

CHƯƠNG 3. CẤU KIỆN CHỊU LỰC DỌC TRỰC

- 1. Cấu kiện chịu kéo
- 2. Cấu kiện chịu nén



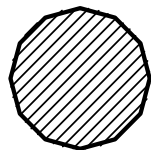
3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.1. Khái niệm chung

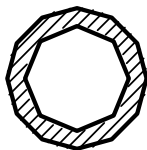
- **CK chịu kéo:** là ck chỉ chịu tác dụng của lực kéo dọc trục cấu kiện (đúng tâm);
- **Ví dụ:** các thanh chịu kéo trong cầu dầm thép, các thanh treo, dây cáp của cầu dây văng, võng;
- SK của ck chịu kéo phụ thuộc vào :

{ D/tích MCN, loại vật liệu;
ĐK LK ở 2 đầu

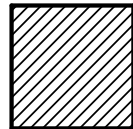
MCN của ck chịu kéo rất đa dạng



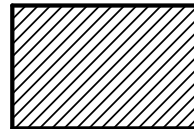
tròn



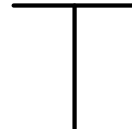
ống



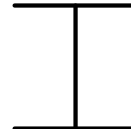
vuông



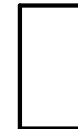
chữ nhật



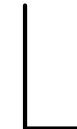
chữ T



chữ I



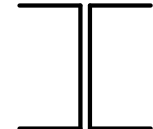
chữ C



chữ L



ghép 2L



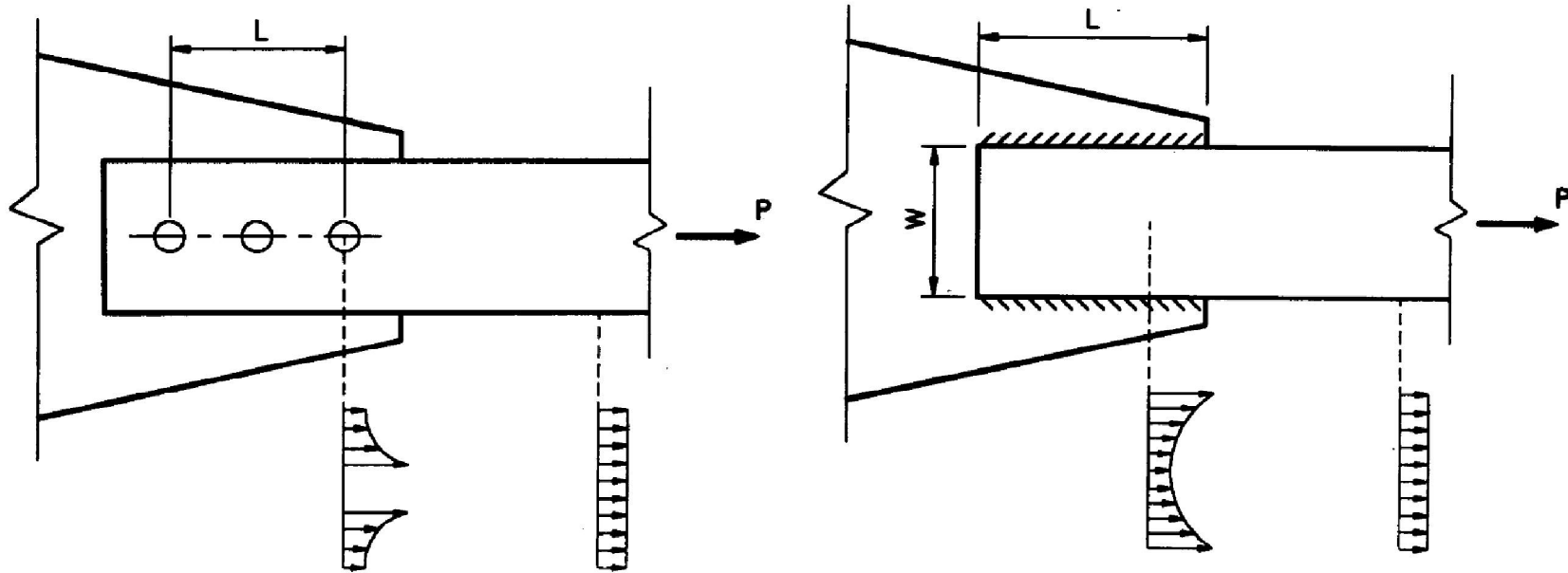
ghép 2C



Các dạng MCN của ck chịu kéo

3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.2. Ảnh hưởng của cấu tạo LK hai đầu ck chịu kéo



Hiện tượng TTUS trong LK bu lông & LK hàn

- Bằng TN, ta thấy $USTT > USTB$ từ 2 ÷ 3 lần. Hiện tượng này còn được gọi là hiện tượng **cắt trể** \Rightarrow giảm sk của ck chịu kéo.



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.3. Sức kháng của cấu kiện chịu kéo (1/7)

- TC05 (A6.8.2) quy định:

$$P_r = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{ry} = \text{sk kéo chảy của tiết diện nguyên;} \\ P_{ru} = \text{sk kéo đứt của tiết diện thực có hiệu;} \end{array} \right.$$

$$P_{ry} = \phi_y P_{ny} = \phi_y (F_y A_g) \quad (1)$$

$$P_{ru} = \phi_u P_{nu} = \phi_u (F_u A_e) \quad (2)$$

ϕ_y, ϕ_u = hệ số sức kháng khi tiết diện nguyên, tiết diện thực chịu kéo, tương ứng. Tra bảng $\Rightarrow \phi_y = 0,95; \phi_u = 0,8$.

F_y, F_u = cường độ chảy, cường độ chịu kéo;

A_g = diện tích tiết diện nguyên;

A_e = diện tích tiết diện thực có hiệu = $U \cdot A_n$



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

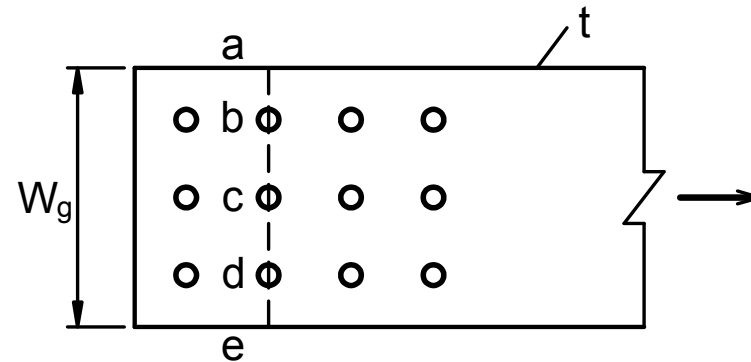
3.1.3. Sức kháng của cấu kiện chịu kéo (2/7)

a) Diện tích thực nhỏ nhất A_n

- Công thức tổng quát: $A_n = A_g$ cho LK hàn;
 $= A_g - A_{lỗ}$ cho liên bu lông;

- Với LK bu lông bố trí //:

$$\begin{aligned} A_n &= A_{nabcde} = A_g - A_{lỗ} \\ &= t \cdot W_g - t \cdot \sum h = t \cdot (W_g - \sum h) \\ &= t \cdot (W_g - 3h) \end{aligned}$$



- Với LK bu lông bố trí so le (hoa mai):

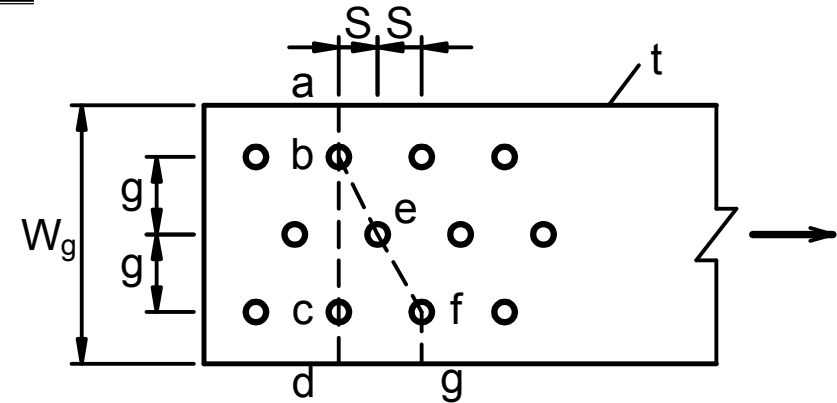


3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

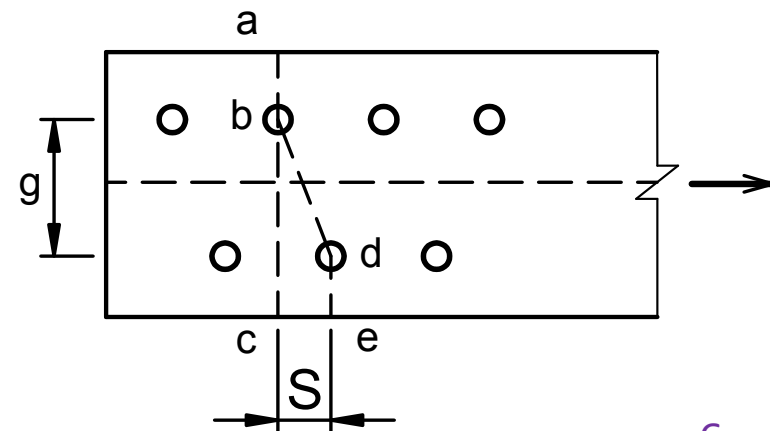
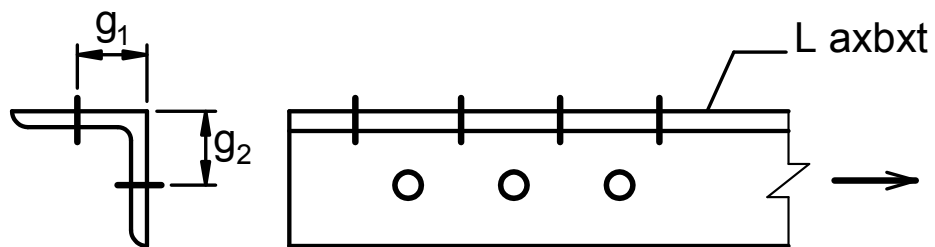
3.1.3. Sức kháng của cấu kiện chịu kéo (3/7)

$$A_n = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{nabcd} = t \cdot (W_g - 2h) \\ A_{nabefg} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} A_{nabefg} &= t \cdot (W_g - 3h + \sum S^2/4g) \\ &= t \cdot (W_g - 3h + 2 \cdot S^2/4g) \end{aligned}$$



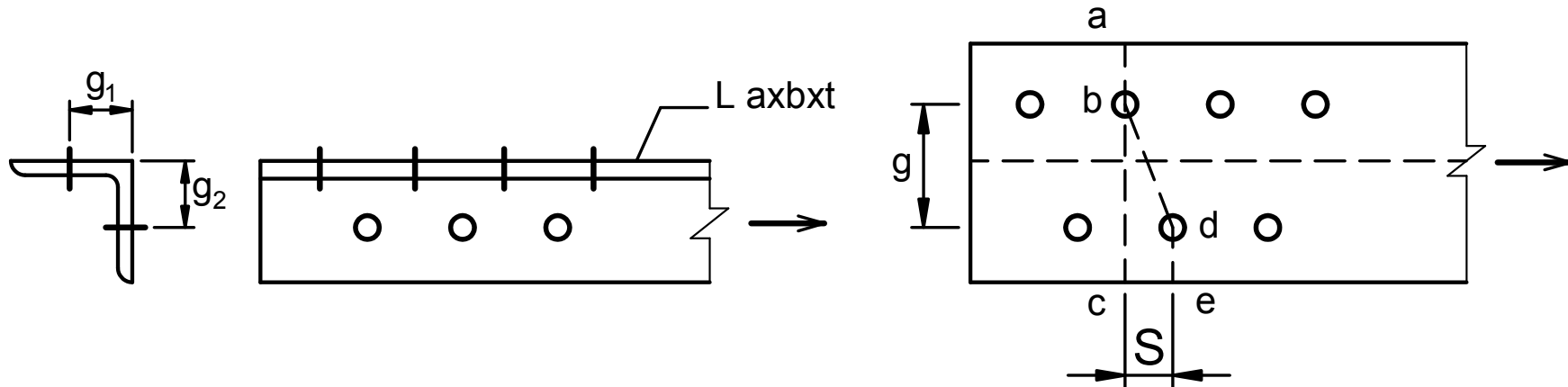
- VD1:



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.3. Sức kháng của cấu kiện chịu kéo (4/7)

- VD1:



$$A_n = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{nabc} = A_g - h.t \\ A_{nabde} = A_g - 2h.t + 1.S^2/4g.t \end{array} \right.$$

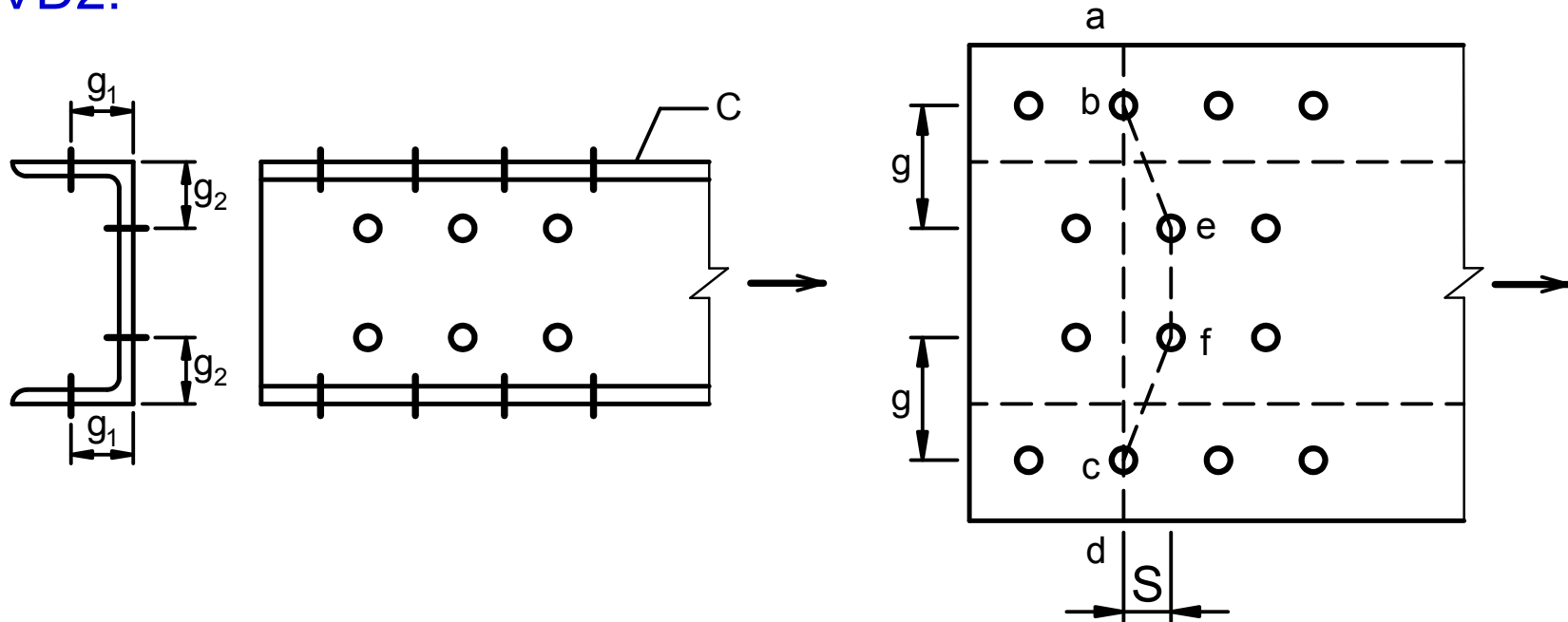
$$g = g_1 + g_2 - t$$



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.3. Sức kháng của cấu kiện chịu kéo (5/7)

- VD2:



$$A_n = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{nabcd} = A_g - 2h \cdot t_f \\ A_{nabefcd} = A_g - 2h \cdot t_f - 2h \cdot t_w + t_f \cdot \frac{S^2}{4g} + t_w \cdot \frac{S^2}{4g} \end{array} \right.$$



$$g = g_1 + g_2 - t_w$$

3.1. CẦU KIẾN CHỊU KÉO

3.1.3. Sức kháng của cầu kiện chịu kéo (6/7)

b) Hệ số triết giảm U

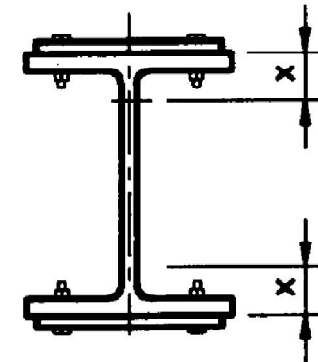
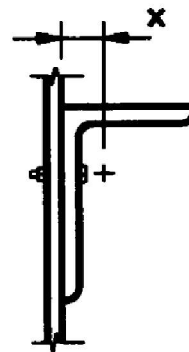
- Khi tất cả các bộ phận của tiết diện ck được liên kết $\Rightarrow U = 1,0$.
- Khi chỉ 1 phần của tiết diện ck đc LK $\Rightarrow U < 1,0$ và XĐ như sau:

+ Công thức tổng quát gần đúng:

$$U = 1,0 - x/L \leq 0,9$$

L = chiều dài liên kết;

x = k/c từ trọng tâm của ck tới mặt phẳng chịu cắt gần nhất.



Cách xác định x

Với ck có td đx, có Lk đx, thì x là kc từ trọng tâm của 1 phần tiết diện đx đến mp chịu cắt gần nhất.



3.1. CẦU KIẾN CHỊU KÉO

3.1.3. Sức kháng của cầu kiến chịu kéo (7/7)

+ Với bài toán TK (chưa biết x, L) thì U được lấy gần đúng nsau:

Khi ck có td chữ I (S, W, T), $b_f/d \geq 2/3$, LKBL ở cánh với ≥ 3

BL/ 1 dĩa $\Rightarrow U = 0,9$;

Với thép hình khác, ≥ 3 BL/ 1 dĩa $\Rightarrow U = 0,85$;

Với tất cả các thép hình, 2 BL/ 1 dĩa $\Rightarrow U = 0,75$;

Khi ck có td chữ I (S, W, T), $b_f/d \geq 2/3$, LK hàn ở cánh $\Rightarrow U =$

0,9; với các trường hợp LK hàn khác $\Rightarrow U = 0,85$;

T/h đặc biệt: Thanh kéo là thép bản, được LK ở đầu bằng 2

ĐH // $\Rightarrow U = 1,0$ khi $L \geq 2W$;

$U = 0,87$ khi $1,5W \leq L < 2W$;

$U = 0,85$ khi $W \leq L < 1,5W$.



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.4. Giới hạn độ mảnh (A6.8)

Để đề phòng trường hợp ck chịu kéo có thể chịu lực lệch tâm hoặc tải trọng ngang \Rightarrow gây bất lợi. TC 05 quy định như sau:

$L/r \leq 140$ cho thanh chính, chịu us đối đầu;

$L/r \leq 200$ cho thanh chính, chịu us không đối đầu;

$L/r \leq 240$ cho thanh phụ (giằng).

L = chiều dài thanh kéo;

r = bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện ngang thanh kéo.



3.1. CẦU KIẾN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (1/8)

a) Bài toán tính duyệt

Cho 1 cầu kiến chịu kéo đúng tâm, biết kích thước tiết diện ngang, cầu tạo lk 2 đầu, chiều dài, loại thép, P_u . Tính duyệt thanh kéo?

B1: Kiểm tra tỷ số độ mảnh;

B2: Tính $P_r = \min(P_{ry}, P_{ru}) \geq P_u \Rightarrow$ Đạt.

b) Bài toán thiết kế

Cho 1 cầu kiến chịu kéo đúng tâm, biết kích dạng tiết diện ngang, dạng lk 2 đầu, chiều dài, (loại thép), P_u . Xác định kích thước tiết diện thanh?



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (2/8)

B1: Theo điều kiện về cường độ và độ mảnh, ta có:

$$P_{ry} = \phi_y F_y A_g \geq P_u \quad \Rightarrow A_{gmin} = P_u / (\phi_y F_y)$$

$$P_{ru} = \phi_u F_u A_e \geq P_u \quad \Rightarrow A_{emin} = P_u / (\phi_u F_u)$$

$$L/r \leq (L/r)_{gh} \quad \Rightarrow r_{min} = L / (L/r)_{gh}$$

B2: Tra bảng, chọn thép hình thỏa mãn:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_g \geq A_{gmin} \\ r \geq r_{min} \end{array} \right.$$

B3: Kiểm tra điều kiện $A_e \geq A_{emin}$. Nếu điều kiện này không đạt thì ta phải chọn lại cho tới khi thỏa mãn.

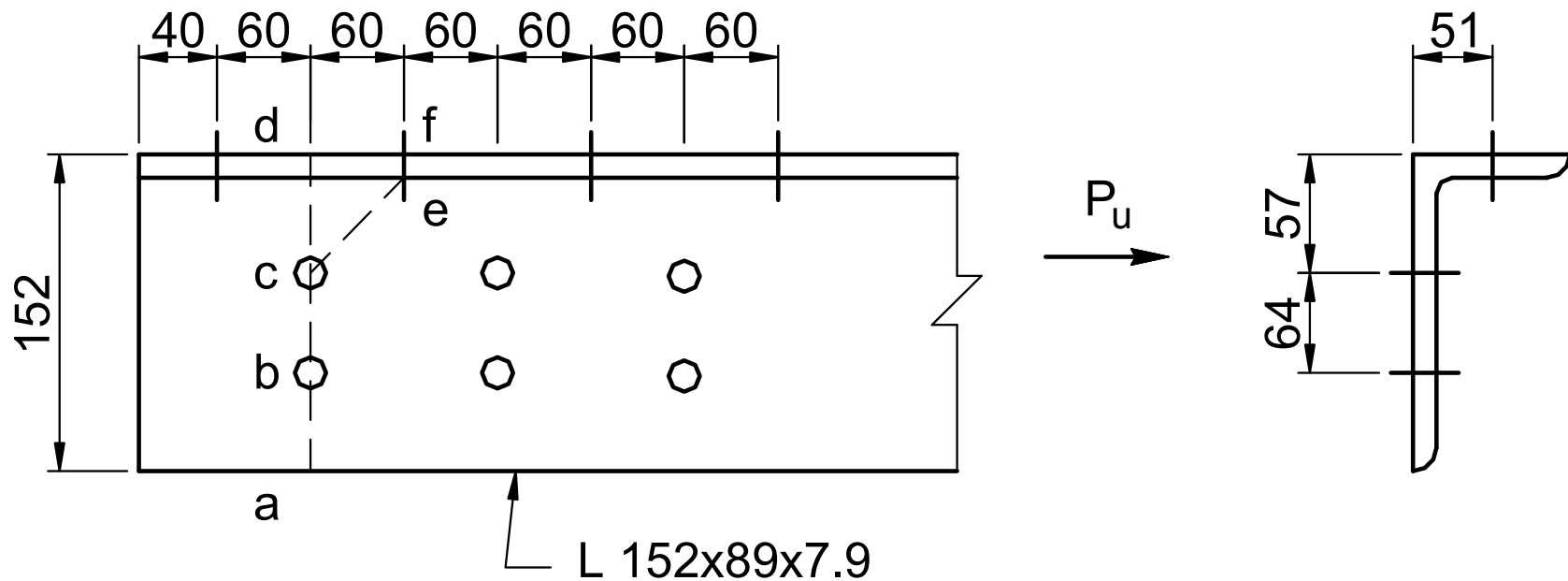
B4: Kết luận.



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (3/8)

VD1: Cho thanh kéo có LK ở đầu thanh như HV, biết: BL có $d = 20$ mm, thép kc loại A709M cấp 250, $P_u = 400$ kN, $L = 3$ m. Hãy tính duyệt thanh kéo.



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (4/8)

- Kiểm tra điều kiện độ mảnh:

CT ktra: $L/r \leq 200$ (cho thanh chính, chịu us không đổi dấu)

Ta có $L/r = 3000/20 = 150 < 200 \Rightarrow$ Đạt!

- Kiểm tra điều kiện cường độ:

SK kéo chảy của tiết diện nguyên:

$$P_{ry} = \phi_y F_y A_g = 0,95 \cdot 250 \cdot 1852 = 439,8 \cdot 10^3 \text{ N} = 439,8 \text{ kN}$$

SK kéo đứt của tiết diện thực:

$$P_{ru} = \phi_u F_u A_e = 0,8 \cdot 400 \cdot A_e$$

Ta có $A_e = U A_n = 1,0 \cdot A_n$ (vì cả hai cánh đều được LK)



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (5/8)

$$A_n = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{nabcd} = A_g - 2.t.h = 1852 - 2.7,9.22 = 1504 \text{ mm}^2 \\ A_{nabcef} = A_g - 3.t.h + 1.t.(S^2/4g) = 1852 - 3.7,9. \\ 22 + 1.7,9.[60^2/4(51+57-7,9)] = 1402 \text{ mm}^2 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow A_n = 1402 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow P_{ru} = 0,8.400.1402 = 448,6.10^3 \text{ N} = 448,6 \text{ kN}$$

Vậy, SK của thanh kéo là:

$$P_r = \min (P_{ry}, P_{ru}) = \min (439,8; 448,6) = 439,8 \text{ kN} > P_u = 400 \text{ kN}$$

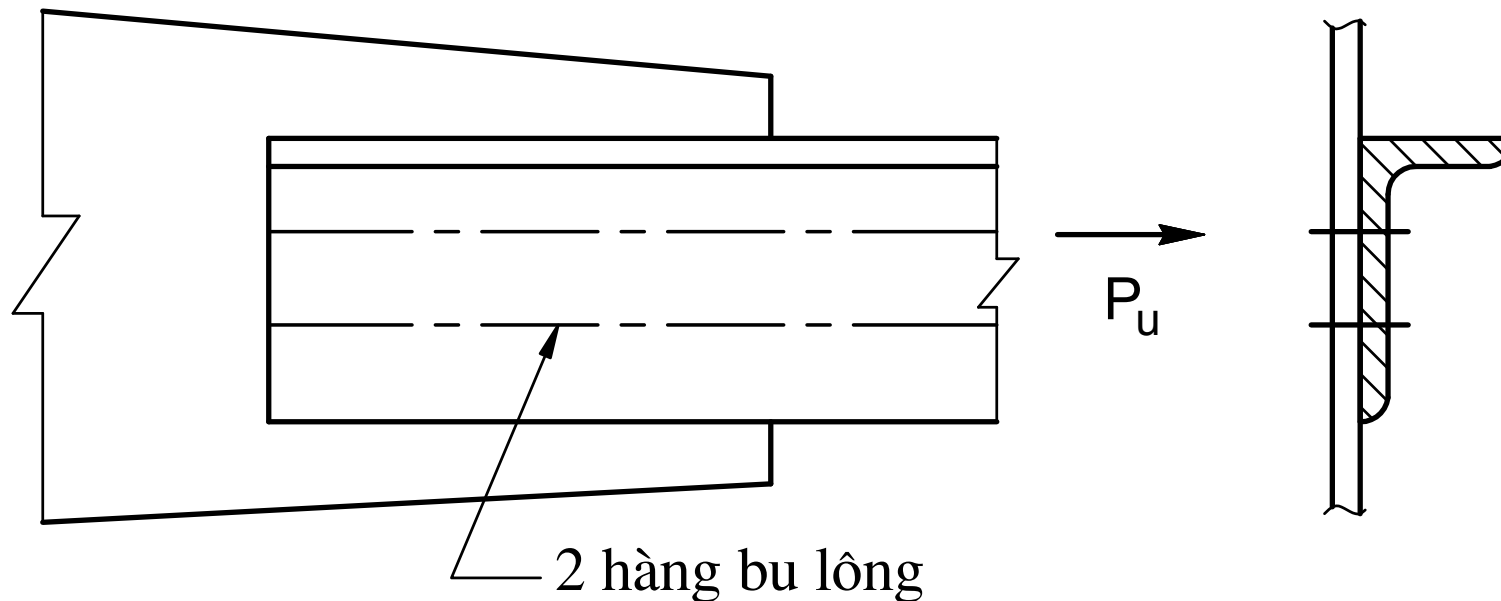
\Rightarrow Đạt! (Thanh kéo đã cho đủ khả năng chịu lực).



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (6/8)

VD2: Cho 1 LK có dạng như hình vẽ, biết: Thanh kéo là thép góc k đều cánh, mỗi dãy BL có ít nhất 3 BL, $d = 20$ mm, thép kc loại A709M, cấp 250, thanh chính chịu US k đổi dấu, $P_u = 900$ kN, $L = 6,5$ m. Hãy thiết kế (XĐ kích thước) thanh kéo?



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (7/8)

- Theo điều kiện về cường độ và độ mảnh, ta có:

$$+ P_{ry} = \phi_y F_y A_g \geq P_u \Rightarrow A_{gmin} = P_u / (\phi_y F_y) = 900.10^3 / (0,95.250) = 3789 \text{ mm}^2$$

$$+ P_{ru} = \phi_u F_u A_e \geq P_u \Rightarrow A_{emin} = P_u / (\phi_u F_u) = 900.10^3 / (0,8. 400) = 2812,5 \text{ mm}^2$$

$$+ L/r \leq (L/r)_{gh} = 200 \Rightarrow r_{min} = L / (L/r)_{gh} = 6500 / 200 = 32,5 \text{ mm}$$

- Tra bảng, chọn thép hình thỏa mãn:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_g \geq A_{gmin} = 3789 \text{ mm}^2 \\ r \geq r_{min} = 32,5 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Thử chọn L 203x152x11,1

$$\text{Có: } \left\{ \begin{array}{l} A_g = 3826 \text{ mm}^2 > A_{gmin} = 3789 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Đạt!} \\ r = 33 \text{ mm} > r_{min} = 32,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt!} \end{array} \right.$$



3.1. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

3.1.5. Các dạng bài toán (8/8)

- Kiểm tra lại đk $A_e \geq A_{emin}$

Ta có, $A_e = U \cdot A_n$

$U = 0,85$ (sơ bộ);

$A_n = A_g - 2 \cdot t \cdot h = 3826 - 2 \cdot 11,1 \cdot 22 = 3337,6 \text{ mm}^2 \geq A_{emin} = 2812,5$
 $\text{mm}^2 \Rightarrow \text{Đạt!}$

Vậy, thanh kéo cần tìm là L 203x152x11,1.



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.1. Khái niệm (1/2)

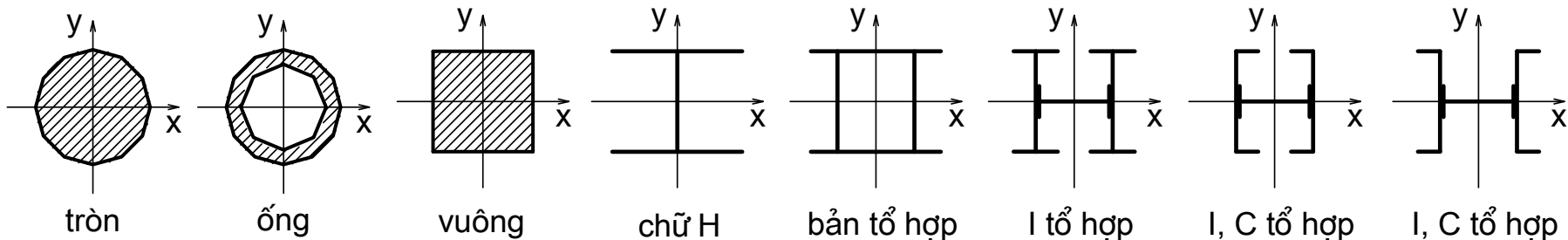
- CK chịu nén là gì? là ck chịu chịu lực nén dọc trục ck hay đúng tâm.

- VD: các thanh chịu nén trong cầu dàn thép, cột thép,...

- SK của ck chịu nén phụ thuộc vào:

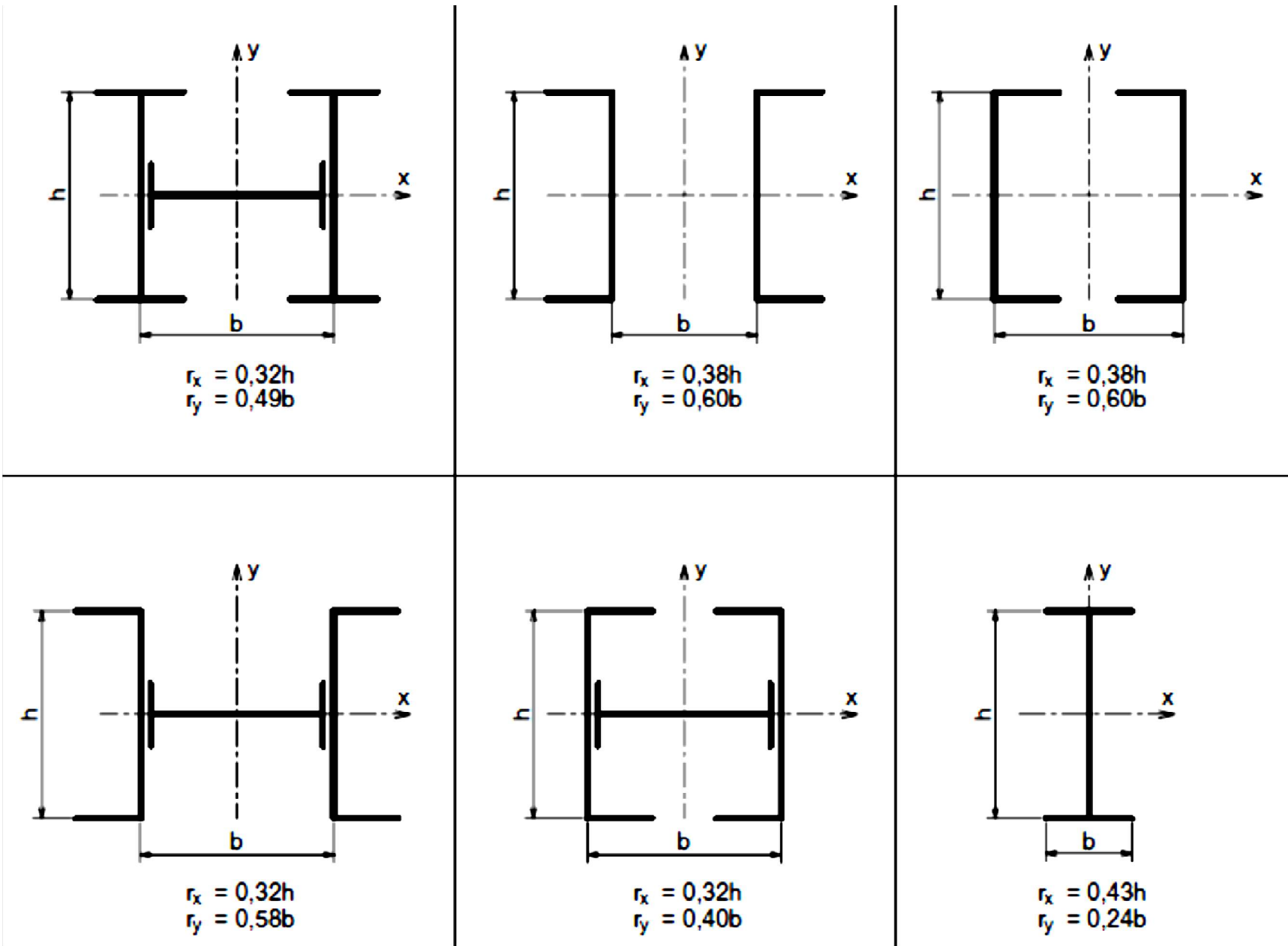
- Diện tích MCN, loại vl;
- Độ mảnh (LK 2 đầu, chiều dài, dạng tdiện)

MCN thường có dạng sao cho bán kính qt theo các phương \approx nhau



Các dạng tiết diện phổ biến của ck chịu nén





Công thức gần đúng để xác định r_x, r_y

3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.2. Khái niệm về MOĐ của cột (1/4)

- **MOĐ của cột là gì?** là hiện tượng cột bị phá hoại trước khi vật liệu bị phá hoại (chảy dẻo). Tùy theo vị trí môđ, chia môđ thành 2 loại:

+ **MOĐ cục bộ:** là hiện tượng môđ xảy ra ở từng phần ck, do tỷ số rộng/dày của từng phần ck quá lớn gây ra.

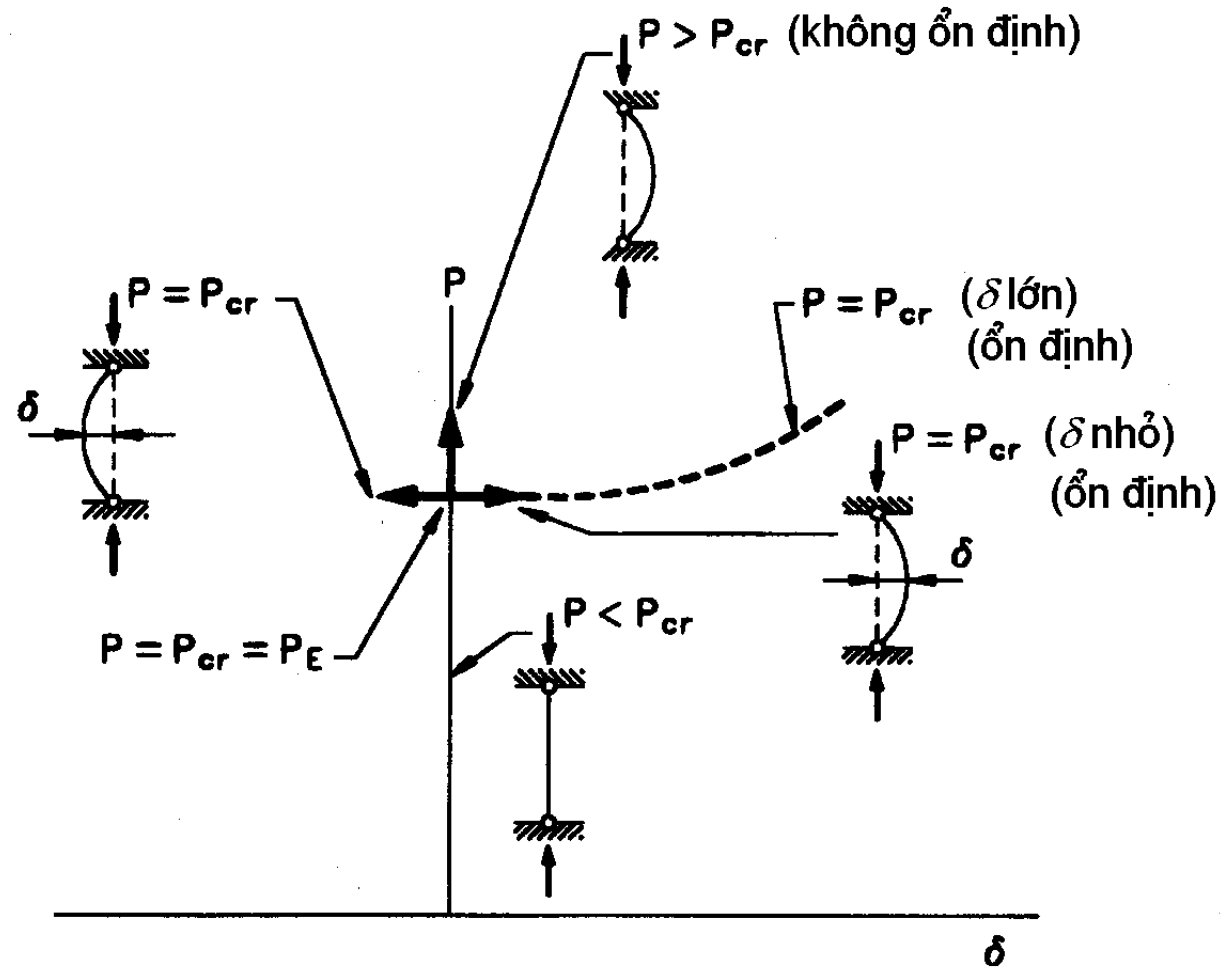
+ **MOĐ tổng thể:** là hiện tượng môđ xảy ra trên toàn bộ ck, do chiều dài cột quá lớn so với kt tdiện cột gây ra.

- Để hiểu rõ hơn về hiện tượng môđ của cột, chúng ta xem thí nghiệm của nhà bác học Euler với 1 cột tuyệt đối thẳng, có lk khớp 2 đầu, chịu lực nén dọc trục P như hình vẽ. Cho P tăng dần đến p /hoại \Rightarrow cột lv qua các gđ sau:



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.2. Khái niệm về MÔĐ của cột (2/4)



Quan hệ P và δ của cột đàn hồi

3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.2. Khái niệm về MÔĐ của cột (3/4)

P_{cr} = tải trọng tới hạn oằn hay tải trọng tới hạn môđ. Theo Euler:

$$P_{cr} = \pi^2 EI / L^2 \quad (3.1)$$

trong đó:

E = mđđh của vl cột;

I = mmqt của MCN cột quanh trục \perp mp oằn = I_{min}

L = chiều dài cột

\Rightarrow U_s tới hạn oằn, được xử như sau:

$$F_{cr} = P_{cr} / A_s = \pi^2 EI / (L^2 A_s) = \pi^2 E / (L/r)^2 \quad (3.2)$$

trong đó, $r = (I/A_s)^{1/2} = (I_{min}/A_s)^{1/2}$ = bkqt nhỏ nhất của MCN cột

Chú ý: P_{cr} và F_{cr} được xử theo (3.1) và (3.2) là cho cột lý tưởng.

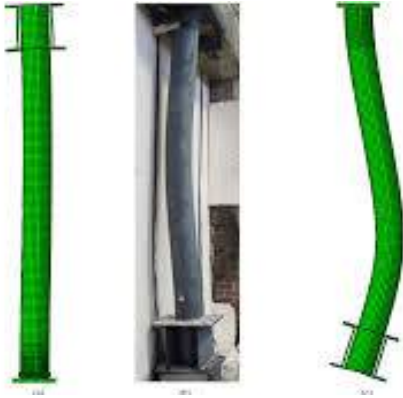
Thực tế, chúng bị ảnh hưởng bởi đk LK 2 đầu, U_s dư và độ

cong ban đầu.



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.2. Khái niệm về MOD của cột (4/4)



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

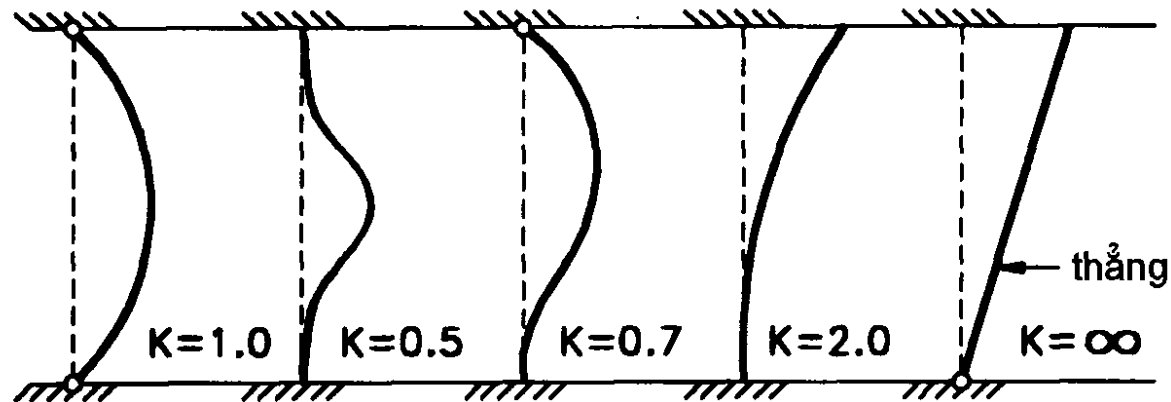
3.2.3. Chiều dài hữu hiệu cột

- Công thức (3.1) và (3.2), áp dụng cho trường hợp LK 2 đầu là khớp. Khi Lk 2 đầu khác đi, công thức (3.2) có dạng tổng quát như sau:

$$F_{cr} = \pi^2 E / (KL/r)^2 \quad (3.3)$$

KL = chiều dài hữu hiệu của cột;

K = hệ số hiệu chỉnh c/dài cột, phụ thuộc vào Lk 2 đầu cột:



Hệ số hiệu chỉnh chiều dài cột



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.4. Ảnh hưởng của US dư và độ cong ban đầu (1/3)

- Ảnh hưởng của US dư:

+ US dư là u_s tồn tại trong phần tử khi chưa có tải tác dụng. Nó sinh ra do quá trình nguội lạnh không đều hoặc gia công không đúng cách.

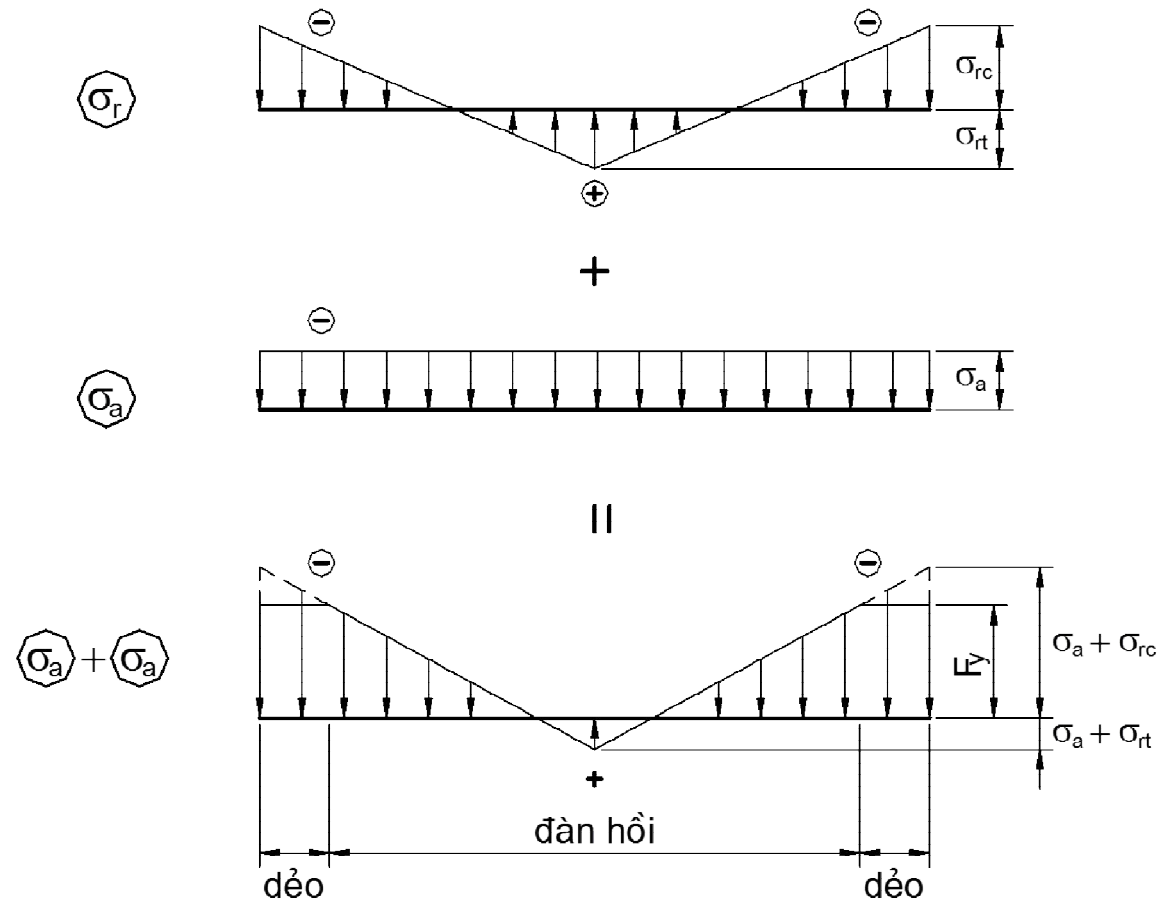
+ Nguyên tắc của US dư: thứ nguội lạnh trước chịu u_s nén và thứ nguội lạnh sau chịu u_s kéo.

+ US dư làm cho MCN cột bị chảy một phần khi $P < P_y = F_y A_s \Rightarrow$ làm giảm s_k nén dọc trục của cột (Hình vẽ).



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.4. Ảnh hưởng của US dư và độ cong ban đầu (2/3)



Ảnh hưởng của us dư



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

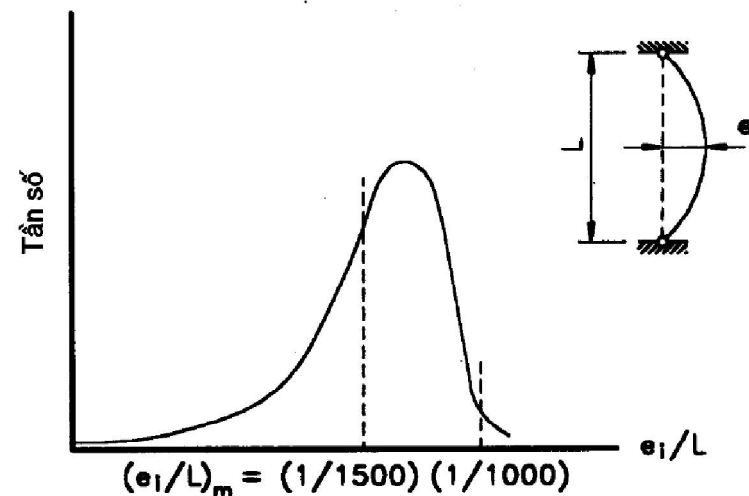
3.2.4. Ảnh hưởng của US dư và độ cong ban đầu (3/3)

- Ảnh hưởng của độ cong ban đầu:

+ Tương tự us dư, độ cong ban đầu là độ cong của phần tử khi chưa có tải tác dụng. Nó sinh ra do quá trình nguội lạnh không đều, vận chuyển hoặc gia công không đúng cách.

+ Dưới tác dụng của lực nén dọc trục, cột có độ cong ban đầu sẽ có thêm M \Rightarrow làm giảm sk nén dọc trục của cột.

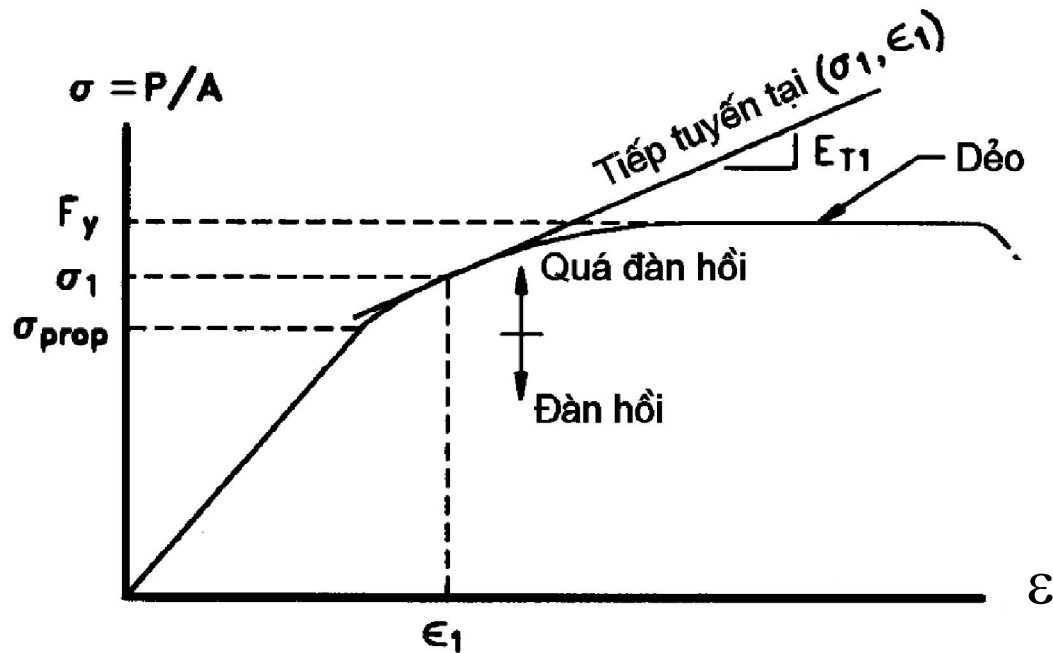
Độ cong ban đầu theo
thống kê của
Bjorhovde, 1992



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.5. Khái niệm về môđ quá đàn hồi (1/2)

Công thức (3.1) và (3.2) được Euler lập với giả thiết vl làm việc trong gđđh. Do đó, những công thức này chỉ đúng với cột dài, là cột môđ khi us trên MCN còn nhỏ ($< F_y$). Tuy vậy, với cột ngắn, us trên MCN khi cột môđ thường lớn hơn. Do có us dư \Rightarrow trên MCN cột thường có 1 phần chảy dẻo và 1 phần đàn hồi. Cột môđ trong gđ này gọi là môđ quá đàn hồi



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

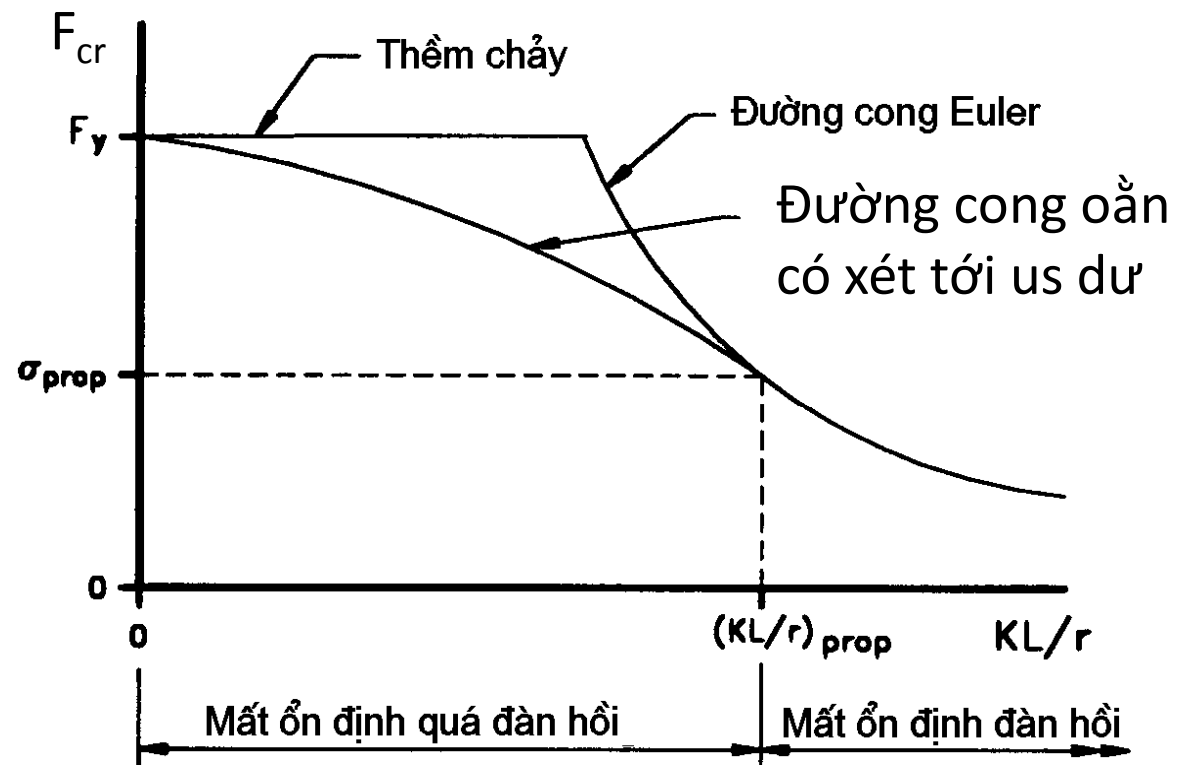
3.2.5. Khái niệm về môđ quá đàn hồi (2/2)

Đường cong oằn (môđ) của cột hay quan hệ F_{cr} và tỷ số độ mảnh cột KL/r có dạng:

Ta có:

$$\sigma_{prop} + \sigma_{rc} = F_y$$

$$\Rightarrow \sigma_{prop} = F_y - \sigma_{rc}$$



Độ cong oằn (môđ)



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.6. Sức kháng nén của cột (1/3)

Theo công thức (3.2), ta có:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \left(\frac{\pi r}{KL}\right)^2 E = \left(\frac{\pi r}{KL}\right)^2 \frac{E}{F_y} F_y$$

Đặt $\lambda = 1 / \left(\frac{\pi r}{KL}\right)^2 \frac{E}{F_y} F_y = \left(\frac{KL}{\pi r}\right)^2 \frac{F_y}{E}$

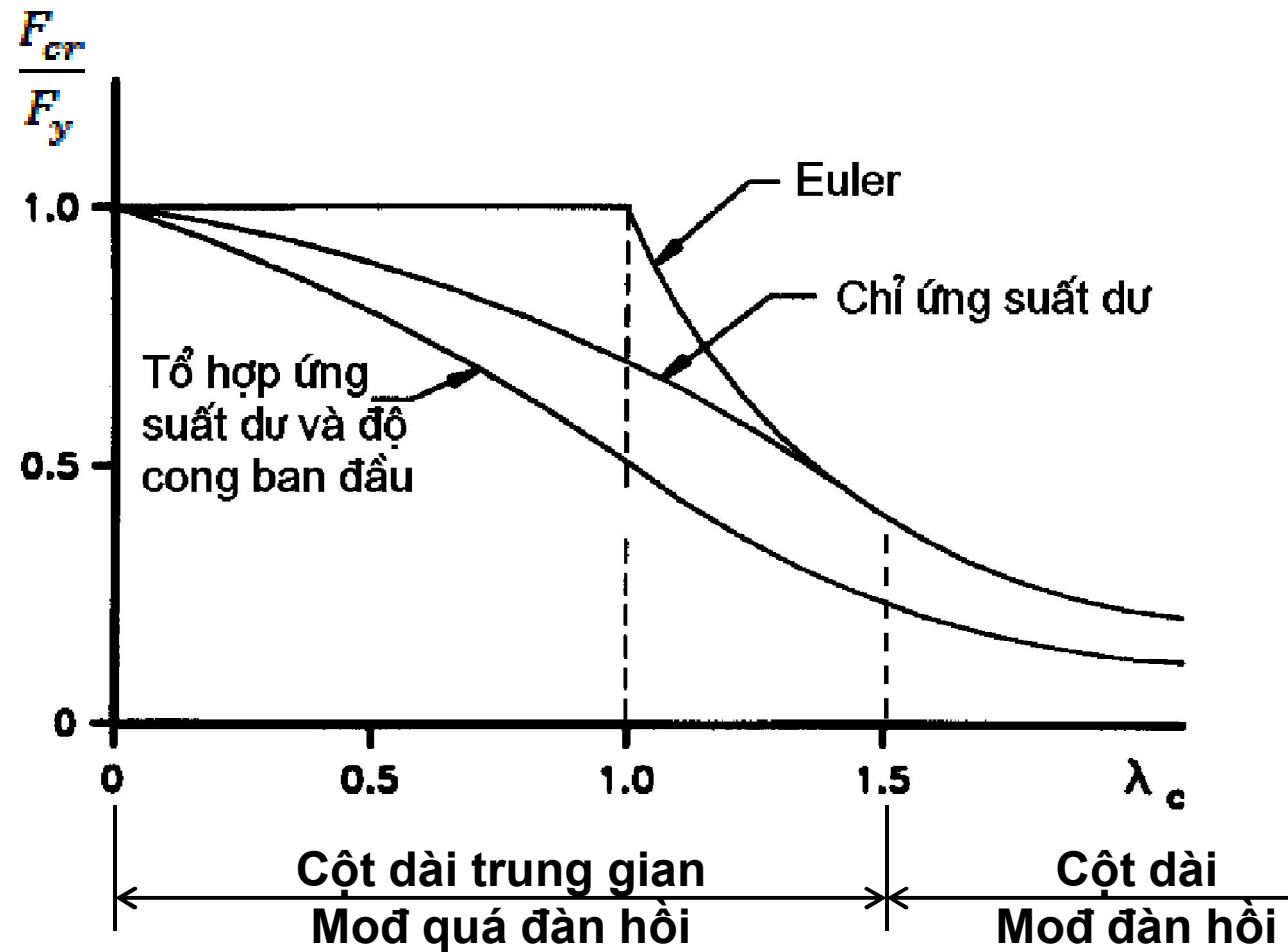
$$\Rightarrow F_{cr} = \frac{1}{\lambda} F_y \Leftrightarrow \frac{F_{cr}}{F_y} = \frac{1}{\lambda} \quad (3.3)$$

Từ (3.3), ta có đường cong oằn (mod) của cột như sau:



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.6. Sức kháng nén của cột (2/3)



Đường cong oằn (môđ) của cột



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.6. Sức kháng nén của cột (3/3)

Từ HV, ta có:

Khi $\lambda > 2,25 \Rightarrow$ cột dài (môđ đàn hồi)

$$\Rightarrow F_{cr} = 0,88F_y/\lambda \Rightarrow P_n = F_{cr} A_s = 0,88F_y/\lambda A_s$$

Khi $\lambda \leq 2,25 \Rightarrow$ cột dài trung gian (môđ quá đàn hồi)

$$\Rightarrow F_{cr} = 0,66^\lambda F_y \Rightarrow P_n = F_{cr} A_s = 0,66^\lambda F_y A_s$$

Điều kiện cường độ của cột:

$$P_r = \phi_c P_n = 0,9 P_n \geq P_u \Rightarrow \text{Đạt!}$$



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.7. Giới hạn tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện (1/2)

Nếu tỷ số rộng/dày của từng phần td cột quá lớn \Rightarrow môđ cực bộ
 \Rightarrow giảm sk nén tổng thể của cột. TC 05 quy định:

$$\frac{b}{t} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{max} = k \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Trong đó: b, t là chiều rộng và chiều dày của từng phần tiết diện;

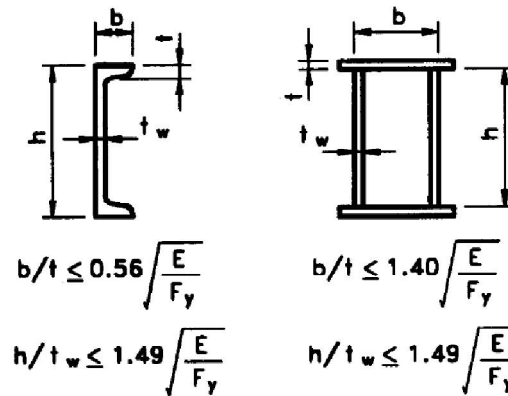
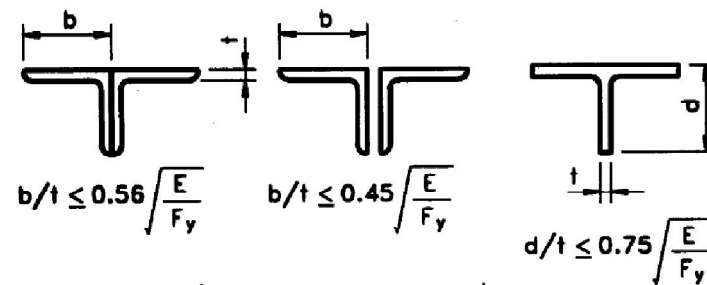
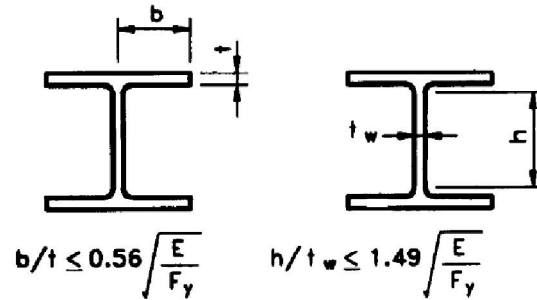
k = hệ số tra bảng, phụ thuộc vào điều kiện liên kết 2 đầu

Ví dụ (xem hình vẽ)



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.7. Giới hạn tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện (2/2)



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.8. Giới hạn tỷ số độ mảnh của cột

Nếu độ mảnh của cột quá lớn \Rightarrow sk nén của cột quá nhỏ \Rightarrow không kinh tế. TC 05 quy định:

$$\frac{KL}{r} \leq \left(\frac{KL}{r} \right)_{gh} = 120 \text{ đối với thanh chính;} \\ = 140 \text{ đối với thanh phụ.}$$



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.9. Các dạng bài toán (2/6)

a) Bài toán tính duyệt

Cho một cột chịu nén đúng tâm, biết: kích thước tiết diện cột, chiều dài cột, điều kiện liên kết hai đầu cột, loại thép, P_u . Yêu cầu tính duyệt cột?

B1: Kiểm tra tỷ số độ mảnh;

B2: Kiểm tra tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện cột;

B3: Tính λ và kết luận cột có chiều dài trung gian hay cột dài;

B4: Tính P_r so sánh với P_u ;

B5: Kết luận.



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.9. Các dạng bài toán (3/6)

b) Bài toán thiết kế 1 (thiết kế 1 thép hình độc lập)

Cho 1 cột chịu nén đúng tâm, biết: cột là thép hình, chiều dài cột, điều kiện liên kết hai đầu cột, (loại thép), P_u . Yêu cầu xác định kích thước tiết diện hay số hiệu của cột?

B1: Giả sử $F_{cr} \approx 2/3F_y$

B2: Tính A_{smin} và r_{min}

Từ điều kiện cường độ và tỷ số độ mảnh, ta có:

$$P_r = \phi_c (F_{cr} A_s) \geq P_u \Rightarrow A_{smin} = \frac{P_u}{\phi_c F_{cr}}$$

$$\frac{KL}{r} \leq \left(\frac{KL}{r} \right)_{gh} \Rightarrow r_{min} = \frac{KL}{\left(\frac{KL}{r} \right)_{gh}}$$



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.9. Các dạng bài toán (4/6)

B3: Tra bảng, chọn thép hình có tiết diện thỏa mãn điều kiện:

$$\begin{cases} A_s \geq A_{s \min} \\ r \geq r_{\min} \end{cases}$$

B4: Tính P_r và kiểm tra điều kiện cường độ $P_r \geq P_u$. Nếu điều kiện cường độ không đạt, thì ta phải thử lại cho đến khi thỏa mãn, bằng hai cách: thử lại F_{cr} bằng F_{cr} vừa tính được hoặc thử chọn lại tiết diện khác lớn hơn.

B5: Kiểm tra tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện

B6: Kết luận.



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.9. Các dạng bài toán (5/6)

c) Bài toán thiết kế 2 (thiết kế cột có mặt cắt tổ hợp)

Cho một cột chịu nén đúng tâm, biết: cột có tiết diện ghép tổ hợp, chiều dài cột, điều kiện liên kết hai đầu cột, (loại thép), P_u . Yêu cầu xác định kích thước tiết diện cột?

B1: Giả sử $F_{cr} \approx 2/3F_y$

B2: Tính A_{smin} và r_{min} như ở trên

B3: Xác định bán kính quán tính r của tiết diện cột theo F_{cr} như sau:

+ G/s cột có chiều dài trung gian ($\lambda \leq 2,25$) $\Rightarrow F_{cr} = 0,66^\lambda \cdot F_y \Rightarrow \lambda$. Nếu $\lambda \leq 2,25$ thì gs đúng, ta có giá trị λ cần tìm. Nếu $\lambda > 2,25$ thì cột là cột dài $\Rightarrow F_{cr} = 0,88F_y / \lambda \Rightarrow \lambda$.

+ Biết $\lambda \Rightarrow r$

B4: Chọn kích thước tiết diện sao cho:



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.9. Các dạng bài toán (6/6)

B4: Chọn kích thước tiết diện sao cho:

$$\begin{cases} r_x \approx r_y = r \\ A_s \geq A_{s \min} \\ r \geq r_{\min} \end{cases}$$

B5: Tính P_r kiểm tra điều kiện cường độ $P_r \geq P_u$. Nếu điều kiện cường độ không đạt, thì ta phải thử lại cho đến khi thỏa mãn, bằng hai cách: thử lại F_{cr} bằng F_{cr} vừa tính được hoặc thử chọn lại tiết diện khác lớn hơn.

B6 : Kiểm tra tỷ số rộng/dày giới hạn

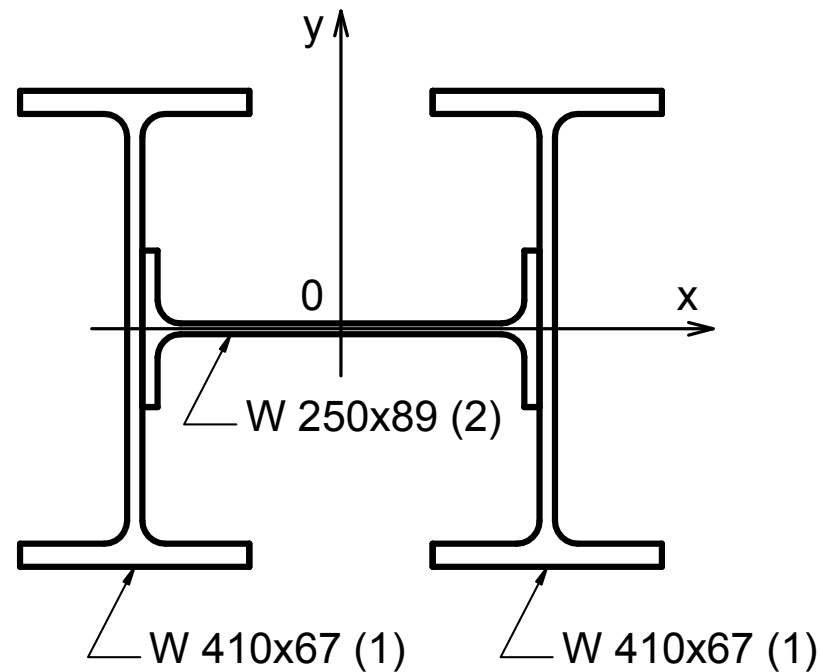
B7: Kết luận.



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (1/9)

VD1: cho thanh nén có MCN như HV. Thanh thuộc bộ phận chính; $L = 7,0$ m; I_k khớp 2 đầu. Thép kc dùng loại A 709M cấp 345, $P_u = 7000$ kN. Tính duyệt tiết diện?



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (2/9)

- Tra bảng, ta có:

$$\begin{aligned} \text{W410x67 (1): } & A_{s1} = 8580 \text{ mm}^2 & ; t_w = 8,8 \text{ mm;} \\ & t_{f1} = 14,4 \text{ mm} & ; b_{f1} = 179 \text{ mm;} \\ & I_{x1} = 24391,16 \text{ cm}^4 & ; I_{y1} = 1365,24 \text{ cm}^4 \\ \text{W250x89 (2): } & A_{s2} = 11400 \text{ mm}^2 & ; t_{w2} = 10,7 \text{ mm;} \\ & h_2 = 194 \text{ mm} & ; d_2 = 260 \text{ mm;} \\ & I_{x2} = 14193,49 \text{ cm}^4 & ; I_{y2} = 4828,28 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

- Kiểm tra tỷ số độ mảnh giới hạn:

$$\text{CTKT: } \quad KL/r \leq (KL/r)_{gh} = 120$$

$$\text{Ta có: } \quad K = 1,0; \quad L = 7000 \text{ mm}; \quad r = \min(r_x, r_y)$$

$$A_s = 2 A_{s1} + A_{s2} = 2.8580 + 11400 = 28560 \text{ mm}^2$$



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (3/9)

$$I_x = 2I_{x1} + I_{y2} = 2.24391,16 + 4828,28 = 53610,5 \text{ cm}^4 = 53610,5.10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 2\left[I_{y1} + A_{s1}\left(\frac{d_2 + t_{w1}}{2}\right)^2\right] + I_{x2}$$

$$= 2\left[1365,24 + 8580.\left(\frac{260 + 8,8}{2}\right)^2\right] + 14193,49 = 47920,69 \text{ cm}^4$$

$$= 47920,69.10^4 \text{ mm}^4 < I_x$$

$$\Rightarrow r = r_y = \sqrt{I_y/A_s} = \sqrt{47920,69.10^4 / 28560} = 129 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow KL/r = 1.7000/129 = 54,2 < 120 \Rightarrow \text{Đạt!}$$

- Kiểm tra tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện:

CTKT: $\frac{b_{f1}}{2t_{f1}} \leq 0,56\sqrt{E / F_y}$

$$\frac{h_2}{t_{w2}} \leq 1,49\sqrt{E / F_y}$$



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (4/9)

Ta có: $0,56.\sqrt{E/F_y} = 0,56.\sqrt{2.10^5 / 345} = 13,4$

$$b_{f1} / 2t_{f1} = 179 / (2.14,4) = 6,21 < 13,4 \quad \Rightarrow \text{Đạt!}$$

$$1,49.\sqrt{E/F_y} = 1,49.\sqrt{2.10^5 / 345} = 35,8$$

$$h_2 / t_{w2} = 194 / 10,7 = 18,1 < 35,8 \quad \Rightarrow \text{Đạt!}$$

-Kiểm tra sức kháng nén của cột:

$$\lambda = \left(\frac{KL}{\pi r} \right)^2 \frac{F_y}{E} = \left(\frac{1.7000}{3,14.129} \right)^2 \frac{345}{2.10^5} = 0,515 < 2,25$$

\Rightarrow Cột có chiều dài trung gian \Rightarrow SK nén tính toán của cột là:

$$P_r = 0,9. (0,66^\lambda F_y) A_s = 0,9. (0,66^{0,515} 345). 28560 = 7158,5. 10^3 \text{ N}$$

$$= 7158,5 \text{ kN} > P_u = 7000 \text{ kN} \Rightarrow \text{Đạt!}$$

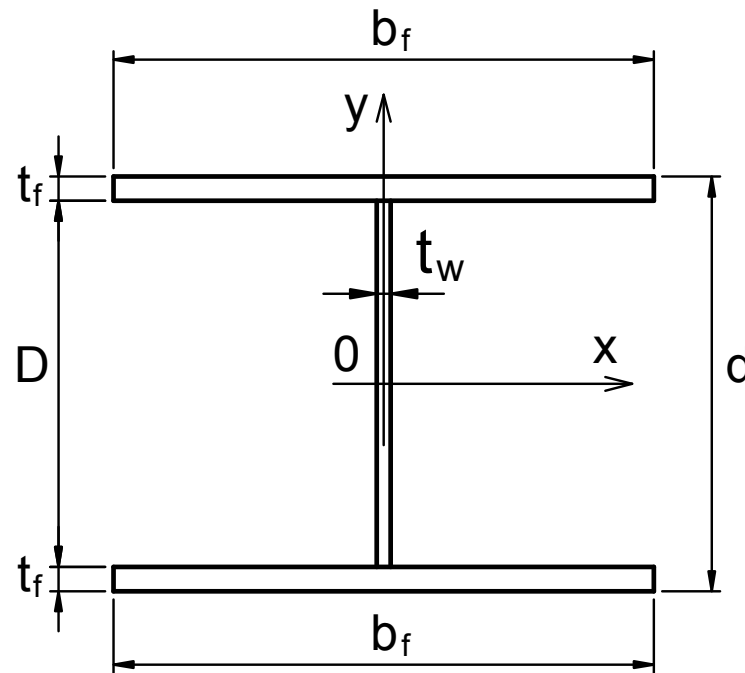
Vậy cột đã cho đủ khả năng chịu lực!



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (5/9)

VD2: Cho thanh chịu nén có dạng tiết diện như HV, biết: thanh thuộc bộ phận chính, dài $L = 7$ m; liên kết một đầu ngàm một đầu khớp. Thép kc dùng loại A709M cấp 250, $P_u = 2000$ kN. Yêu cầu xác định kích thước (tk) tiết diện?



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (6/9)

- G/S $F_{cr} = 2/3 F_y = 2/3 \cdot 250 = 166,67$ Mpa

- Theo điều kiện cường độ và độ mảnh, ta có:

$$+ P_r = 0,9 \cdot F_{cr} \cdot A_s \geq P_u \Rightarrow A_{smin} = P_u / (0,9 \cdot F_{cr}) = 2000 \cdot 10^3 / (0,9 \cdot 166,67) \\ = 13333,3 \text{ mm}^2$$

$$+ KL/r \leq (KL/r)_{gh} = 120 \Rightarrow r_{min} = KL/120 = 0,7 \cdot 7000/120 = 40,83 \text{ mm}$$

- G/s cột có chiều dài trung gian:

$$\Rightarrow F_{cr} = 0,66^\lambda F_y \Rightarrow \lambda = \log_{0,66} (F_{cr} / F_y) = \log_{0,66} (166,6/250) = 0,976 <$$

2,25 \Rightarrow G/s đúng. Ta có:

$$\lambda = \left(\frac{KL}{\pi r} \right)^2 \frac{F_y}{E} \Rightarrow r = \frac{KL}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E \lambda}} = \frac{0,7 \cdot 7000}{3,14} \sqrt{\frac{250}{0,976 \cdot 2 \cdot 10^2}} = 56 \text{ mm}$$

- Để tiết kiệm vl, ta chọn cột có $r_x \approx r_y \approx r = 56$ mm. Tra bảng, ta có:



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (7/9)

$$b_f = b = r_y / 0,24 = 56 / 0,24 = 233 \text{ mm};$$

$$h \approx D = r_x / 0,43 = 56 / 0,43 = 133 \text{ mm};$$

Chọn $b_f = 250 \text{ mm}$; $D = 130 \text{ mm}$;

- Theo đk giới hạn tỷ số rộng/dày của từng phần tiết diện, ta có:

$$b_f / (2t_f) \leq 0,56 \cdot \sqrt{E/F_y} \Rightarrow t_f \geq b_f / (2 \cdot 0,56 \cdot \sqrt{E/F_y}) = \dots = 8 \text{ mm};$$

$$D/t_w \leq 1,49 \cdot \sqrt{E/F_y} \Rightarrow t_w \geq b_f / (1,49 \cdot \sqrt{E/F_y}) = \dots = 3 \text{ mm};$$

Mặt khác, chiều dày tb của các bản thép là:

$$t_{tb} \geq A_{smin} / (D + 2b_f) = \dots = 21 \text{ mm};$$

Thử chọn $t_f = 25 \text{ mm}$; $t_w = 14 \text{ mm}$.

- Kiểm tra lại td đã chọn theo đk cường độ:

$$A_s = 2 \cdot 250 \cdot 25 + 130 \cdot 14 = 14320 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 13333,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Đạt}$$



3.2. CẦU KIẾN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (8/9)

$$I_x = \frac{14.130^3}{12} + 2. \left[\frac{250.25^3}{12} + 250.25. \left(\frac{130 + 25}{2} \right)^2 \right] = 78.10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{130.14^3}{12} + 2. \frac{25.250^3}{12} = 65.10^6 \text{ mm}^4$$

$$\Rightarrow I_{\min} = I_y = 65.10^6 \text{ mm}^4$$

$$\Rightarrow r = \sqrt{I_{\min}/A_s} = \dots = 67 \text{ mm} > r_{\min} = 40,8 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt!}$$

$$\Rightarrow \lambda = \left(\frac{KL}{\pi r} \right)^2 \frac{F_y}{E} = \left(\frac{0,7.7000}{3,14.67} \right)^2 \frac{250}{2.10^5} = 0,67 < 2,25$$

$$\Rightarrow P_r = 0,9.(F_{cr} A_s) = 0,9. (0,66^\lambda F_y A_s) = \dots = 2439,8.10^3 \text{ N} = 2439,8 \text{ kN} >$$

$$P_u = 2000 \text{ kN} \Rightarrow \text{Đạt!}$$



3.2. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

3.2.10. Các ví dụ (9/9)

Vậy tiết diện thanh chịu nén cần tìm là:

