

CHƯƠNG IX

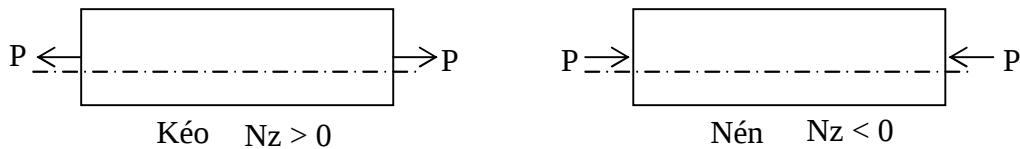
KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

Bài 20. LÝ THUYẾT – BÀI TẬP – LÝ THUYẾT

I. Định nghĩa

Một thanh chịu kéo (nén) đúng tâm khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực là lực dọc nén trên trục thanh.

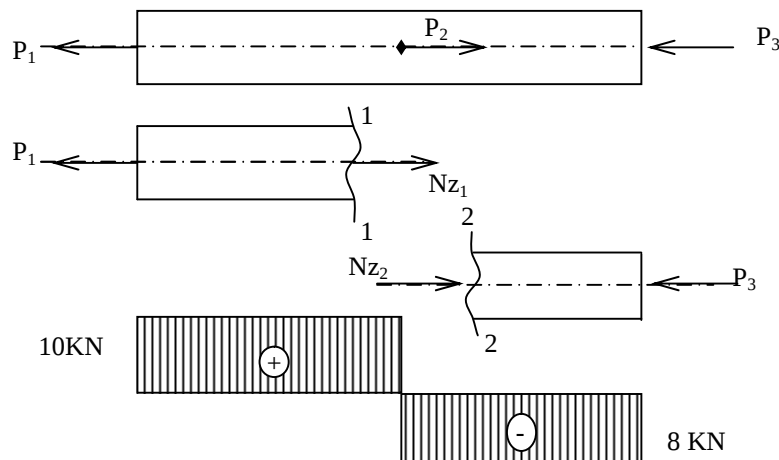
Ví dụ: Dây cáp nối trục (chịu kéo), thân bulông, khi xiết đai ốc (chịu kéo), cột điện, ống khói, đầu búa (chịu nén).



II. Biểu đồ lực dọc (biểu đồ nội lực)

Nội lực trong thanh chịu kéo (nén) là lực dọc N_z vuông góc với mặt cắt.

- Biểu đồ lực dọc là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của lực dọc tại mỗi mặt cắt ngang dọc theo thanh.
- Quy ước dấu:
 - + Lực dọc dương khi thanh chịu kéo.
 - + Lực dọc âm khi thanh chịu nén.
- Ví dụ: Vẽ biểu đồ lực dọc của thanh chịu lực như hình vẽ. Biết $P_1 = 10\text{KN}$, $P_2 = 18\text{KN}$, $P_3 = 8\text{KN}$



Đoạn vẽ biểu đồ ta chia thành làm hai đoạn AB và BC

- Xét đoạn AB: Dùng mặt cắt 1 – 1, khảo sát sự cân bằng bên trái, ta có:

$$N_{z_1} - P_1 = 0 \Rightarrow N_{z_1} = P_1 = 10 \text{ KN}$$

Khi mặt cắt 1 – 1 biến thiên trong đoạn AB, lực dọc N_{z_1} không đổi và bằng 10KN

- Xét đoạn BC: Dùng mặt cắt 2 – 2 khảo sát sự cân bằng bên phải, ta có:

$$N_{z_2} - P_3 = 0 \Rightarrow N_{z_2} = P_3 = 8 \text{ KN}$$

Khi mặt cắt 2 – 2 biến thiên trong đoạn BC, lực dọc N_{z_2} không đổi và bằng 8 KN

Biểu đồ lực dọc trên suốt chiều dài thanh được biểu diễn như trên hình vẽ. Hoàn chỉnh biểu đồ nội lực thanh, tung độ biểu diễn lực dọc tăng giảm với mặt cắt trên trục của thanh.

Bài 21. ỨNG SUẤT – BIẾN DẠNG TRONG KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM**I. Ứng suất**

Khảo sát biến dạng mặt thanh chịu lực kéo đúng tâm.

Nếu coi biến dạng xảy ra bên trong thanh cũng như biến dạng quan sát được trên mặt ngoài của thanh. Ngay khi ta đưa ra mặt số giả thuyết làm cơ sở để tính toán. Từ đó nhận thấy nội lực phân bố trên mặt cắt ngang của thanh phải có phương song song với trục của thanh. Như vậy trên mặt cắt ngang thanh chỉ có ứng suất pháp.

Giả thiết nội lực phân bố đều trên mặt cắt ngang thì ứng suất tại mỗi điểm trên mặt cắt đều có trị số bằng nhau thì hợp lực của họ nội lực là lực dọc N_z : $N_z = \sigma.F \Rightarrow$

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

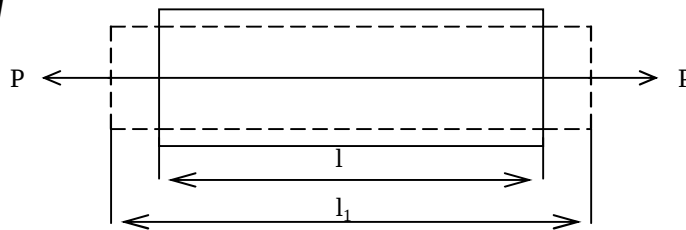
Tổng quát: $\sigma = \pm \frac{N_z}{F} \quad (\text{N/m}^2)$

N_z : giá trị tuyệt đối của lực dọc tại mặt cắt tính ứng suất (N)

F : diện tích mặt cắt ngang thanh (m^2)

σ lấy dấu (+) nếu nội lực là lực kéo

σ lấy dấu (-) nếu nội lực là lực nén

II. Biến dạng

Gọi l là chiều dài ban đầu của thanh, khi chịu kéo thanh dài ra một đoạn Δl . Ngay lúc này khi chịu nén thanh co lại. Ta có Δl là biến dạng dọc tuyệt đối. Ký hiệu Δl .

- Biến dạng dọc tuyệt đối của thanh $\Delta l = l_1 - l$ (m)

- Biến dạng dọc tỉ đối (tỷ lệ biến dạng) $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$ (hàng số)

III. Định luật Hooke về kéo (nén)

Khi lực tác động chưa vượt quá một giới hạn nhất định thì biến dạng dọc tuyệt đối tỉ lệ thuận với lực tác động.

$$\Delta l = \pm \frac{N_z l}{EF} \quad (\text{m})$$

N_z : Trị số của lực dọc (N)

L : Chiều dài thanh (m)

E : mô đun đàn hồi của vật liệu (N/m^2) - đặc trưng cho khả năng chịu đựng biến dạng kéo (nén) của vật liệu.

$$E_{\text{thép}} : (2.10^{11} \div 2,1.10^{11}) \text{ N/m}^2$$

$$E_{\text{thép}} : (1,15.10^{11} \div 1,6.10^{11}) \text{ N/m}^2$$

$$F : \text{diện tích mặt cắt ngang (m}^2\text{)}$$

Dấu của Δl : Δl có dấu (+) khi N_z là lực kéo (thanh bị giãn)

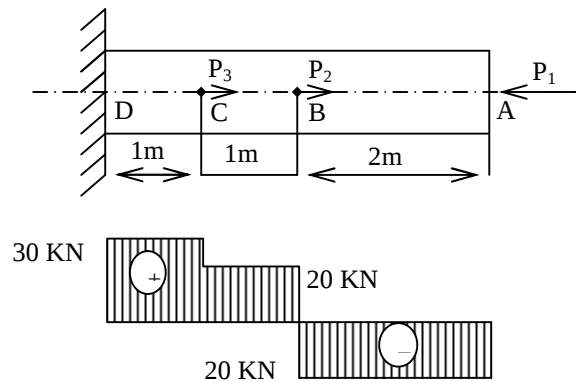
Δl có dấu (-) khi N_z là lực nén (thanh bị co)

* **Ví dụ** : Thanh thép chịu lực $P_1 = 20\text{KN}$, $P_2 = 40\text{KN}$, $P_3 = 10\text{KN}$ và có mặt cắt ngang không đổi $F = 10\text{cm}^2$. Kích thước cho trên hình vẽ.

a. Vẽ biểu đồ nội lực.

b. Tính ứng suất trong từng đoạn thanh

c. Tìm biến dạng dọc tuyệt đối của thanh? Cho $E = 2.10^{10} \text{ N/m}^2$



a – Vẽ biểu đồ nội lực: Chia thanh làm 3 đoạn AB, BC, CD

Dùng phương pháp mặt cắt, tính nội lực từng đoạn

$$\text{– Đoạn AB} : N_{z_1} = -P_1 = -20\text{KN}$$

$$\text{– Đoạn BC} : N_{z_2} = -P_1 + P_2 = 20\text{KN}$$

$$\text{– Đoạn CD} : N_{z_3} = -P_1 + P_2 + P_3 = 30\text{KN}$$

b – Tính ứng suất trong từng đoạn thanh

$$\text{– Đoạn AB} : \sigma_1 = \frac{N_{z_1}}{F} = -\frac{20}{20} = -2 \text{ KN/cm}^2 = -20 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{– Đoạn BC} : \sigma_2 = \frac{N_{z_2}}{F} = \frac{20}{20} = 2 \text{ KN/cm}^2 = 20 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{– Đoạn CD} : \sigma_3 = \frac{N_{z_3}}{F} = \frac{30}{10} = 3 \text{ KN/cm}^2 = 30 \text{ MN/m}^2$$

c – Tính biến dạng dọc tuyệt đối của thanh

Theo định luật Hooke:

KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

$$\Delta l = \pm \frac{N_z l}{EF} \Rightarrow \Delta l_{AB} = \frac{-20 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{2 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = -2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta l_{BC} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{2 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta l_{CD} = \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{2 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta l_{AD} = \Delta l_{AB} + \Delta l_{BC} + \Delta l_{CD} = -2 \cdot 10^{-3} + 10^{-3} + 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Kết luận: Thanh bị dãn $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Bài 22. ĐIỀU KIỆN BỀN - BÀI TOÁN CẮT BỀN**I. Điều kiện bền**

Để đảm bảo sự làm việc an toàn khi thanh chịu kéo (nén) đúng tâm, ứng suất trong thanh phải thỏa mãn điều kiện bền.

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} \leq [\sigma]$$

$\sigma_{\max}$: Ứng suất pháp lớn nhất trên mặt cắt ngang của thanh (N/m^2)

N_z : Giá trị tuyệt đối của lực dọc trục (N)

F : Diện tích mặt cắt ngang (m^2)

$[\sigma]$: Ứng suất cho phép của vật liệu (N/m^2), phụ thuộc vào môi trường vật liệu khác nhau.

II. Các bài toán cắt bền**1. Bài toán kiểm tra bền**

Khi biết tải trọng, kích thước mặt cắt và ứng suất cho phép của vật liệu, xét điều kiện bền của thanh có đủ để thỏa mãn hay không. Muốn thì:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} \leq [\sigma]$$

Thông thường nếu $\sigma_{\max}$ chỉ vượt quá $[\sigma]$ chỉ 5% vẫn có thể xem như chỉ tiêu máy hay kết cấu đạt điều kiện an toàn (vì $[\sigma] < \sigma_0$). Nếu $\sigma_{\max}$ vượt quá $[\sigma]$ 5% thì có thể xem như quá an toàn, thậm chí lãng phí vật liệu.

2. Bài toán thiết kế

Khi biết tải trọng và ứng suất cho phép, cần xác định kích thước tối thiểu của mặt cắt ngang.

$$\text{Muốn thì phải có: } F_{\min} \geq \frac{N_z}{[\sigma]}$$

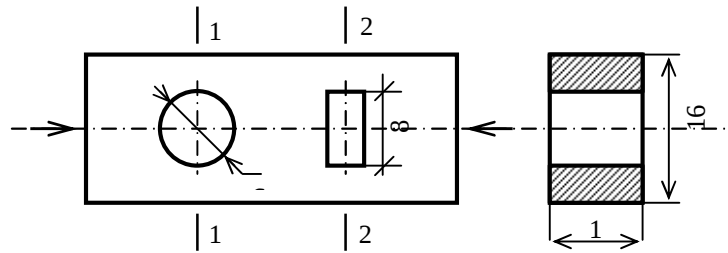
Để đảm bảo an toàn và tiêu chuẩn, cần nên chọn F xấp xỉ lớn hơn $\frac{N_z}{[\sigma]}$ chỉ 5% là đủ.

3. Bài toán tính tải trọng cho phép

Khi biết kích thước mặt cắt và ứng suất cho phép, cần xác định tải trọng lớn nhất cho phép đặt vào chỉ tiêu máy hay kết cấu. Muốn thì phải có:

$$N_{z\max} \leq F [\sigma]$$

* **Ví dụ**: Hãy kiểm tra sức bền của mặt thanh gỗ có mặt cắt ngang 10cm x 16cm, đặt lên như hình vẽ. Lỗ tròn có đường kính $d = 6\text{cm}$, lỗ chèn nhét có kích thước 8cm x 4cm. Thanh chịu lực nén $P = 72\text{KN}$, ứng suất nén cho phép của gỗ là $[\sigma_n] = 10 \text{ MN/m}^2$. Bỏ qua hiện tượng tập trung ứng suất.



Giải

Kiểm tra sức bền của thanh trục có diện tích nhỏ nhất, vì ứng suất tại đây lớn nhất. Đó là mặt cắt 2-2. Diện tích mặt cắt này bằng:

$$F = (0,1 \cdot 0,16) - (0,1 \cdot 0,08) = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Ứng suất ở mặt cắt nguy hiểm là:

$$\sigma = \frac{72}{8 \cdot 10^{-3}} = 9 \cdot 10^3 \text{ KN/m}^2 = 9 \text{ MN/m}^2$$

Ứng suất này nhỏ hơn ứng suất cho phép $[\sigma] = 10 \text{ MN/m}^2$

Vậy thanh đủ bền.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thế nào là thanh chịu kéo (nén) đúng tâm? Cho ví dụ?
2. Lực dọc là gì? Cách xác định lực dọc.
3. Thế nào là biểu đồ lực dọc?
4. Viết và giải thích công thức tính ứng suất trong thanh chịu kéo (nén) đúng tâm.
5. Biến dạng trong thanh chịu kéo (nén) đúng tâm là biến dạng gì?
6. Phát biểu và viết công thức định luật Hooke trong thanh chịu kéo (nén) đúng tâm.
7. Viết và giải thích công thức điều kiện bền và ba bài toán cơ bản về kéo (nén) đúng tâm.