

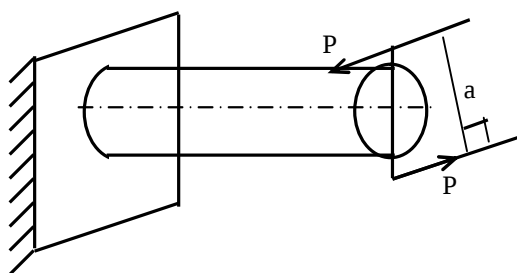
CHẸ Ẹ NG X

XOẸN THUYẸN TỨY CẸ A THANH PHẸ NG

Bài 23. MÔMEN XOẸN NẸ I LẸ C – BIẸ U ĐẸ MÔMEN XOẸN NẸ I LẸ C

I. Mômen xoẸn nẸ i lẸ c

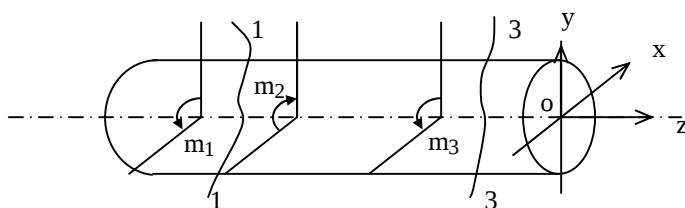
1. Khái niẸm



Xét mẸt thanh tròn chẸu tác đẸng cẸ a
ngẸu lẸ c $m = P \cdot a$

- m : mômen xoẸn ngoẸi lẸ c
- m phẸi nẸm trong mẸt phẸng
vuông góc vẸ i trẸ c thanh

2. Định nghĩa

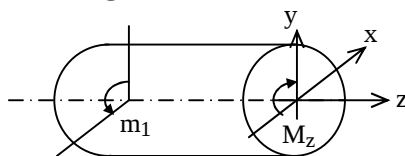


Khi tác đẸng vào mẸt thanh nhẸ ng ngoẸi lẸ c là nhẸ ng ngẸu lẸ c nẸm trong
mẸt phẸng vuông góc vẸ i trẸ c thanh thì ta có thanh chẸu xoẸn.

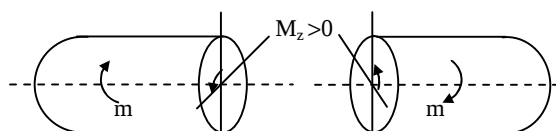
Ví đẸ: Các trẸ c truyẸn đẸng trong hẸp sẸ, máy tỉn, trẸ c máy khoan, mũi
khoan v.v ...

3. NẸ i lẸ c

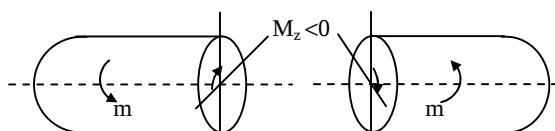
Xét mẸt thanh chẸu ngoẸi lẸ c m_1, m_2, m_3 nhẸ hình vẸ. Dùng mẸt cẸt 1 – 1, xét
cân bẸng bên trái cẸ a thanh. ĐẸ cân bẸng vẸ i mômen ngoẸi lẸ c thì trên mẸt cẸt 1 – 1
nẸ i lẸ c phẸi là mẸt mômen. Mômen đẸ gẸi là mômen xoẸn nẸ i lẸ c, ký hiẸu M_z .



4. DẸu cẸ a mômen xoẸn nẸ i lẸ c



Mômen ngoẸi lẸ c thuẸn chiẸu kim
đẸng hẸ



Mômen ngoẸi lẸ c ngẸ c chiẸu kim
đẸng hẸ

5. Trổ

Mômen xoẸn nẸi lẸc mẸt cẸt cẸa phẸn thanh đẸng xét bẸng tẸng đẸi sẸ các môment xoẸn ngoẸi lẸc tác đẸng lên phẸn thanh đẸng xét đẸ.

Ví đẸ: tẸi mẸt cẸt 3 – 3, xét phẸn thanh bên trái.

$$M_{z_3} = -m_1 + m_2 - m_3$$

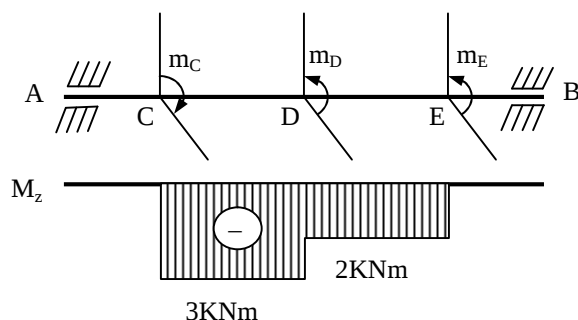
II. BiẸu đẸ mômen xoẸn nẸi lẸc

1. Các bẸ c vẸ biẸu đẸ

- VẸ đẸ đẸng chuẸn song song vẸ i trẸ c thanh.
- Tính mômen nẸi lẸc trong tẸng đẸn, biẸu đẸn bẸng các tung đẸ theo tẸ lẸ xích
- (+) đẸt bên trên, (-) đẸt bên dẸ i đẸ đẸng chuẸn

2. Ví đẸ

VẸ biẸu đẸ mômen xoẸn nẸi lẸc cẸa thanh nhẸ hình vẸ có $m_C = 3\text{KNm}$, $m_D = 1\text{KNm}$, $m_E = 2\text{KNm}$ bẸ qua ma sẸ cẸ các gẸi.



- a) Chia thanh thành 4 đẸn. Dùng phẸ đẸng pháp mẸt cẸt, tính mômen xoẸn nẸi lẸc trên tẸng đẸn thanh theo qui tẸ c, ta có:

- + ĐẸn AC : TẸi mẸt cẸt 1 – 1 có $M_z = 0$
- + ĐẸn CD : TẸi mẸt cẸt 2 – 2 có $M_z = -m_C = -3\text{KNm}$
- + ĐẸn DE : TẸi mẸt cẸt 3 – 3 có $M_z = -m_C + m_D = -3 + 1 = -2\text{KNm}$
(nẸu xét bên phẸ 3 – 3 thì phẸi thay đẸi góc nhìn)
- + ĐẸn EB : TẸi mẸt cẸt 4 – 4 có $M_z = 0$

- b) VẸ biẸu đẸ theo qui tẸ c

* NhẸn xét:

- Trên các đẸn thanh không có mômen phân bẸ, biẸu đẸ là mẸt đẸ đẸng thẸng song song hay trùng vẸ i đẸ đẸng chuẸn.
- TẸi vẸ trí đẸt các mômen tẸp trung, biẸu đẸ có bẸ c nhẸy, trổ bẸ c nhẸy bẸng trổ các mômen tẸp trung

III. Quan hệ giữa moment xoắn ngoại lực với công suất và số vòng quay của trục truyền

Mômen xoắn M (Nmm): $M_x = \frac{9,55 \cdot 10^6 \cdot N}{n}$

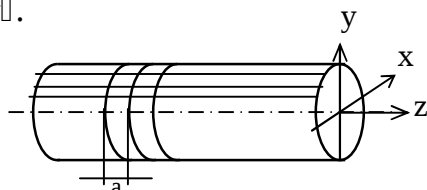
N : trên trục dẫn (Kw)

n : tốc độ vòng quay của trục dẫn (trục chấp động) (v/p)

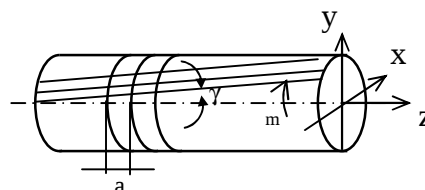
Bài 24. ẸNG SUẸT – BIẸN DẸNG XOẸN

1. Ẹng suẸt

ĐẸ thiẸt lẸp cẸng thẸc tẸnh Ẹng suẸt ngẸi Ẹi ta thẸc hiẸn cẸc thẸ thí ngẸm và coi biẸn dẸng bẸn trong thanh cẸng nhẸ biẸn dẸng bẸn ngoẸi thanh. Xét thanh chẸu xoẸn nhẸ hình vẸ.



Khi chẸa có mômen xoẸn tác dẸng

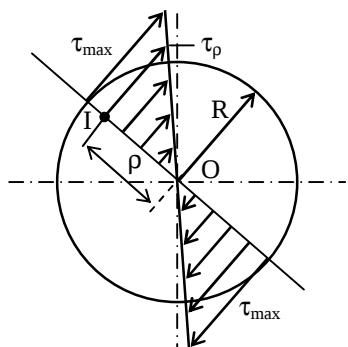


Khi có mômen xoẸn tác dẸng

Quan sát thanh sau khi chẸu tác dẸng lẸc ta thẸy:

- Trên mẸt cẸt ngang cẸa thanh chẸu xoẸn không có hiẸn tẸi ng co hay dẸn dài nên nên không có Ẹng suẸt pháp.
- Các mẸt cẸt ngang xoay trẸi t tẸi ng đẸi vẸi nhau, thanh có biẸn dẸng trẸi t và chẸ có Ẹng suẸt tiẸp có phẸi ng vuẸng gẸc vẸi bán kính đi qua đẸm đẸng xét, phân bẸ đẸc theo bán kính bẸt kỳ theo qui luật đẸi ng thẸng.

Ẹng suẸt tẸi mẸt đẸm I bẸt kỳ trên mẸt cẸt đẸc tẸnh nhẸ sau:



Ẹng suẸt tiẸp phân bẸ trên mẸt cẸt ngang tròn đẸc

$$\tau_{\rho} = \frac{M_z}{J_o} \cdot \rho$$

Trong đẸ : – M_z : trẸ sẸ tuyẸt đẸi mômen xoẸn nẸi lẸc tẸi mẸt cẸt ngang chẸa đẸm tẸnh Ẹng suẸt (Nm)

– J_o : Mômen qun tẸnh đẸc cẸc cẸa mẸt cẸt đẸi vẸi trẸng tâm O cẸa nó (m^4)

– ρ : khoẸng cách tẸ đẸm tẸnh Ẹng suẸt I đẸn trẸng tm mẸt cẸt O (m)

TẸi mẸt mẸt cẸt, M_z và J_o không đẸi.

$\Rightarrow \tau_{\rho}$ phẸi thuẸc vào ρ

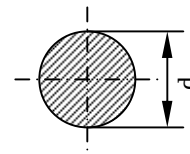
$$\Rightarrow \tau_{\max} = \frac{M_z}{\tau_o} \cdot R$$

ĐẸt $\frac{J_o}{R} = W_o \Rightarrow \tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \text{ (N/m}^2\text{)}$ (W_o : mômen chẸng xoẸn cẸa mẸt cẸt ngang thanh : m^3)

J_o và W_o đẸc trẸng cho khẸ năng chẸng xoẸn cẸa mẸt cẸt ngang thanh, nẸu W_o tăng thì $\tau_{\max}$ giẸm, thanh có khẸ năng chẸu xoẸn tẸt.

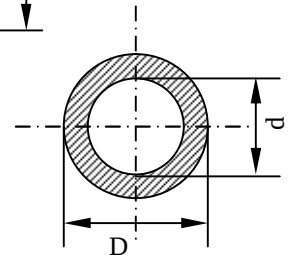
+ VẸi thanh cẸ mẸt cẸt ngang trẸn đẸc

$$J_o = 0,1 d^4, \quad W_o = 0,2 d^3$$

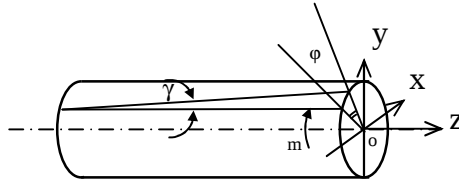


+ VẸi thanh cẸ mẸt cẸt ngang trẸn rẸng

$$J_o = 0,1 D^4 (1 - \alpha^4), \quad W_o = 0,2 D^3 (1 - \alpha^4) \text{ vẸi } \alpha = \frac{d}{D}$$



2. BiẸn đẸng



Quan sát biẸn đẸng cẸa thanh chẸu xoẸn ta thẸy: giẸa các mẸt cẸt ngang cẸ góc xoay, đẸ đẸ gẸi là góc xoẸn tuyẸt đẸi, ký hiẸu φ

$$\varphi = \frac{M_z l}{G J_o} (\text{rad}) \quad \text{hay} \quad \varphi = \frac{180 \cdot M_z \cdot l}{\pi \cdot G \cdot J_o} (\text{đẸ})$$

Và góc xoẸn tẸ đẸ đẸi, ký hiẸu θ

$$\theta = \frac{\varphi}{l} \Rightarrow \theta = \frac{180 \cdot M_z}{\pi \cdot G \cdot J_o} (\text{đẸ/m})$$

Trong đẸ : $G \cdot J_o$: đẸ cẸng khi xoẸn

Bài 25. ĐIỖ U KIỖ N BỖ N VÀ ĐIỖ U KIỖ N CỖ NG - CÁC BÀI TOÁN CỖ BỖ N**I. ĐIỖ u kiỖ n bỖ n**

Ỗ ng suỖ t tiỖ p lỖ n nhỖ t trong thanh không đỖ Ỗ c vỖ Ỗ t quá Ỗ ng suỖ t tiỖ p cho phép

$$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \leq [\tau] \quad \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

- M_z : Giá trỖ tuyỖ t đỖ i cỖ a mômen xoỖ n nỖ i lỖ c (Nm)
- W_o : Mômen chỖ ng xoỖ n cỖ a mỖ t cỖ t ngang (m^3)

* TỖ điỖ u kiỖ n bỖ n, ta có ba bài toán cỖ bỖ n:

1. Bài toán kiỖ m tra bỖ n : $\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \leq [\tau]$

2. Bài toán chỖ n mỖ t cỖ t ngang thanh : $W_o \geq \frac{M_z}{[\tau]}$

Suy ra công thỖ c tính đỖ Ỗ ng kính thanh tròn

+ VỖ i thanh tròn đỖ c : $d \geq \sqrt[3]{\frac{M_z}{0,2 [\tau]}}$

+ VỖ i thanh tròn rỖ ng $\Rightarrow D \geq \sqrt[3]{\frac{M_z}{0,2 \cdot (1 - \alpha^4) [\tau]}}$

3. Bài toán tính tỖ i trỖ ng cho phép : $M_z \leq W_o \cdot [\tau]$ hay $[M_z] = W_o \cdot [\tau]$

II. ĐIỖ u kiỖ n cỖ ng

Góc xoỖ n tỖ Ỗ ng đỖ i (hay biỖ n đỖ ng xoỖ n) lỖ n nhỖ t không vỖ Ỗ t quá giỖ i hỖ n cho phép

$$\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_z}{G \cdot J_o} \quad (\text{đỖ /m})$$

Trong đó : $[\theta]$: Góc xoỖ n tỖ Ỗ ng đỖ i cho phép cỖ a thanh (đỖ /m)

G : Môđun đàn hỖ i khi trỖ Ỗ t cỖ a vỖ t liỖ u (N/m^2)

J_o : Mômen quán tính đỖ c cỖ c cỖ a mỖ t cỖ t ngang thanh (m^4)

III. Các bài toán cỖ bỖ n

* TỖ điỖ u kiỖ n cỖ ng, ta có ba bài toán cỖ bỖ n

1) Bài toán kiỖ m tra đỖ cỖ ng: $\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_z}{G \cdot J_o} \leq [\theta]$

2) Bài toán chỖ n mỖ t cỖ t ngang thanh: $J_o \geq \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_z}{G \cdot [\theta]}$

+ MỖ t cỖ t tròn đỖ c $\Rightarrow d \geq \sqrt[4]{\frac{180 \cdot M_z}{\pi \cdot 0,1 \cdot G \cdot [\theta]}}$

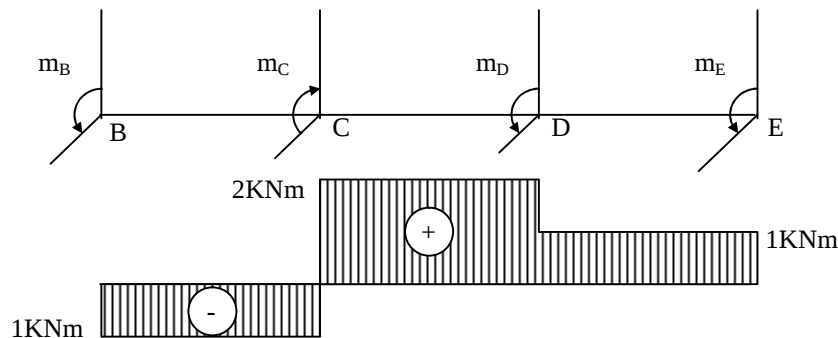
$$+ M \text{ t c t tr n r ng } \Rightarrow D \geq \sqrt[4]{\frac{180 \cdot M_z}{\pi \cdot 0,1 \cdot (1 - \alpha^4) \cdot G \cdot [\theta]}}$$

$$3) \text{ Bài toán tnh t i tr ng cho ph p: } M_z \leq G \cdot J_o \cdot [\theta] \cdot \frac{\pi}{180} \text{ hay } [M_z] = G \cdot J_o \cdot [\theta] \cdot \frac{\pi}{180}$$

* **Ví d :**

M t tr c tr n r ng ch u l c nh hnh v. C c ngo i l c, m m n $m_C = 3 \text{ KNm}$, $m_B = m_D = m_E = 1 \text{ KNm}$. Đ i ng k nh tr ng $d = 5 \text{ cm}$, đ i ng k nh ngo i $D = 10 \text{ cm}$. C c đ n $BC = CD = DE = 2 \text{ cm}$.

1. Tnh i ng s u t nguy hi m nh t c a tr c?
 2. Tnh g c xo n t i ng đ i l n nh t v g c xo n to n b c a tr c.
- Bi t $G = 8 \cdot 10^4 \text{ MN/m}^2$



Gi i

1. Tnh $\tau_{\max}$

M m n ch ng xo n c a m t c t ng ng tr ng đ n CD

$$W_o = 0,2D^3(1 - \alpha^4) = 0,2 \cdot 0,1^3 \left[1 - \left(\frac{0,05}{0,1} \right)^4 \right]$$

$$W_o = 187,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_y: \tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} = \frac{2 \cdot 10^3}{187,5 \cdot 10^{-6}} = 10,7 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$= 10,7 \text{ N/m}^2$$

2. Tnh $\theta_{\max}$

M m n q n tnh đ c c c a m t c t ng ng hnh v nh kh n

$$J_o = 0,1D^4(1 - \alpha^4) = 0,1 \cdot (0,1)^4 \left[1 - \left(\frac{0,05}{0,1} \right)^4 \right]$$

$$J_o = 937,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$V_y: \theta_{\max} = \frac{M_{zCD}}{GJ_o} = \frac{2 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 937,5 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 0,153 \text{ đ /m}$$

* Góc xoắn của trục đo trục là:

$$\varphi_{BC} = \frac{M_{zBC} \cdot l}{G \cdot J_o} = \frac{-10^3 \cdot 2}{8 \cdot 10^{10} \cdot 937,5 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = -0,153^\circ$$

$$\varphi_{CD} = \frac{M_{zCD} \cdot l}{G \cdot J_o} = 2\theta_{\max} = 0,306^\circ$$

$$\varphi_{DE} = \frac{M_{zDE} \cdot l}{G \cdot J_o} = 0,153^\circ$$

* Góc xoắn (toàn phần) của trục bằng

$$\varphi_{BE} = \varphi_{BC} + \varphi_{CD} + \varphi_{DE} = -0,153 + 0,306 + 0,153 = 0,306^\circ$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thanh nào là thanh tròn chịu xoắn? Cho ví dụ.
2. Nội lực trong thanh chịu xoắn là gì? Trình bày cách xác định nội lực đó.
3. Thanh nào là biểu diễn mômen xoắn nội lực?
4. Nêu cách vẽ biểu diễn mômen xoắn nội lực.
5. Ứng suất trên mặt cắt thanh chịu xoắn là ứng suất gì? Vẽ và giải thích công thức tính ứng suất tại mặt điểm bất kỳ.
6. Vẽ và giải thích công thức tính ứng suất liên tục. Nêu qui luật phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang thanh.
7. Biến dạng trong xoắn là biến dạng gì? Vẽ và giải thích công thức tính góc xoắn twist và twist.
8. Khi tính toán xoắn phải tính theo những điều kiện nào?
9. Nêu các bài toán cần biến tính toán xoắn.