \rightarrow \sigma_A = 0$
- Những điểm nằm trên đường thẳng song song với đường trung hòa (có cùng tung độ y) sẽ có σ bằng nhau.
- Tại các điểm càng xa đường trung hòa trị số ứng suất pháp càng lớn. Nếu gọi $y_{\max}^k$, $y_{\max}^n$ là khoảng cách của các điểm ở xa nhất đối với đường trung hòa ở về miền chịu ứng suất kéo và chịu ứng suất nén thì trị số ứng suất pháp tại đó sẽ đạt giá trị lớn nhất.

CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

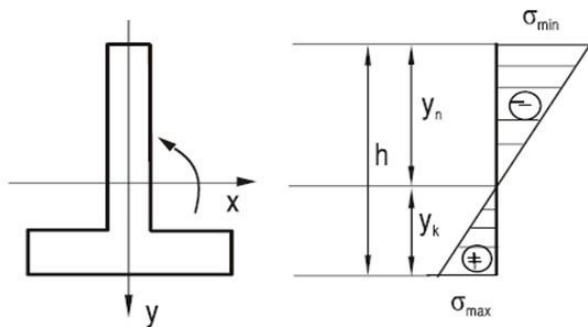
6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

3.Biểu đồ ứng suất pháp- Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất

Biểu đồ ứng suất pháp:

➤ Trường hợp mặt cắt ngang chỉ không đối xứng qua TTH (chữ I, chữ U,...)



CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

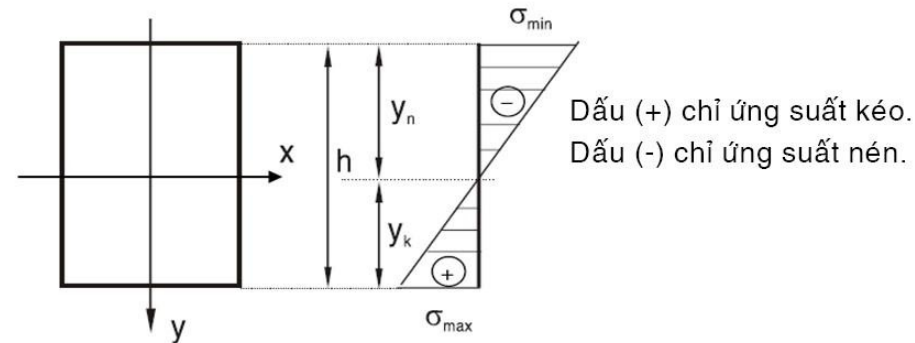
6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

3.Biểu đồ ứng suất pháp- Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất

Biểu đồ ứng suất pháp:

➤ Trường hợp mặt cắt đối xứng qua TTH (hình tròn, hình chữ nhật,...)



Dấu (+) chỉ ứng suất kéo.
Dấu (-) chỉ ứng suất nén.

CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng:

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

* Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất:

- Tính ứng suất pháp khi kéo và khi nén lớn nhất trên mặt cắt ngang dầm ở những điểm xa đường trung hòa nhất.
- Gọi $y_{\max}^k$, $y_{\max}^n$ lần lượt là khoảng cách thớ chịu kéo và thớ chịu nén ở xa đường trung hòa nhất. Khi đó ứng suất chịu kéo lớn nhất $\sigma_{\max}$ và ứng suất chịu nén lớn nhất $\sigma_{\min}$ sẽ tính bởi công thức

$$\sigma_{\max} = \frac{|M_x|}{I_x} |y_{\max}^k| = \frac{|M_x|}{W_x^k}$$
$$\sigma_{\min} = \frac{|M_x|}{I_x} |y_{\max}^n| = \frac{|M_x|}{W_x^n}$$

$$W_x^k = \frac{I_x}{|y_{\max}^k|}; \quad W_x^n = \frac{I_x}{|y_{\max}^n|}$$

W_x^k , W_x^n : mô men chống uốn của mặt cắt ngang

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

* Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất:

Trường hợp đặc biệt:

Nếu trục x (trục trung hòa) cũng là trục đối xứng (mặt cắt hình chữ nhật, hình tròn) thì:

$$|y_{\max}^k| = |y_{\max}^n| = \frac{h}{2}$$

$$\text{Khi đó: } W_x^k = W_x^n = W_x = \frac{2I_x}{h}$$

Ứng suất kéo và ứng suất nén cực đại có trị số bằng nhau

$$\sigma_{\max} = |\sigma_{\min}| = \frac{|M_x|}{W_x}$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

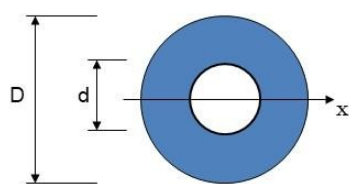
6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất

Mặt cắt ngang hình vành khăn : đường kính ngoài D, trong, d

$$I_x = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} = 0.05D^4 - 0.05d^4 \quad W_x = \frac{\pi D^3}{32}(1 - \eta^4) \approx 0.1D^3(1 - \eta^4)$$



$$\eta = \frac{d}{D}$$

Mặt cắt ngang hình I, C: Tra bảng thép định hình.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

* Công thức tính ứng suất pháp lớn nhất:

- Mặt cắt ngang hình chữ nhật chiều rộng b, chiều cao h:


$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad ; \quad W_x = \frac{b h^2}{6}$$

- Mặt cắt ngang hình tròn, đường kính D:

$$I_x = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4} \approx 0.05D^4; \quad W_x = \frac{\pi D^3}{32} = 0.1D^3$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

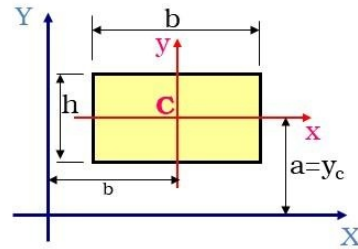
6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

- W_x : mô đun chống uốn của mặt cắt đối với trục x
- W_x : càng lớn thì $\sigma_{(k,n)\max}$ càng nhỏ chứng tỏ dầm có khả năng chống uốn lớn.

CÔNG THỨC ĐÁNG NHỚ

$$I_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_y = \frac{hb^3}{12}$$



$$I_X = I_x + a^2 A \quad I_Y = I_y + b^2 A$$

$$S_X = y_c A = a A$$

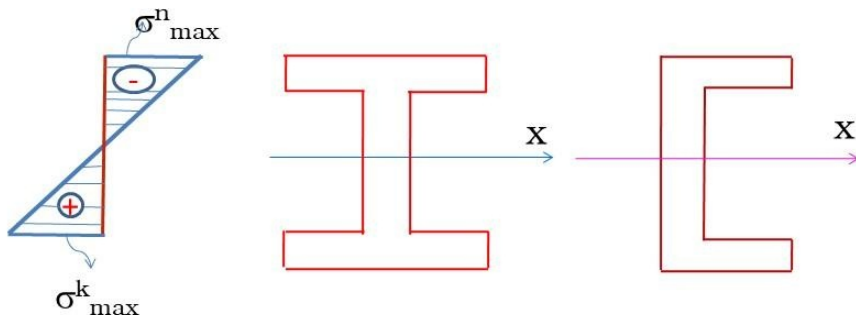
CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

4. Dạng mặt cắt hợp lý của dầm chịu uốn

- Đối với vật liệu mà khả năng chịu kéo và chịu nén như nhau, thì dạng mặt cắt sẽ hợp lý nếu có $\sigma_{kmax} = |\sigma_{nmax}|$
- Dạng mặt cắt hợp lý là hình chữ I, chữ C có đường trung hòa x là trục đối xứng.

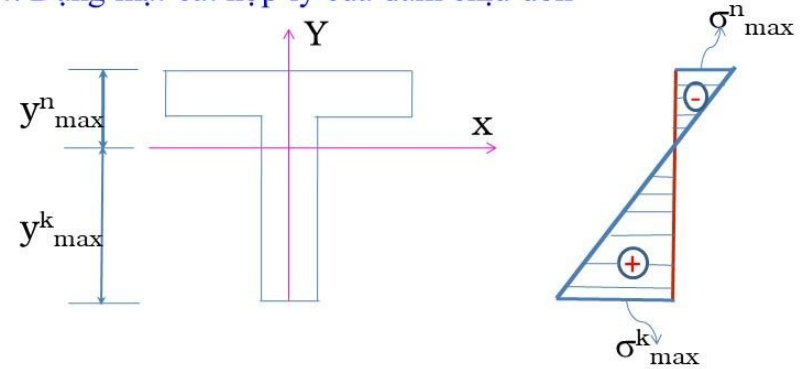


CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

4. Dạng mặt cắt hợp lý của dầm chịu uốn



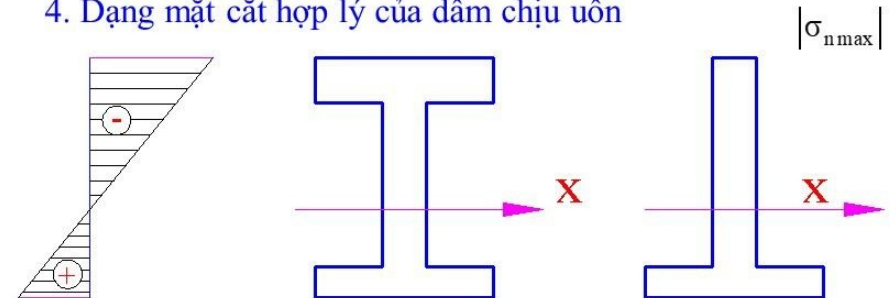
- ❖ Vật liệu càng gần đường trung hòa chịu ứng suất càng nhỏ,
 - ❖ Vật liệu xa đường trung hòa chịu ứng suất lớn
- ⇒ Chọn dạng mặt cắt sao cho thích hợp với khả năng chịu kéo và chịu nén của vật liệu

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.3 .Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang của dầm chịu uốn phẳng

6.3.2. Ứng suất trong dầm chịu uốn phẳng thuần túy:

4. Dạng mặt cắt hợp lý của dầm chịu uốn



Đối với vật liệu mà khả năng chịu kéo kém hơn khả năng chịu nén thì dạng mặt cắt hợp lý nếu có $\sigma_{kmax} < |\sigma_{nmax}|$ do đó dạng mặt cắt hợp lý là dạng mặt cắt không đối xứng qua trục trung hòa x, hình chữ I không đối xứng, hoặc chữ T.

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

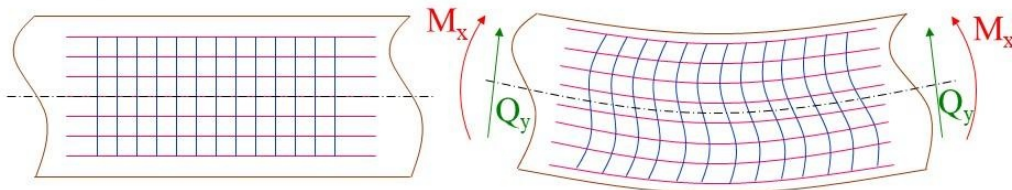
6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:

6.4.1. Khái niệm:

➤ Xét về mặt nội lực ta có thể định nghĩa: Dầm chịu uốn ngang phẳng là dầm chịu lực sao cho trên mọi mặt cắt ngang của nó có hai thành phần nội lực là mômen uốn M_x và lực cắt Q_y nằm trong mặt phẳng quán tính trung tâm.

$$M_x \neq 0, Q_y \neq 0$$

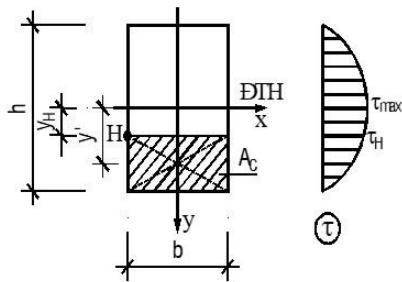
* Thí nghiệm:



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:

6.4.3. Công thức tính ứng suất tiếp của dầm chịu uốn ngang phẳng:



Q_y : Là trị tuyệt đối của lực cắt tại mặt cắt xét tính (dựa vào biểu đồ lực cắt).

S_x^c : Mômen tĩnh của một phần diện tích A_c đối với ĐTH (trục x): $S_x^c = A_c \cdot y'$

I_x : Mômen quán tính của toàn mặt cắt đối với ĐTH (trục x).

b_c : Bề rộng của mặt cắt tại điểm cần tính ứng suất.

y' : Là khoảng cách từ trọng tâm của diện tích A_c đến ĐTH.

$$\tau = \frac{|Q_y| \cdot S_x^c}{b_c \cdot I_x}$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:

6.4.2. Công thức tính ứng suất pháp của dầm chịu uốn ngang phẳng

$$\sigma = \pm \frac{|M_x|}{I_x} |y|$$

M_x : Mô men uốn tại mặt cắt đang xét tính ứng suất (dựa vào biểu đồ mô men để xác định)

I_x : Mô men quán tính của mặt cắt lấy đối với trục trung hòa x

y_A : Khoảng cách điểm A xét tính đến trục trung hòa x

Dấu (+): Khi A nằm tại miền ứng suất kéo

Dấu (-): Khi A nằm tại miền ứng suất nén

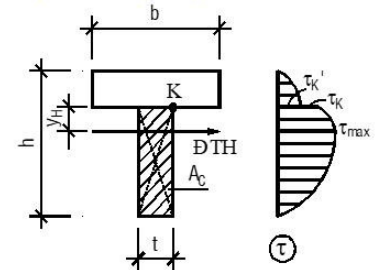
CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:

6.4.4. Sự phân bố ứng suất tiếp trong một số loại mặt cắt hình đơn giản:

* Mặt cắt chữ T:

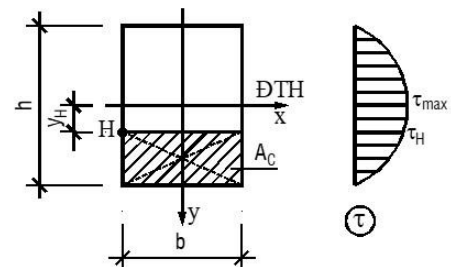
$$\tau_{\max} = \frac{|Q_y|_{\max} \times S_x^c}{I_x \times t} \quad (\text{kN/cm}^2)$$



* Mặt cắt chữ nhật:

$$\tau = \frac{Q}{8 I_x} (h^2 - 4 y_H^2)$$

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \frac{|Q_{\max}|}{A} \quad \text{khi } y = 0$$



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

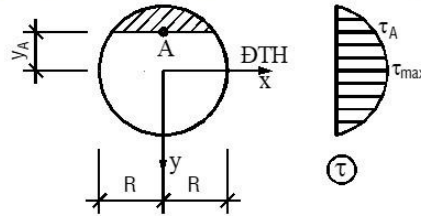
6.4. Ứng suất trên dầm chịu uốn ngang phẳng:

6.4.4. Sự phân bố ứng suất tiếp trong một số loại mặt cắt hình đơn giản:

* Mặt cắt hình tròn:

$$\tau_A = \frac{4}{3} \times \frac{|Q_y|}{A} \times \left(1 - \frac{y^2}{R^2}\right) \quad (\text{kN/cm}^2)$$

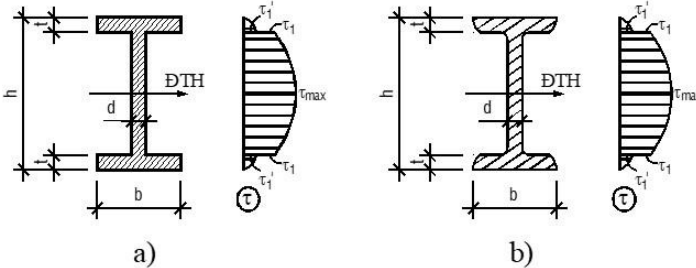
$$\tau_{\max} = \frac{4}{3} \times \frac{|Q_y|_{\max}}{A} \quad (\text{khi } y=0)$$



* Mặt cắt chữ I:

$$\tau_{\max} = \frac{|Q_y|_{\max} \times S_x^c}{I_x \times d} \quad (a)$$

$$\tau_{\max} = \frac{|Q_y|_{\max} \times S_x}{I_x \times d} \quad (b)$$



CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

a- Kiểm tra bền theo ứng suất pháp lớn nhất:

(Kiểm tra bền cho phân tố ở TTUS đơn)

- Mặt cắt đối xứng qua trục trung hoà: $y_{\max}^k \approx y_{\max}^n$

$$\sigma_{\max} = \frac{|M_{\max}|}{W_x} \leq [\sigma] \quad M_{\max} \text{ lấy tại mặt cắt có giá trị tuyệt đối } /M_{\max} / \text{ trên dầm}$$

- Khi mặt cắt không đối xứng: $y_{\max}^k \neq y_{\max}^n$

$$\begin{cases} \sigma_{\max} = \sigma_{\max}^k = \frac{|M_{\max}|}{I_x} \cdot |y_{\max}^k| \leq [\sigma_k] \\ \sigma_{\min} = \sigma_{\min}^n = \frac{|M_{\max}|}{I_x} \cdot |y_{\max}^n| \leq [\sigma_n] \end{cases}$$

- Nếu biểu đồ M trên dầm không đổi dấu $\Rightarrow$ Thì $M_x = /M_{\max}/$

- Nếu biểu đồ M trên dầm đổi dấu $\Rightarrow$ Thì xét 2 lần: $M_x^k = M_{\max}$ và

$M_x^n = /M_{\min}/$

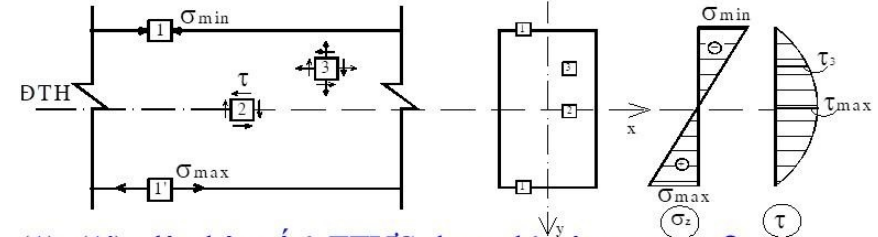
CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

6.5.1. Bài toán 1: BÀI TOÁN KIỂM TRA BỀN (Kiểm tra cường độ)

Uốn ngang phẳng: $M_x \neq 0$; $Q_y \neq 0 \Rightarrow$ Có cả σ_z ; τ_{zy}

Tại các điểm trong dầm có 3 loại trạng thái ứng suất khác nhau nên việc kiểm tra bền cho dầm phải tiến hành kiểm tra đồng thời ở cả 3 loại trạng thái ứng suất trên.



(1), (1') : là phân tố ở TTUS đơn: chỉ có σ ; $\tau = 0$

(2) : là phân tố ở TTUS trượt thuần túy: chỉ có τ ; $\sigma = 0$

(3) : là phân tố ở TTUS phẳng đặc biệt: Có cả σ_z ; τ_{zy}

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

b- Kiểm tra bền theo ứng suất tiếp lớn nhất:

(Kiểm tra bền cho phân tố ở TTUS trượt thuần túy):

$$\tau_{\max} \leq [\tau]$$

- Nếu đề không cho $[\tau] \Rightarrow$ Ta có thể tính $[\tau]$ theo $[\sigma]$

+ Theo thuyết bền ứng suất tiếp lớn: $\tau_{\max} \leq [\tau] = \frac{[\sigma]}{2}$
(Theo Thuyết bền 3)

+ Theo thuyết bền thế năng biến đổi hình dáng lớn nhất:

(Theo Thuyết bền 4)

$$\tau_{\max} \leq [\tau] = \frac{[\sigma]}{\sqrt{3}}$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

c - Kiểm tra bền cho phân tố ở TTUS phẳng đặc biệt:

Xét tại mặt cắt có $|M_x|$ và $|Q_y|$ cùng lớn. Chọn điểm đặc biệt D có tiết diện thay đổi đột ngột:

$$\begin{array}{|l} \sigma_{td} \leq [\sigma] \\ \tau_{zy} \leq [\tau] \end{array} \quad \text{(Dầm có mặt cắt chữ nhật nguyên, tròn} \Rightarrow \text{Không cần kiểm tra)}$$

- Xét tại vị trí điểm trên mặt cắt có diện tích thay đổi đột ngột. Đối với mặt cắt thép hình chữ I ta chọn nơi tiếp giáp giữa lòng và đế nhưng thuộc phần lòng chữ I.

$$S_x^c = S_x - \left[\frac{d}{2} \left(\frac{h}{2} - t \right)^2 \right] \quad y_D = \frac{h}{2} - t$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

6.5.2. Bài toán 2: BÀI TOÁN THIẾT KẾ TIẾT DIỆN:

- Dựa vào phân tố chịu lực ở trạng thái ús đơn để sơ bộ chọn kích thước tiết diện dầm.
- Sau đó tiến hành kiểm tra bền ở các phân tố khác như đã nói ở trên. Nếu điều kiện bền đối với các phân tố chịu trạng thái ús khác không đạt thì ta thay đổi kích thước mặt cắt ngang.

* Đối với dầm làm bằng vật liệu dẻo :

Kích thước mặt cắt được chọn theo điều kiện ứng suất pháp lớn nhất

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} \quad \text{- Từ } W_x: \text{ Nếu dầm làm bằng thép hình thì ta tra bảng để chọn số liệu thép tương ứng.}$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

c - Kiểm tra bền cho phân tố ở TTUS phẳng đặc biệt:

Vì phân tố D là phân tố phẳng nên ta phải dùng các thuyết bền sau:
+ Theo thuyết bền ứng suất tiếp lớn nhất: (Thuyết bền thứ 3)

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$$

Nếu bài toán chưa cho $[\tau]$, ta tính $[\tau]$ theo công thức:

$$\tau_{\max} \leq [\tau] = \frac{[\sigma]}{2}$$

+ Theo thuyết bền thế năng biến đổi hình dáng lớn nhất: (Thuyết bền thứ 4)

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$$

Nếu bài toán chưa cho $[\tau]$, ta tính $[\tau]$ theo công thức:

$$\tau_{\max} \leq [\tau] = \frac{[\sigma]}{\sqrt{3}}$$

CHƯƠNG 6: UỐN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

6.5.2. Bài toán 2: BÀI TOÁN THIẾT KẾ TIẾT DIỆN:

- Nếu dầm yêu cầu thiết kế mặt cắt chữ nhật với tỉ số $k = h/b$ ($h > b$) ta sẽ có:

$$b \geq \sqrt[3]{\frac{6W_x}{k^2}} \quad \text{và} \quad h = k.b$$

Nếu dầm yêu cầu thiết kế mặt cắt tròn đường kính D thì:

$$D \geq \sqrt[3]{10W_x}$$

* Đối với dầm làm bằng vật liệu giòn:

$$I_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma_k]} \cdot |y_{\max}^k| \quad W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma_k]}$$

* **Chú ý:** Sau khi chọn được mặt cắt ta phải kiểm tra lại kích thước tiết diện vừa chọn theo điều kiện bền ứng suất tiếp lớn nhất và cho phân tố ở TTUS phẳng đặc biệt .

CHƯƠNG 6: UỖN NGANG PHẪNG.

6.5. Điều kiện bền – Ba bài toán cơ bản:

6.5.3. Bài toán 3: BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG CHO PHÉP:

Từ điều kiện độ bền phân tử ở trạng thái ứng suất đơn nguy hiểm ta xác định sơ bộ tải trọng cho phép sau đó tiến hành kiểm tra bền các phân tử còn lại.

$$\boxed{|M_{\max}| \leq \frac{[\sigma_x] I_x}{|y_{\max}^k|}} \quad \boxed{|M_{\max}| \leq W_x [\sigma]}$$

Có $M_{\max}$ căn cứ vào sơ đồ kết cấu sẽ suy ra được lực tối đa tác dụng trên dầm.