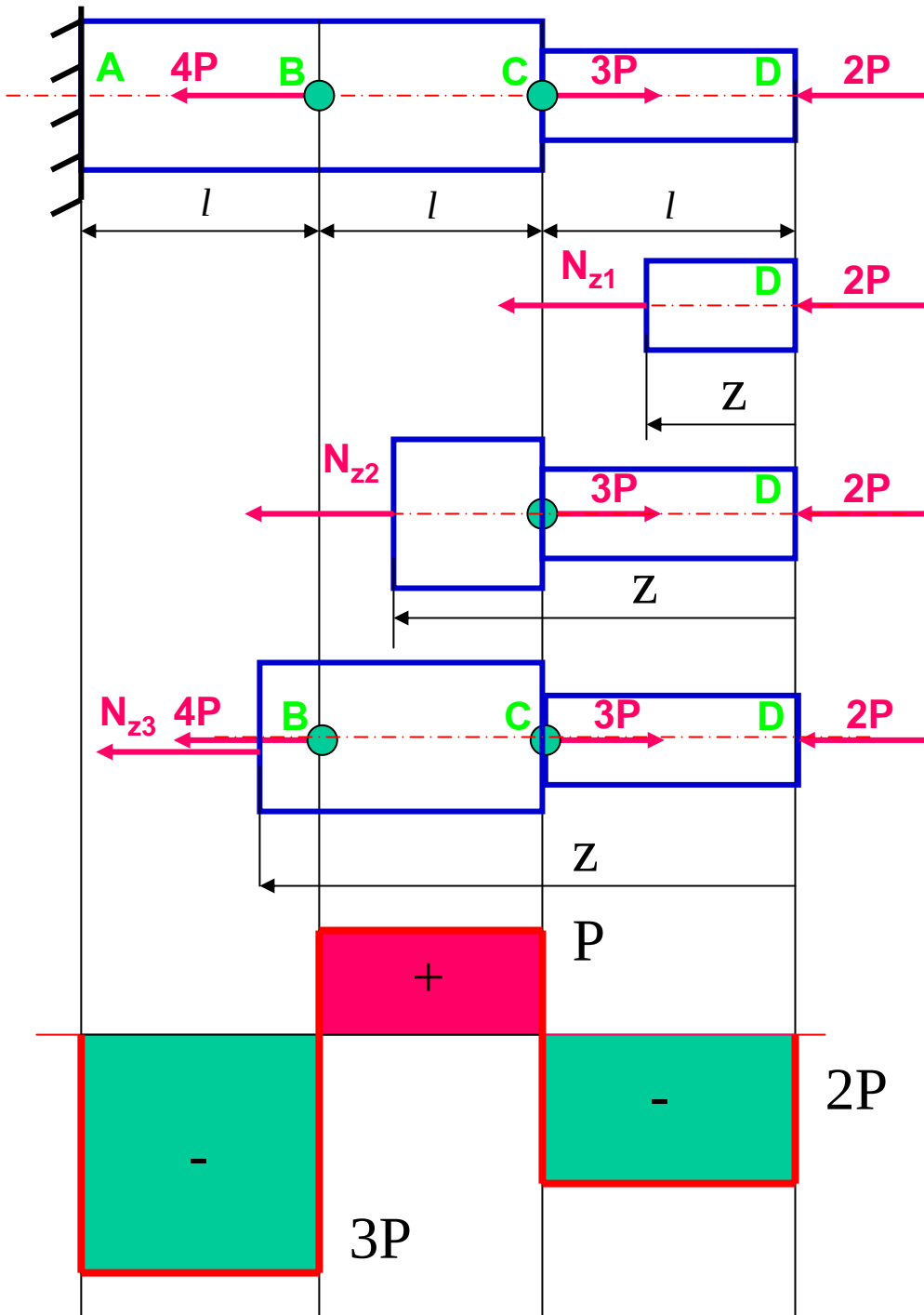


Chương 2: KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

1. LỰC DỌC VÀ BIỂU ĐỒ LỰC DỌC

- ❖ Thanh chịu kéo (nén) đúng tâm nếu trên mọi mặt cắt ngang chỉ có một thành phần lực dọc N_z .
- ❖ Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của N_z dọc theo trục thanh gọi là biểu đồ lực dọc.
- ❖ **Cách vẽ:** Sử dụng phương pháp mặt cắt để xác định lực dọc trên các mặt cắt.
- ❖ **VÍ DỤ 1:**
 - Cho thanh ABCD ngàm một đầu và chịu lực như hình vẽ. Hãy vẽ biểu đồ lực dọc cho thanh.
 - Phương án:
 - Dùng 03 mặt cắt và khảo sát sự cân bằng của nửa phải.
 - Tính phản lực liên kết tại A, sử dụng 03 mặt cắt, khảo sát sự cân bằng của cả nửa phải và trái.
 - Khảo sát theo phương án 1.



- ❖ **QUY ƯỚC DẤU CỦA N_z**
 $N_z > 0$ nếu chiều đúng của N_z hướng ra khỏi mặt cắt
 $N_z < 0$ nếu chiều đúng của N_z hướng vào mặt cắt
- ❖ **Chiều giả thiết khi tính N_z nên lấy theo chiều dương quy ước của N_z**
- **Dùng mặt cắt 11 với $0 \leq z \leq l$**

$$\sum F_{kz} = 2P + N_{z1} = 0$$

$$\Rightarrow N_{z1} = -2P = \text{const}$$
- **Dùng mặt cắt 22 với $l \leq z \leq 2l$**

$$\sum F_{kz} = 2P - 3P + N_{z2} = 0$$

$$\Rightarrow N_{z2} = P = \text{const}$$
- **Dùng mặt cắt 33 với $2l \leq z \leq 3l$**

$$\sum F_{kz} = 2P - 3P + 4P + N_{z3} = 0$$

$$\Rightarrow N_{z3} = -3P = \text{const}$$
- **Biểu đồ lực dọc được vẽ như hình bên.**
- **Nhận xét**

2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG

2.1. Ứng suất

2.1.1. Thí nghiệm:

- Lưới ô vuông
- Đặt lực cho thanh biến dạng

❖ Giả thiết Becnuli

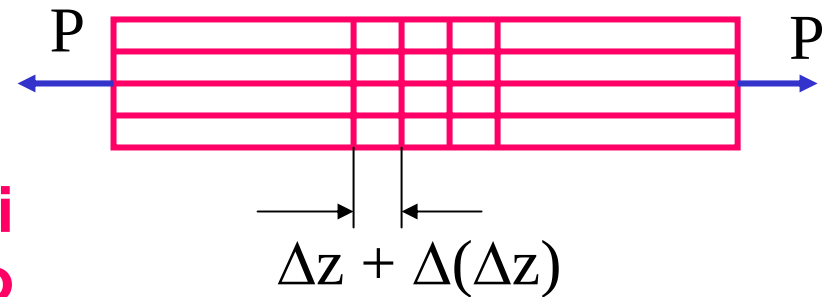
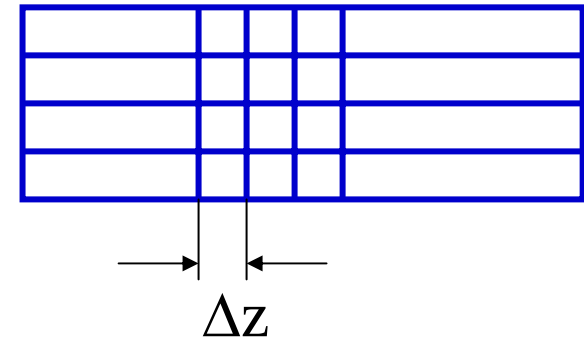
- Thớ dọc luôn thẳng
- Mặt cắt ngang phẳng $\Rightarrow$
- Trên mặt cắt ngang chỉ tồn tại ứng suất pháp σ_z dọc theo trục thanh.

- Biến dạng dọc tại mỗi điểm trên mặt cắt ngang đều bằng nhau:

$$\varepsilon_z = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\Delta(\Delta z)}{\Delta z} = \frac{\delta z}{dz} = \text{const}$$

- Theo định luật Húc

$$\sigma_z = E \varepsilon_z$$



- Theo công thức liên hệ giữa ứng suất và nội lực

$$\int_F \sigma_z dF = \sigma_z \int_F dF = \sigma_z F = N_z$$

$$\text{- Hay: } \sigma_{z(z)} = \frac{N_z(z)}{F(z)}$$

- Dấu của σ_z phụ thuộc vào dấu của N_z .

2.1.2. Hiện tượng tập trung ứng suất

- Công thức tính σ_z trên chỉ đúng với mặt cắt xa điểm đặt lực, và nơi có tiết diện thay đổi đột ngột. Ở những nơi này xảy ra hiện tượng tập trung ứng suất đặc trưng bởi hệ số tập trung ứng suất α_{tt} .

$$\alpha_{tt} = \frac{\sigma_{tt}}{\sigma}$$

2.2. Biến dạng

2.2.1. Biến dạng dọc

- Ta có
$$\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} = \frac{N_z}{EF(z)}$$

- Mặt khác
$$\delta z = \varepsilon_z dz = \frac{N_z}{EF(z)} dz$$

- Nên:
$$\Delta l = \int_0^l \varepsilon_z dz = \int_0^l \frac{N_z}{EF(z)} dz$$

- Thì:
$$\Delta l = \sum \Delta l_i = \sum \frac{N_{zi} l_i}{E_i F_i}$$

2.2.2. Biến dạng ngang

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = -\mu \varepsilon_z$$

$EF(z)$ là độ cứng kéo (nén) tại mặt cắt (z)

- Nếu thanh có thể chia thành n đoạn, trên mỗi đoạn N_z và F đều là hằng số.

$\mu = 0 \div 0,5$ (hệ số Poatxông)

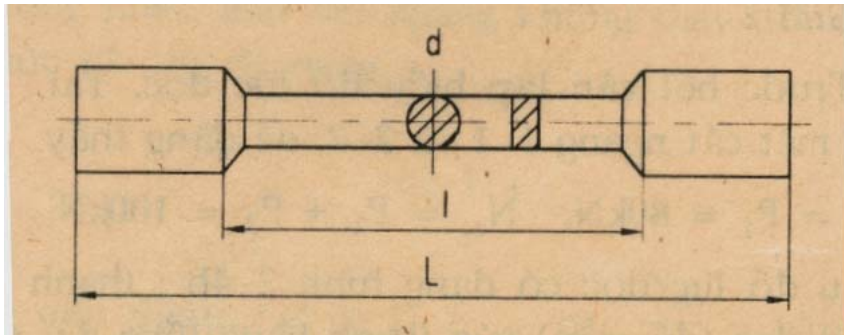
3. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA VẬT LIỆU

- Là những tính chất vật lý thể hiện trong quá trình biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực được xác định bằng thí nghiệm.
- Vật liệu dẻo $\Rightarrow$ biến dạng dư trước khi bị phá hỏng.
- Vật liệu giòn $\Rightarrow$ hầu như không có biến dạng dư.

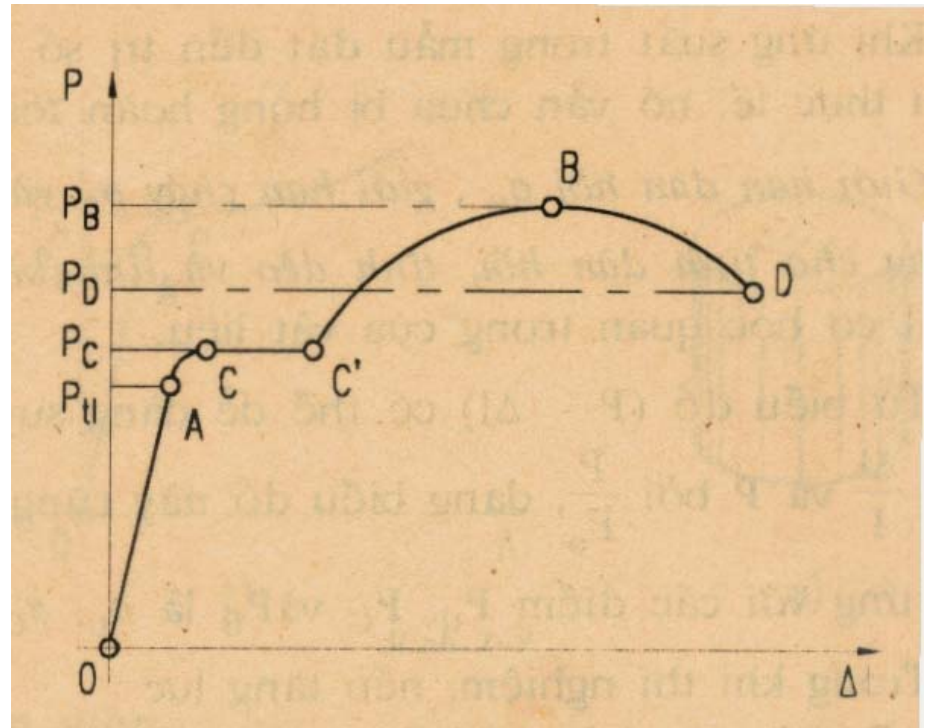
3.1. Thí nghiệm kéo vật liệu dẻo

- Mẫu thí nghiệm (1)
- Biểu đồ quan hệ giữa lực kéo P và biến dạng Δl (2)

(1)



(2)



❖ Đồ thị kéo vật liệu dẻo chia làm ba giai đoạn

- Giai đoạn đàn hồi □ VL tuân theo định luật Húc (ứng suất tỷ lệ bậc nhất với biến dạng).

$$\sigma_{tl} = \frac{P_{tl}}{F_o}$$

Đoạn OA trên đồ thị.

Ứng suất σ_{tl} gọi là giới hạn đàn hồi.

- Giai đoạn chảy dẻo - đoạn ACC' □ Biến dạng tăng, lực không tăng. σ_c gọi là giới hạn chảy.

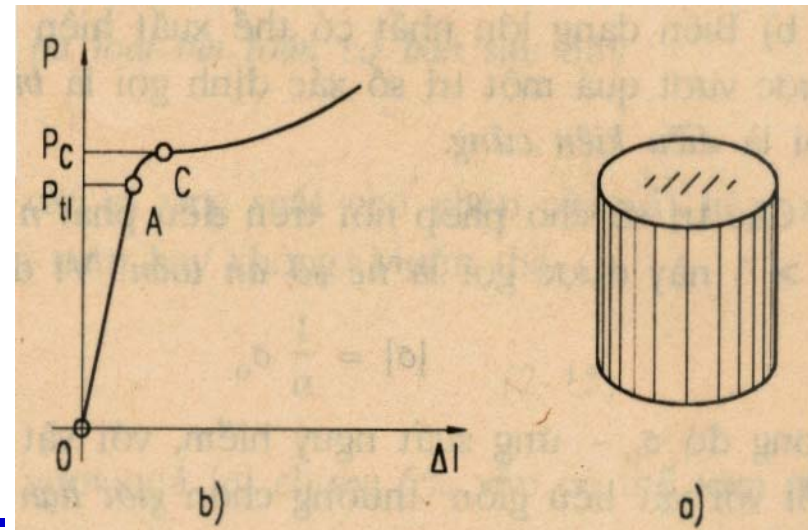
$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_o}$$

- Giai đoạn củng cố - đoạn C'BD $\sigma_B = \frac{P_B}{F_o}$ Giới hạn bền.

- Giới hạn đàn hồi, dẻo, bền đặc trưng cho tính đàn hồi, tính dẻo và tính bền của vật liệu.

3.2. Thí nghiệm nén vật liệu dẻo

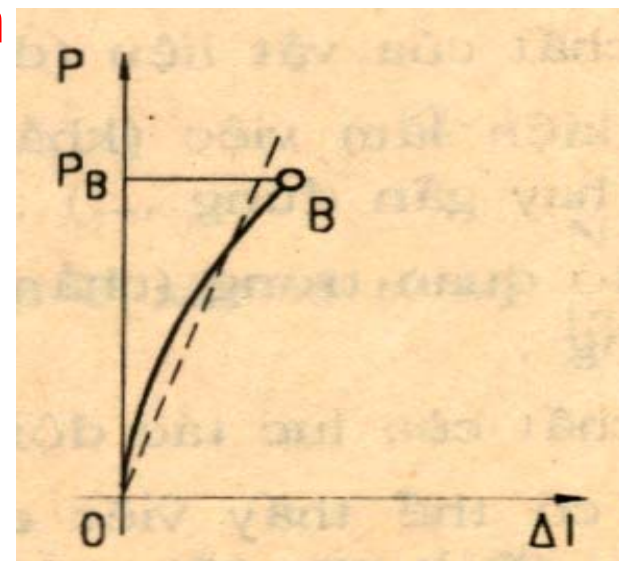
- Hình (a) mẫu nén vật liệu dẻo
- Có giới hạn chảy, không có giới hạn bền càng nén vật liệu càng dẹt ra. Giới hạn tỷ lệ và mô đun đàn hồi khi nén tương đương kéo.



3.3. Thí nghiệm khi kéo (nén) vật liệu dòn

- Vật liệu dòn chịu kéo rất kém.
- Không có giai đoạn tỷ lệ và dẻo
- Thay thế gần đúng bằng đoạn thẳng
- Vật liệu dòn chỉ có giới hạn bền

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0}$$



- Khi nén vật liệu dòn bị phá huỷ ngay khi biến dạng còn rất nhỏ nhưng giới hạn bền lớn hơn rất nhiều so với khi kéo.

4. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

4.1. Ứng suất cho phép-Hệ số an toàn

- Ứng suất lớn nhất có thể xuất hiện trong CTM hoặc kết cấu **không được** vượt quá một trị số xác định, trị số này gọi là ứng suất cho phép $\Rightarrow$ điều kiện bền.
- Biến dạng lớn nhất của CTM hoặc KC **không được** vượt quá một trị số xác định, trị số này gọi là biến dạng cho phép $\Rightarrow$ điều kiện cứng.

- Do vật liệu thực tế khác với mô hình về vật liệu nên người ta phải đưa vào khái niệm hệ số an toàn n xác định như sau:

$$[\sigma] = \frac{1}{n} \sigma_o \quad \begin{array}{l} \sigma_o \text{ là ứng suất nguy hiểm } (\sigma_c \text{ hoặc } \sigma_b) \\ [\sigma] \text{ là ứng suất cho phép} \end{array}$$

- Ý nghĩa của n

4.2. Ba bài toán cơ bản

- Để đảm bảo điều kiện bền cho thanh chịu kéo (nén) đúng tâm thì:

$$\sigma_{z\max} = \left(\frac{N_z}{F} \right) \max \leq [\sigma]$$

- Từ đây ta có ba bài toán cơ bản: kiểm tra bền, thiết kế, tìm tải trọng cho phép.

4.3. Ví dụ

- Trong ví dụ 1: Cho $P = 500\text{KN}$, $l = 0,2 \text{ m}$, thanh có mặt cắt ngang tròn với $D_{AB} = 2d_{CD} = 200 \text{ mm}$, $[\sigma] = 75 \text{ KN/cm}^2$, $E = 150\text{MN/m}^2$.
- Kiểm tra bền cho thanh AD.
- Tính chuyển vị của D.

5. BÀI TOÁN SIÊU TĨNH

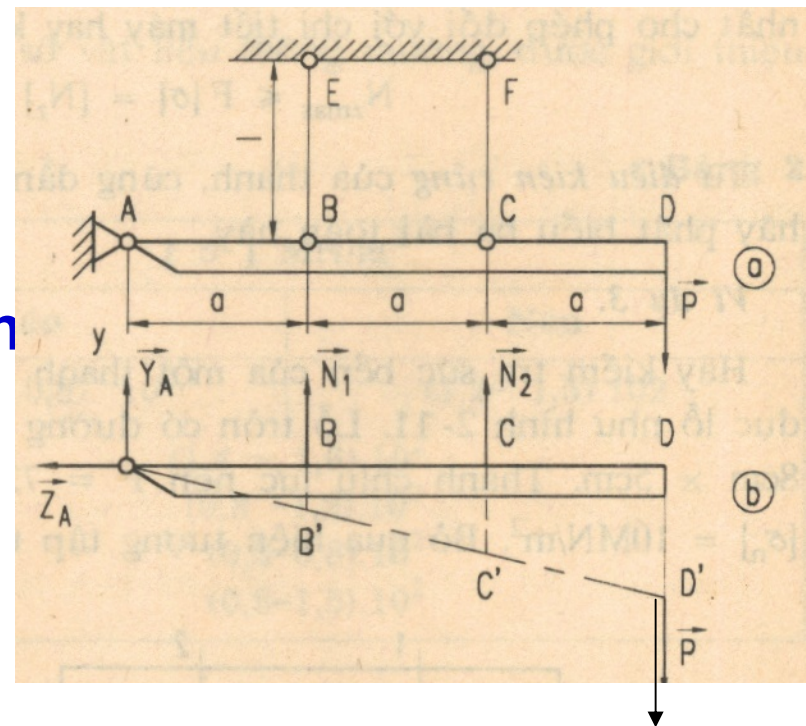
- Khi số các PT cân bằng tĩnh học không đủ để tìm nội lực ta phải thiết lập các phương trình bổ sung dựa vào điều kiện biến dạng của cơ hệ $\Rightarrow$ bài toán siêu tĩnh.

❖ Ví dụ:

- Ngoài 3 phương trình cân bằng tĩnh học $\square$ PT biến dạng.

$$\Delta l_{FC} = 2\Delta l_{EB}$$

- Giải hệ 4 PT này tính được 4 thành phần phản lực khớp động.
- Tính được ứng suất trong thanh.



6. VÍ DỤ ỨNG DỤNG

6.1. Tính mối ghép ren

❖ Mối ghép không xiết

- Mặt cắt có ren, tiết diện chân ren $\square$ nguy hiểm đ/k d_1

$$\sigma_k = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq [\sigma_k]$$

Hay:

$$d_1 \geq \sqrt{4 \frac{Q}{\pi [\sigma_k]}}$$

❖ Mối ghép ren xiết

- Do tồn tại ma sát trên mặt ren vít nên bu lông chịu kéo + xoắn $\propto$ kéo đúng tâm với lực dọc tương đương:

$$\vec{Q}_o = 1,3\vec{Q} \quad \text{Nên:} \quad d_1 \geq \sqrt{5,2 \frac{Q}{\pi[\sigma_k]}}$$

6.2. Tính truyền động đai

Theo công thức olee

$$S_1 = S_2 e^{f\beta}$$

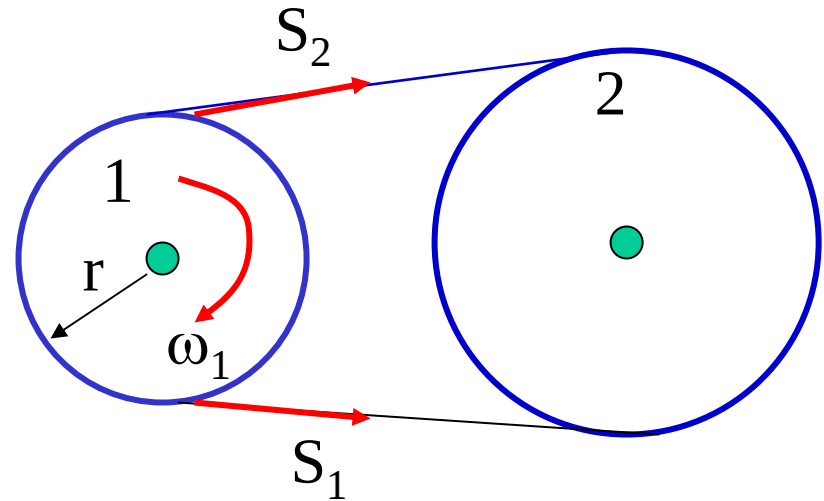
Đặt $M/r = P$ là lực vòng trên bánh đai, S_o là lực căng ban đầu ta có:

$$S_o = \frac{P e^{f\beta} + 1}{2 e^{f\beta} - 1} \quad \text{và:} \quad S_1 = P \frac{e^{f\beta}}{e^{f\beta} - 1}$$

Để đai không bị đứt:

$$\sigma_k = \frac{S_1}{F} = \frac{P}{F} \frac{e^{f\beta}}{e^{f\beta} - 1} \leq [\sigma_k]$$

Thực tế người ta tính đai theo khả năng kéo, để đảm bảo hiệu suất truyền động cao nhất.



- Đặt $P/F = \sigma_p$ (ứng suất có ích của đai). Từ thực nghiệm xác định ứng suất có ích cho phép $[\sigma_p]$ trong điều kiện không trượt và hiệu suất cực đại. Để đảm bảo khả năng kéo:

$$\sigma_p = \frac{P}{F} \leq [\sigma_p]$$

$$[\sigma_p] = [\sigma_p]_o C_t C_\beta C_v C_b$$

$[\sigma_p]_o$ là ứng suất có ích của bộ truyền đai tiêu chuẩn

Từ đây ta tính được diện tích của dây đai

$$F \geq \frac{P}{[\sigma_p]} = \frac{P}{[\sigma_p]_o C_t C_\beta C_v C_b}$$