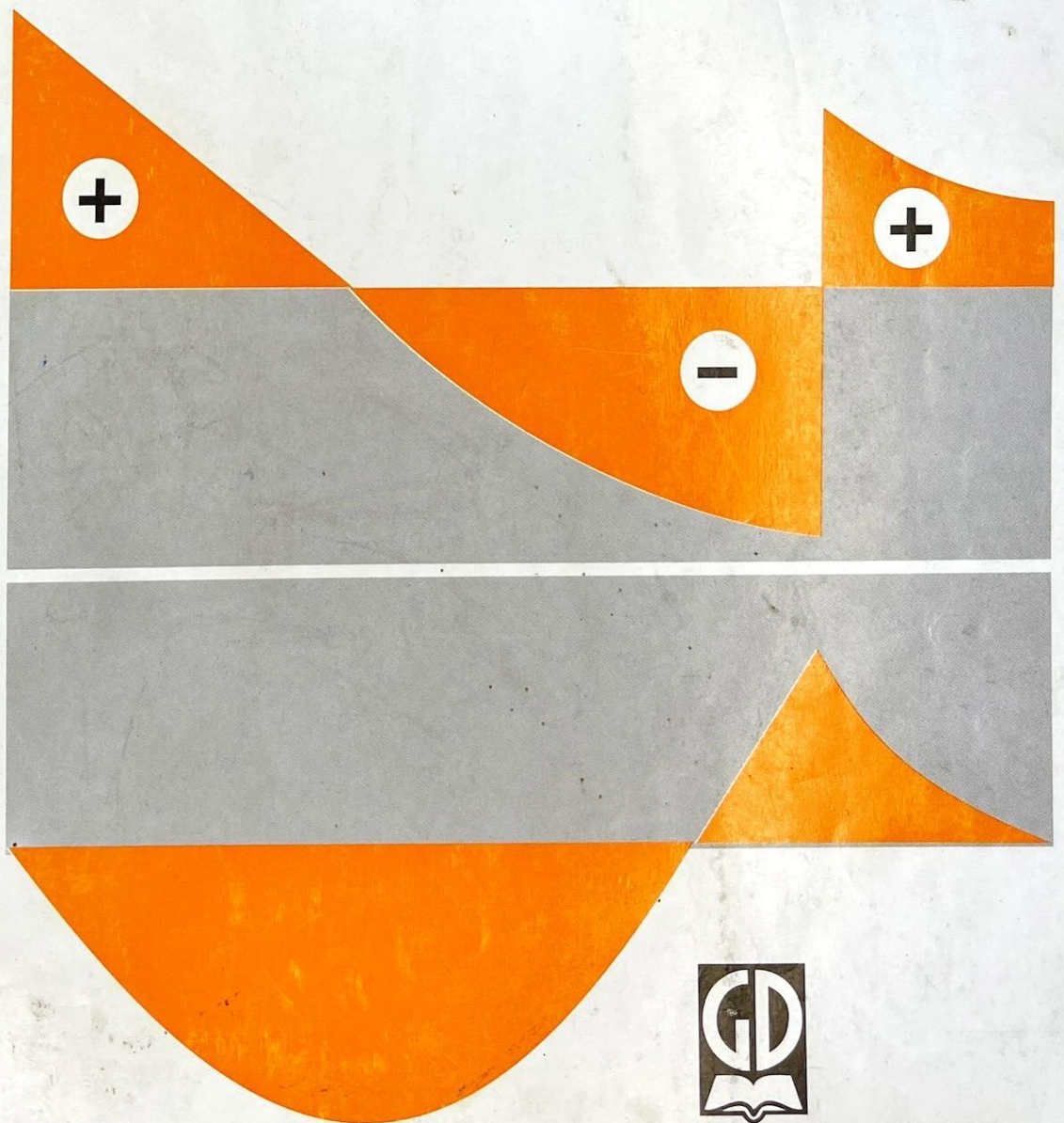


BÙI TRỌNG LỰU - NGUYỄN VĂN VƯỢNG

BÀI TẬP

**SỨC BỀN
VẬT LIỆU**



BÙI TRỌNG LỰU - NGUYỄN VĂN VƯỢNG



BÀI TẬP SỨC BỀN VẬT LIỆU

(Tái bản lần thứ mười một)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Sách Bài tập sức bền vật liệu được soạn theo chương trình môn học Sức bền vật liệu.

Sách nhằm phục vụ việc học tập và giảng dạy tại các trường đại học kĩ thuật (cơ khí và xây dựng) thuộc hệ tập trung và tại chức.

Để thuận lợi cho người sử dụng, mỗi chương của sách có tóm tắt lí thuyết và đưa ra các ví dụ vừa để minh họa vừa làm bài giải mẫu. Các bài tập đều có đáp số để người sử dụng tự kiểm tra.

Trong lần tái bản đầu, sách đã được chỉnh lí lại cho hợp lí và chính xác hơn, đồng thời bổ sung thêm phần "Các đề thi Olympic cơ học về sức bền vật liệu" từ năm 1989 đến 1996.

Tuy có một số kinh nghiệm qua các lần xuất bản, song việc tái bản lần này chắc vẫn không tránh khỏi còn những sai sót. Chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến của bạn đọc. Thư góp ý xin gửi về : Nhà xuất bản Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội. Xin chân thành cảm ơn.

Các tác giả

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Đình Lai, Nguyễn Văn Nhậm. Bài tập sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Đại học và THCN. Hà Nội 1976.
2. I.N.Mirolubov,... Bài tập sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Đại học và THCN. Hà Nội 1988.
3. Trường ĐHBK Hà Nội. Bài tập sức bền vật liệu. Tài liệu dùng cho sinh viên.
4. Nguyễn Y Tồ,... Sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Đại học và THCN. Hà Nội 1970.
5. Bùi Trọng Lưu,... Sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Đại học và THCN. Hà Nội 1973.
6. Lê Quang Minh, Nguyễn Văn Vương. Sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Đại học và THCN. Hà Nội 1989.
7. Trịnh Đình Châm, Phan Hồng Giang,... Sức bền vật liệu. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội 1989.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	
<i>Chương 1. KÉO- NÉN ĐÚNG TÂM</i>	5
<i>Chương 2. TÍNH CÁC MỐI NỐI GHÉP</i>	33
<i>Chương 3. TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG. ĐỊNH LUẬT HÚC TỔNG QUÁT</i>	44
<i>Chương 4. CÁC THUYẾT BỀN</i>	60
<i>Chương 5. ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CỦA MẶT CẮT NGANG</i>	63
<i>Chương 6. XOẮN THUẦN TÚY THANH THẲNG</i>	78
<i>Chương 7. UỐN PHẪNG</i>	106
<i>Chương 8. TÍNH THANH CHỊU LỰC PHỨC TẠP</i>	149
<i>Chương 9. THANH CONG PHẪNG</i>	174
<i>Chương 10. ỔN ĐỊNH</i>	183
<i>Chương 11. UỐN NGANG VÀ UỐN DỌC ĐỒNG THỜI</i>	199
<i>Chương 12. CHUYỂN VỊ HỆ THANH</i>	206
<i>Chương 13. TÍNH HỆ THANH SIÊU TÍNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP LỰC</i>	221
<i>Chương 14. TẢI TRỌNG ĐỘNG</i>	243
<i>Chương 15. TÍNH ĐỘ BỀN KHI ỨNG SUẤT THAY ĐỔI THEO THỜI GIAN</i>	266
<i>Chương 16. DÂY MỀM</i>	279
<i>Chương 17. DẦM TRÊN NỀN DÀN HỒI</i>	289
<i>Chương 18. XOẮN - UỐN THANH THÀNH MỎNG MẶT CẮT HỒ</i>	298
<i>Chương 19. ỨNG SUẤT TIẾP XÚC</i>	314
<i>Chương 20. TÍNH ỐNG DẪY</i>	324
<i>Chương 21. TẤM VÀ VỎ MỎNG</i>	332
<i>Đáp số</i>	341
<i>Các đề thi Olympic cơ học về sức bền vật liệu</i>	387
<i>Phụ lục</i>	419
<i>Tài liệu tham khảo</i>	443

Chương 1

KÉO - NÉN ĐÚNG TÂM

1. Ứng suất pháp, biến dạng dài tuyệt đối

Một thanh gọi là chịu kéo, nén đúng tâm khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực là lực dọc : N_z .

Trên mặt cắt ngang không có ứng suất tiếp, ứng suất pháp phân bố là đều và được tính theo công thức :

$$\sigma_z = \frac{N_z}{F} \quad (1-1)$$

Trong đó : N_z - giá trị lực dọc trên mặt cắt ngang tính ứng suất, lực dọc được coi là dương khi thanh chịu kéo và là âm khi thanh chịu nén ;

F - diện tích mặt cắt ngang.

Độ dãn dài tuyệt đối của thanh được tính theo công thức :

$$\Delta l = \int_0^l \frac{N_z}{EF} dz \quad (1-2)$$

Trong đó : N_z - lực dọc, là hàm của tọa độ theo trục thanh, $N_z(z)$;

F - diện tích mặt cắt ngang tổng quát cũng là hàm của tọa độ $F(z)$;

E - môđun đàn hồi khi kéo, nén của vật liệu ;

l - chiều dài của thanh.

Nếu trên suốt chiều dài l của thanh N_z , E , F là hằng số thì :

$$\Delta l = \frac{N_z \cdot l}{EF} \quad (1-3)$$

Tổng quát nếu thanh có nhiều đoạn có tính chất trên thì ta chia thanh ra làm nhiều đoạn và công thức có dạng :

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} \frac{N_{zi}}{E_i F_i} dz \quad \text{hoặc} \quad \Delta l = \sum_{i=1}^n \frac{N_{zi} \cdot l_i}{E_i F_i} \quad (1-4)$$

Tích số EF được gọi là độ cứng của thanh kéo - nén đúng tâm.

Ví dụ 1-1.

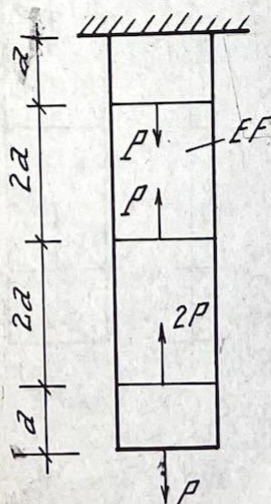
Cho thanh thẳng có mặt cắt không đổi chịu lực như trên hình vẽ. Vẽ biểu đồ lực dọc, biểu đồ ứng suất và biểu đồ chuyển vị của các mặt cắt ngang (H. 1-1).

Bài giải

Bằng phương pháp mặt cắt, ta tính được nội lực ở bốn đoạn từ đầu tự do :

$$N_1 = P ; N_2 = P - 2P = -P ; N_3 = P - 2P - P = -2P ;$$

$$N_4 = P - 3P + P = -P.$$



Hình 1-1

Ứng suất ở các đoạn:

$$\sigma_1 = \frac{P}{F}; \sigma_2 = -\frac{P}{F}; \sigma_3 = -\frac{2P}{F}; \sigma_4 = -\frac{P}{F}.$$

Chuyển vị của các mặt cắt tính theo công thức chung:

$$\Delta l = \sum \int \frac{Ndz}{EF} = \frac{1}{EF} \sum \int Ndz.$$

Đoạn 4 ($0 \leq z \leq a$):

$$\Delta l_4 = \frac{1}{EF} \int_0^z N_4 d\xi = -\frac{Pz}{EF}.$$

Đoạn 3 ($a \leq z \leq 3a$):

$$\Delta l_3 = \frac{1}{EF} \left(\int_0^a N_4 dz + \int_a^z N_3 d\xi \right) = \frac{1}{EF} (-Pa - 2Pz + 2Pa) = \frac{1}{EF} (Pa - 2Pz).$$

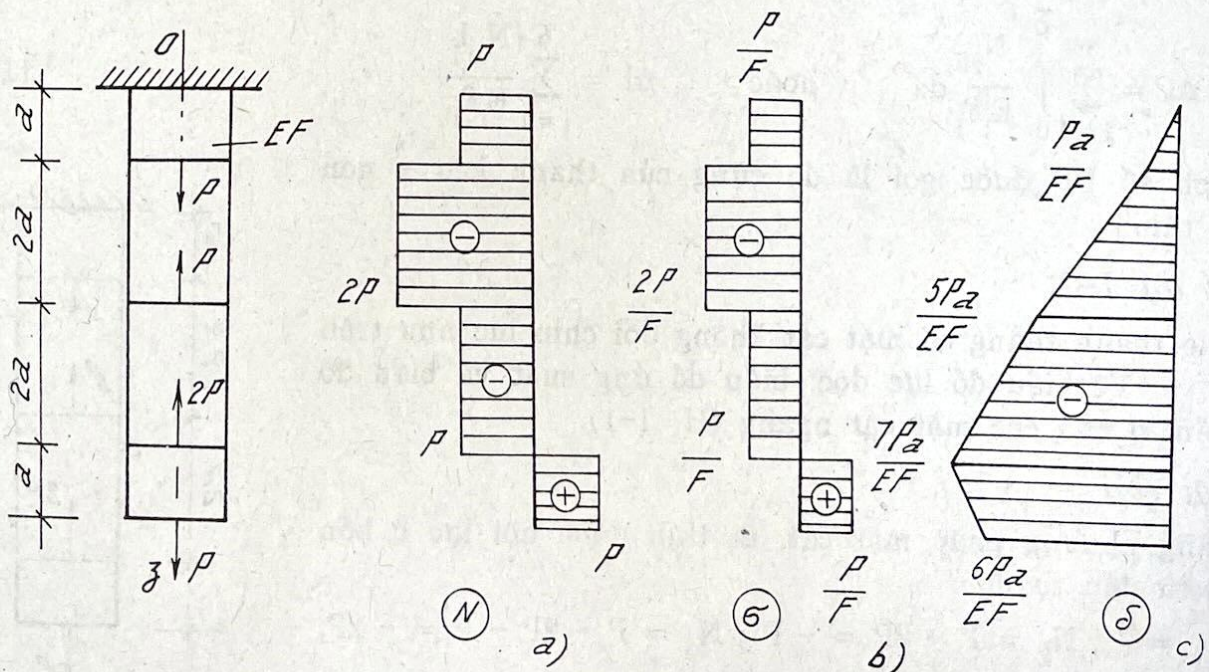
Đoạn 2 ($3a \leq z \leq 5a$):

$$\begin{aligned} \Delta l_2 &= \frac{1}{EF} \left(\int_0^a N_4 dz + \int_a^{3a} N_3 dz + \int_{3a}^z N_2 d\xi \right), \\ &= \frac{1}{EF} (-Pa - 4Pa - Pz + 3Pa) = \frac{1}{EF} (-2Pa - Pz). \end{aligned}$$

Đoạn 1 ($5a \leq z \leq 6a$):

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \frac{1}{EF} \left(\int_0^a N_4 dz + \int_a^{3a} N_3 dz + \int_{3a}^{5a} N_2 dz + \int_{5a}^z N_1 d\xi \right), \\ &= \frac{1}{EF} (-Pa - 4Pa - 2Pa + Pz - 5Pa) = \frac{1}{EF} (-12Pa + Pz). \end{aligned}$$

biểu đồ lực dọc, ứng suất, chuyển vị xem hình 1-1a (a, b, c).



Hình 1-1a

Ví dụ 1-2.

Một thanh thẳng có bề dày không đổi, bề rộng biến đổi theo hàm bậc nhất chịu một lực tập trung ở đầu tự do. Vẽ biểu đồ lực dọc, ứng suất và chuyển vị của các mặt cắt (H. 1-2).

Bài giải.

Bề rộng mặt cắt ngang:

$$b_z = b \left(1 + \frac{z}{l}\right).$$

Diện tích mặt cắt ngang m - n:

$$F_z = bh \left(1 + \frac{z}{l}\right).$$

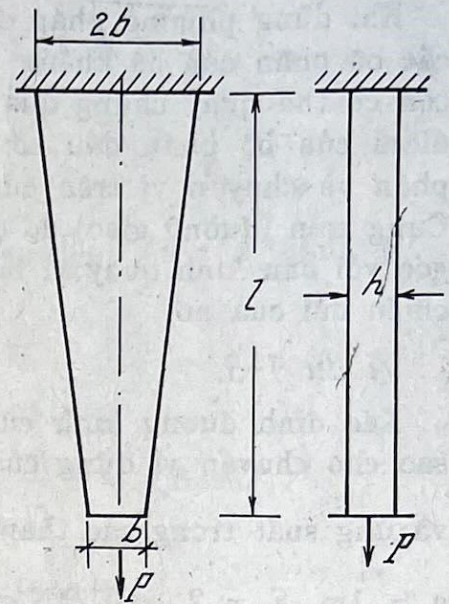
Ứng suất pháp ở mặt cắt ngang m - n:

$$\sigma = \frac{P}{bh} \cdot \frac{1}{1 + \frac{z}{l}}.$$

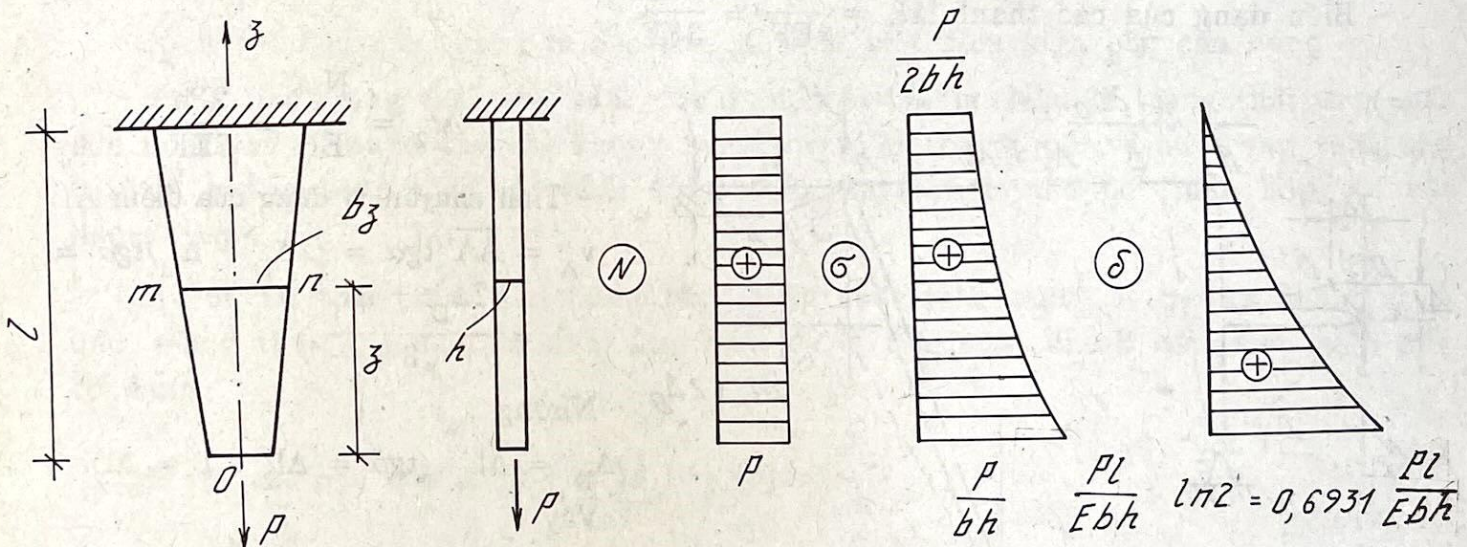
Chuyển vị của mặt cắt ngang m - n:

$$\sigma = \frac{P}{Ebh} \int_z^l \frac{dz}{1 + \frac{z}{l}} = \frac{Pl}{Ebh} \left[\ln \left(1 + \frac{z}{l}\right) \right]_z^l = \frac{Pl}{Ebh} \ln \left| \frac{2}{1 + \frac{z}{l}} \right|.$$

Biểu đồ lực dọc, ứng suất, chuyển vị xem trên hình 1-2a (a, b, c)



Hình 1-2



Hình 1-2a

2. Chuyển vị các điểm của hệ thanh liên kết khớp

Chuyển vị đàn hồi các điểm của một hệ thanh liên kết khớp tính theo sơ đồ tổng quát sau: Từ điều kiện cân bằng tĩnh học ta tìm được lực dọc trục của các bộ phận đàn hồi. Dùng công thức tính độ dãn dài tuyệt đối của các bộ phận, vì khi biến dạng các bộ phận của hệ không rời nhau ra, do đó bằng phương pháp các đường giao nhau, ta lập được các điều kiện chấp của chuyển vị, tức là các quan hệ hình học của các bộ phận hợp thành hệ thống. Từ những quan hệ ấy ta xác định được các chuyển vị cần tìm.