

CH NG XII

THANH CHU L C PH C T P

Bài 29 – THANH CHU L C PH C T P

I. U n xiên

1. Định nghĩa

Cũng như u n ngang ph ng, ta ch xét nh ng thanh th ng, m t c t ngang có hai tr c đ i x ng vu ng g c (m t c t ngang hình ch nh t). Khi thanh chu t i tr ng vu ng g c v i tr c thanh nh ng không n m trong m t ph ng đ i x ng c a thanh thì thanh b u n xiên.

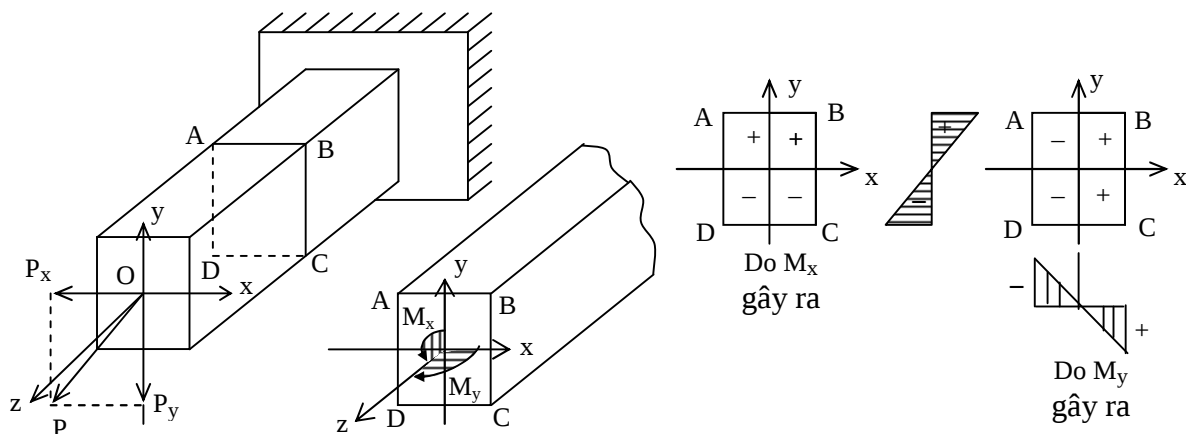
Ví d : các khung dàn c u, nhà v.v...

Xét thanh chu u n nh hình v

N u l c u n P phân thành P_x và P_y thì

+ P_x gây ra mô men u n M_y : u n quanh tr c y

+ P_y gây ra mô men u n M_x : u n quanh tr c x



Nh v y: Trong thanh b u n xiên t i m i m t c t ngang thanh, n i l c thu g n g m, hai mô men u n M_x và M_y n m trong m t ph ng đ i x ng c a thanh (b qua l c c t)

2. ng su t pháp trên m t c t ngang

G i σ' là ng su t do M_x gây ra, ta có: $\sigma'_{\max} = \frac{M_x}{W_x}$

σ'' là ng su t do M_y gây ra, ta có: $\sigma''_{\max} = \frac{M_y}{W_y}$

M_x và M_y : tr s tuy t đ i c a nh ng mô men u n t i m t c t đang xét

W_x và W_y : mô men ch ng u n c a m t c t đ i v i tr c x và tr c y

N u đ ng th i tác đ ng c hai mô men u n M_x và M_y thì theo nguyên lý c ng tác đ ng.

$$\sigma_{\max} = \sigma'_{\max} + \sigma''_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

(vì σ' và σ'' đều là ứng suất pháp và cùng vuông góc với mặt cắt)

Ta nhận thấy, nếu mặt cắt ngang là hình chữ nhật, chữ I v.v... thì ứng suất phát sinh lên nhót là tời hai trong bốn điểm góc (điểm B, D). Vì chúng đều lên nên ứng suất tời hợp có tời tời tời tời tời nhót so với mội điểm khác trên mặt cắt.

3. Điều kiện bền

Nếu thanh làm bằng vật liệu dỏ có $[\sigma_k] = [\sigma_n] = \sigma$ thì điều kiện bền là:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma]$$

- Tời sỏ M_x và M_y phải chọn tời mặt cắt ngang nguy hiỏm, với thanh có mặt cắt ngang không tời thì mặt cắt nguy hiỏm là mặt cắt có M_x và M_y đều lớn.

- Nếu thanh làm bằng vật liệu dỏn.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_k]$$

Tời điều kiện bền ta suy ra ba bài toán cỏ bền

- Bài toán kiểm tra bền

- Bài toán tìm tời tời tời cho phép: Gỏi $[P_i]$ tời tời tời suy rỏng cho phép (tời tời tời tời trung, tời tời tời phân bẻ, mômen tời trung hay mô men phân bẻ) thì tời mặt cắt nguy hiỏm, ta có: $M_x = k_1 [P_i]$, $M_y = k_2 [P_i]$

k_1, k_2 là các hằng số. Tời điều kiện bền ta suy ra:

$$\frac{k_1 [P_i]}{W_x} + \frac{k_2 [P_i]}{W_y} \leq [\sigma]$$

hay $[P_i] \leq \frac{[\sigma]}{\frac{k_1}{W_x} + \frac{k_2}{W_y}}$

- Chọn kích thước mặt cắt ngang, ta phải chọn tời tời tời sỏ: $\frac{W_x}{W_y} = C$

$$\Rightarrow W_x = \frac{M_x + C \cdot M_y}{[\sigma]}$$

- Đỏi với hình chữ nhật có chiều cao h và bề rộng b thì $c = h/b$

- Đỏi với mặt cắt hình chữ I thì có thể lấy $c = 8$

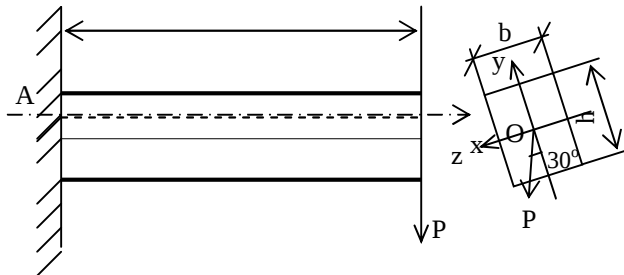
- Đỏi với mặt cắt hình chữ U thì có thể lấy $c = 6$

- Chú ý: V i thanh có m t c t ngang tròn thì không có u n xiên vì m t ph n g nào ch a tr c thanh cũng là đ i x ng.

* **Ví dụ** : M t d m chu l c P = 12KN h p v i tr c y m t g c 30° (hình v). D m có chi u dài l = 1m, m t c t ngang d m hình ch nh t có các c nh h = 12 cm, b = 7,2 cm bi t [σ] = 120 MN/m². Hãy ki m tra b n cho d m.

Gi i

1



Đây là d m chu u n xiên.

Ph n l c P làm hai thành ph n, ta có:

$$P_x = P \sin \alpha = 12 \cdot 0,5 = 6 \text{ KN}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 12 \cdot 0,866 = 10,4 \text{ KN}$$

Theo k t c u, mômen u n l n nh t là t i m t c t ngàm A.

$$M_{xA} = P_y \cdot l = 10,4 \cdot 1 = 10,4 \text{ KNm}$$

$$M_{yA} = P_x \cdot l = 6 \cdot 1 = 6 \text{ KNm}$$

Mômen ch ng u n c a m t c t ngang hình ch nh t:

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{7,2 \cdot 10^{-2} (12 \cdot 10^{-2})^2}{6} = 17,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{(7,2 \cdot 10^{-2})^2 12 \cdot 10^{-2}}{6} = 10,368 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

D m b ng v t li u d o nên ng su t l n nh t t i m t c t ngàm

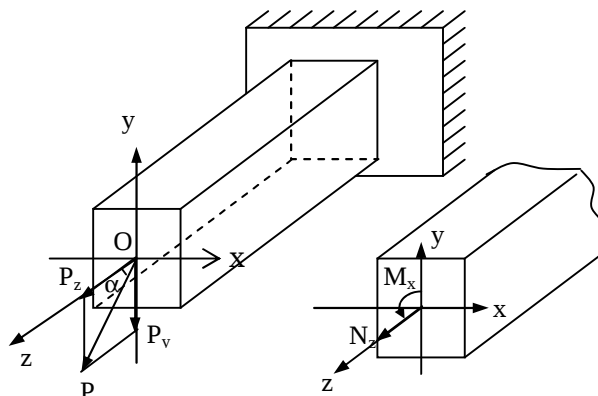
$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{10,4 \cdot 10^3}{17,28 \cdot 10^{-3}} + \frac{6 \cdot 10^3}{10,368 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 118,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 < [\sigma] = 120 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

K t lu n: D m đ m b o đ b n

II. U n đ ng th i kéo (nén)

1. Đ nh nghĩa



Xét trng h p đ n gi n, tác đng vào thanh m t l c P trùng v i m t phng đ i x ng c a thanh và nghiêng v i tr c thanh m t góc α . L c P đ c phân thành hai thành phn:

$P_y = P \sin \alpha$: tác đng vuông góc v i tr c thanh làm thanh b u n ngang phng

$P_z = P \cos \alpha$: tác đng đ c theo tr c thanh làm thanh b kéo (nén) đng tâm

$\Rightarrow$ Khi thanh ch u tác đng đng th i c a hai lo i l c : l c gây ra u n phng và l c gây ra kéo (nén) đng tâm, ta nói thanh ch u u n đng th i kéo (nén)

* Trong thanh ch u u n đng th i kéo (nén) t i m i m t c t ngang c a thanh, n i l c g m m t l c đ c N_z và m t mô men u n M_x .

2. ng su t trên m t c t ngang

- ng su t do l c đ c gây ra:

$$\sigma' = \pm \frac{N_z}{F}$$

- ng su t do mômen u n gây ra t i m t đi m b t kỳ:

$$\sigma'' = \pm \frac{M_x}{J_x} \cdot y$$

$$\text{Ta có : } \sigma = \sigma' + \sigma'' = \pm \frac{N_z}{F} \pm \frac{M_x}{J_x} \cdot y$$

$$\text{Nh v y : + Khi u n kéo } \sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x}$$

$$+ \text{ Khi u n - nén } \sigma_{\min} = -\frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x}$$

3. Đi u ki n b n

a. Thanh ch u u n - kéo đng th i v i c v t li u đ o và dòn luôn có

$$[\sigma_k] \leq [\sigma_n]$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma_k]$$

b. Thanh ch u u n - nén đng th i

+ V i v t li u đ o có $[\sigma_k] = [\sigma_n] = \sigma$

$$|\sigma_{\max}| = \frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma]$$

+ V i v t li u dòn có $[\sigma_k] < [\sigma_n]$

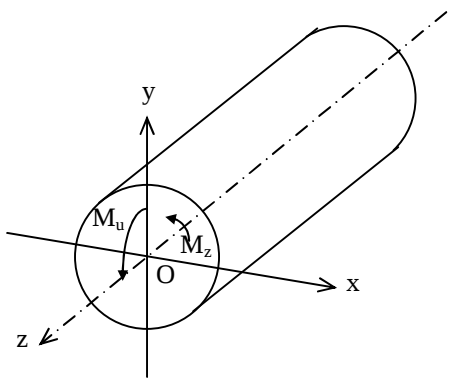
$$\sigma_{\max} = -\frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma_k]$$

$$|\sigma_{\min}| = \frac{N_z}{F} + \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma_n]$$

III. U n đ ng th i x o n

1. Đ nh nghĩa

M t thanh g i là u n – x o n đ ng th i khi trên m t c t ngang c a thanh có hai thành ph n n i l c là mô men x o n và mô men u n (khi k đ n nh h p ng c a l c c t Q do u n thì có thêm thành ph n l c c t)



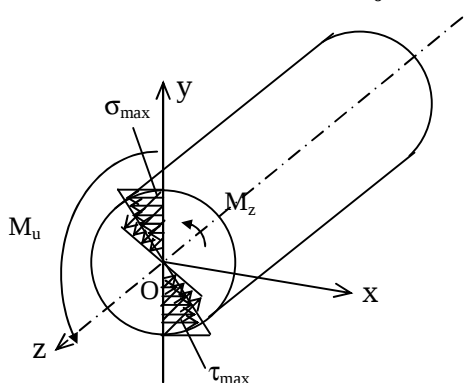
Ví d : Tr c c a b truy n bánh răng, bánh đai. ở đây ta ch xét các thanh có m t c t ngang tròn.

2. ng su t pháp trên m t c t ngang

a. ng su t pháp: do mô men u n M_u gây ra có ph p ng song song v i tr c z và có giá tr l n nh t là $\sigma_{\max} = \frac{M_u}{W_u}$ trong đó $W_u = W_x = W_y = 0,1d^3$

b. ng su t ti p: do mô men x o n M_z gây ra n m trong m t c t vuông góc v i tr c thanh

$$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \text{ trong đó } W_o = 0,2d^3 = 2W_u$$



* Nh v y: t i m t đ i m b t kỳ trên m t c t c a thanh v a ch u u n và x o n s p phát sinh đ ng th i hai ng su t pháp và ti p (b qua ng su t ti p do l c c t $\vec{Q}_y$ gây ra khi u n). Theo thuy t b n v ng su t ti p l n nh t:

$$\sigma_{\text{t ng đ ng}} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 4\tau_{\max}^2}$$

(vì σ và τ vuông góc v i nhau)

3. Đ i u ki n b n

$$\sigma_{td} \leq \frac{M_{td}}{W_x} \leq [\sigma]$$

M_{td} : mômen t ng đ ng

$$M_{td} = \sqrt{M_u^2 + \vec{M}_z}$$

M_u : mômen uốn n i l c (Nm)

M_z : mômen xoắn n i l c (Nm);

W_x : mômen ch ng u n (m^3)

T đ i u k i n b n ta c ũ ng c ó ba bài toán c b n v u n - xo n đ ng th i./