

*Một số vấn đề lưu ý khi tổ hợp nội lực:

+Trong một tổ hợp không đồng thời xét hai loại tải trọng sau đây:

-Lực ly tâm không xét với lực lắc ngang, động đất

-Lực lắc ngang không xét với lực hãm, gió, ly tâm, đ.đất

-Lực hãm không xét với lực lắc ngang, va, ma sát, đ.đất

-Lực va không xét với lực hãm, gió, ma sát, động đất.

+Các tổ hợp được tính với hai giá trị nội lực tiêu chuẩn và tính toán.

+Trong THP & THĐB thì không xét đến tải trọng xe xích và xe đặc biệt

Áp lực đất tác dụng lên mố cầu:

$$E_o = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \mu \cdot B \quad ; \quad E'_o = \frac{1}{2} \gamma \cdot h_1^2 \cdot \mu' \cdot B$$

Trong đó:

γ : dung trọng đất đắp sau mố.

$$\gamma^{tc} = 1.8(\text{T/m}^3); \quad \gamma^{tt} = 1.2 \cdot 1.8(\text{T/m}^3)$$

$$\mu = \text{tg}^2 w = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$$

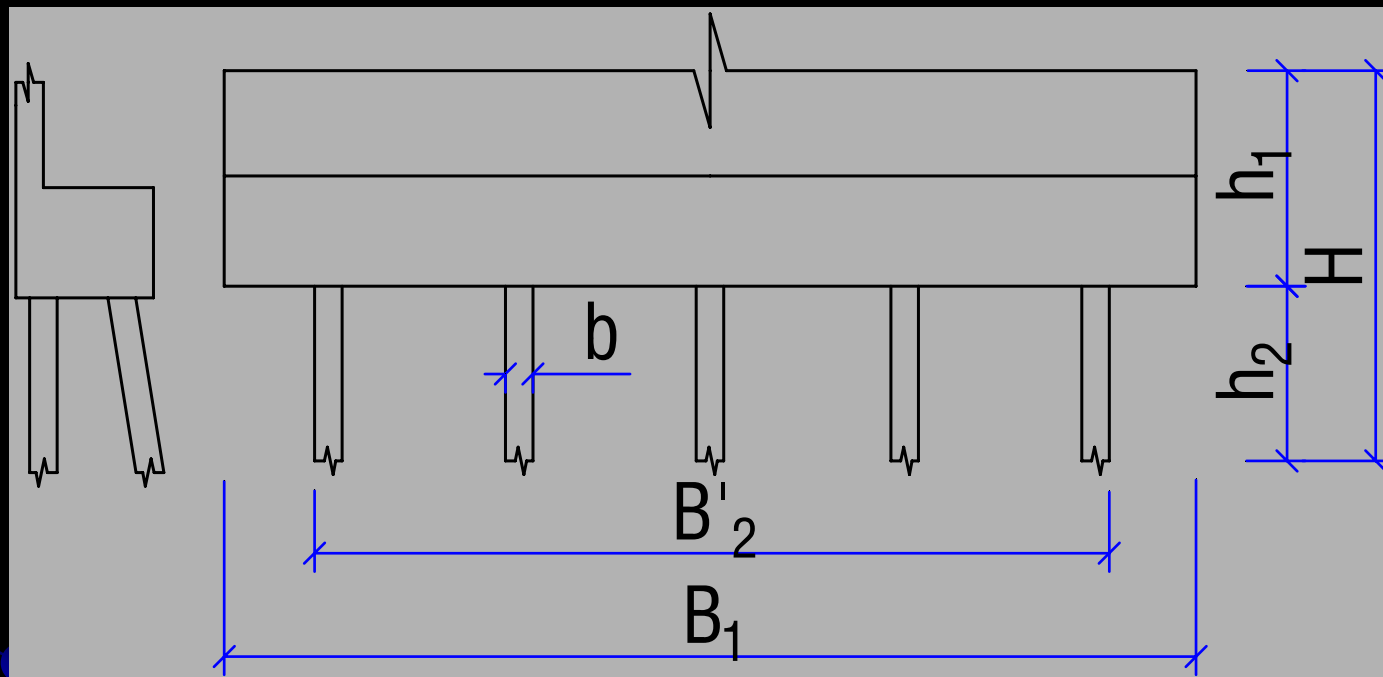
$$\mu' = \text{tg}^2 w' = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$\varphi^{tc} = 35^\circ; \quad \varphi^{tt} = 30^\circ: \text{THC}; \quad \varphi^{tt} = 40^\circ: \text{THP}$$

B: bề rộng mố

*Xác định bề rộng tính toán của mố cầu:

+Mố có nhiều hàng cọc (mố chân dê):



Chiều rộng tính toán của mố:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2}{H}$$

Trong đó:

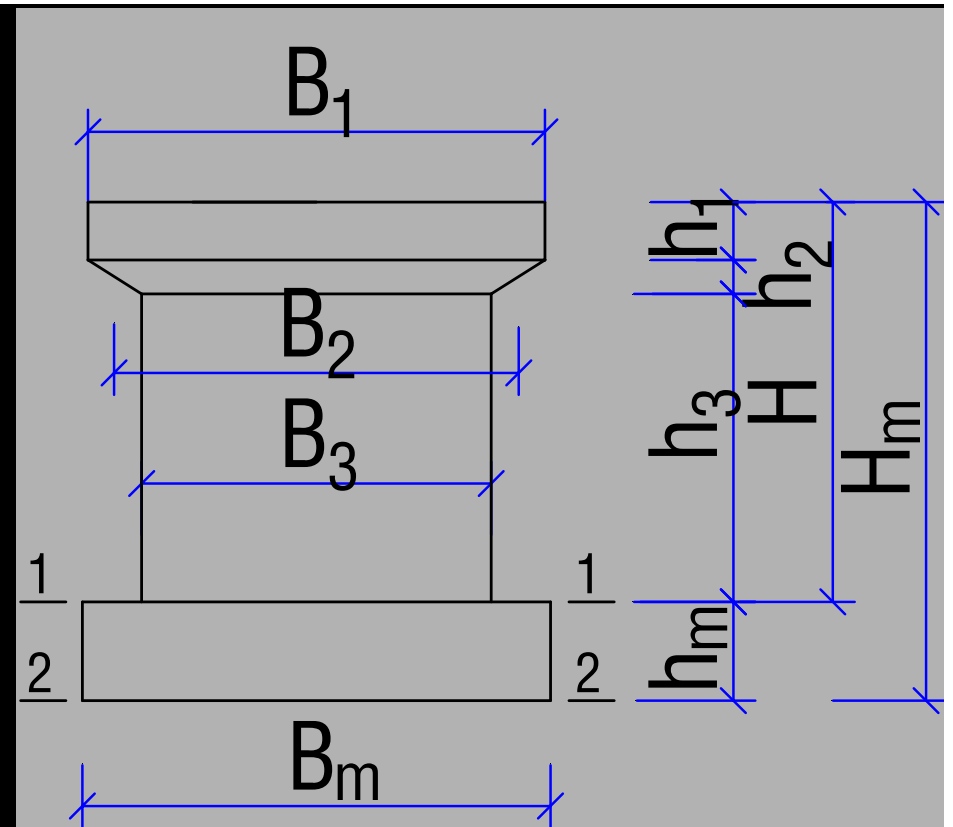
$B_2 = 2\sum b$: nếu $2\sum b < B_2'$

$B_2 = B_2'$: nếu $2\sum b \geq B_2'$

+Mổ vùi, mổ tường:

Chiều rộng tính toán B tại mặt cắt 1-1:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3}{H}$$



Chiều rộng tính toán B tại mặt cắt 2-2:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_m \cdot h_m}{H_m}$$

+Mổ cột có hai móng rời nhau:

Chiều rộng B tại mặt cắt 1-1:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3}{H}$$

Trong đó:

$$B_3 = 2 \sum b_c : \text{nếu } 2 \sum b_c < B_3'$$

$$B_3 = B_3' : \text{nếu } 2 \sum b_c \geq B_3'$$

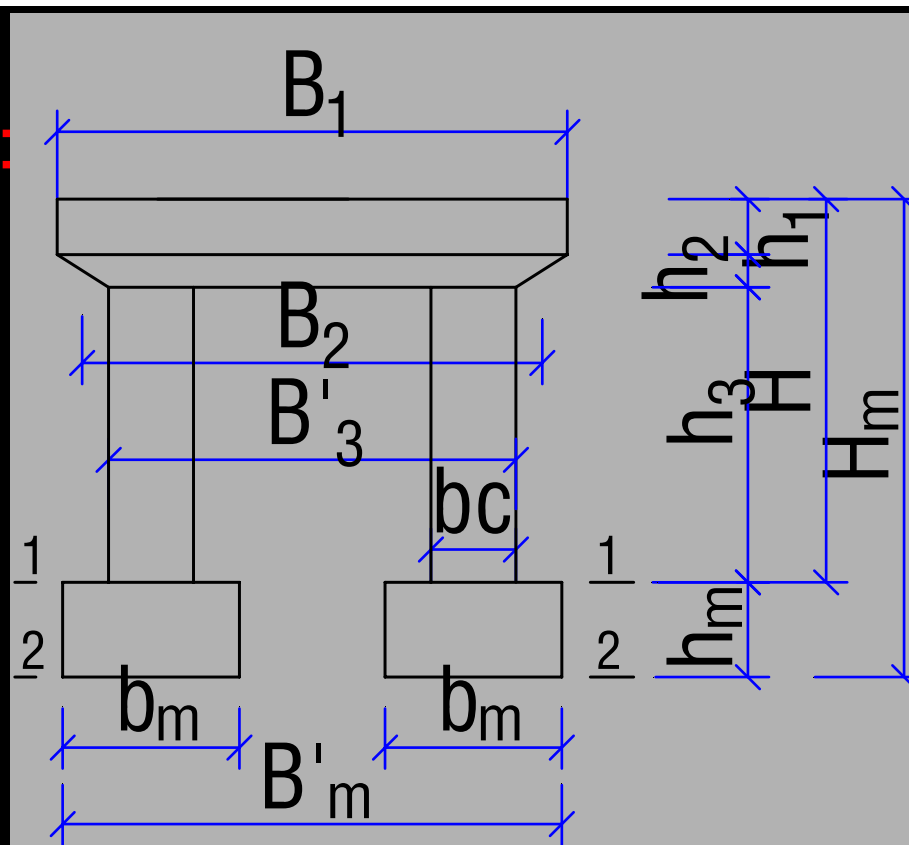
Chiều rộng B tại mặt cắt 2-2:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3 + B_m \cdot h_m}{H_m}$$

Trong đó:

$$B_m = 2 \sum b_m : \text{nếu } 2 \sum b_m < B_m'$$

$$B_m = B_m' : \text{nếu } 2 \sum b_m \geq B_m'$$



III. Áp lực ngang do hoạt tải trên lăng thể trượt:

Tác dụng của hoạt tải được thay thế bằng lớp đất tương đương có chiều cao h_o phân bố đều trên diện tích Sxb

$$b = b_1 + 2\Delta H$$

$$= 0.2 + 2\Delta H$$

$$S = c + 2d + b'$$

$$b' = b_1' + 2\Delta H$$

→ Chiều cao lớp đất tương đương:

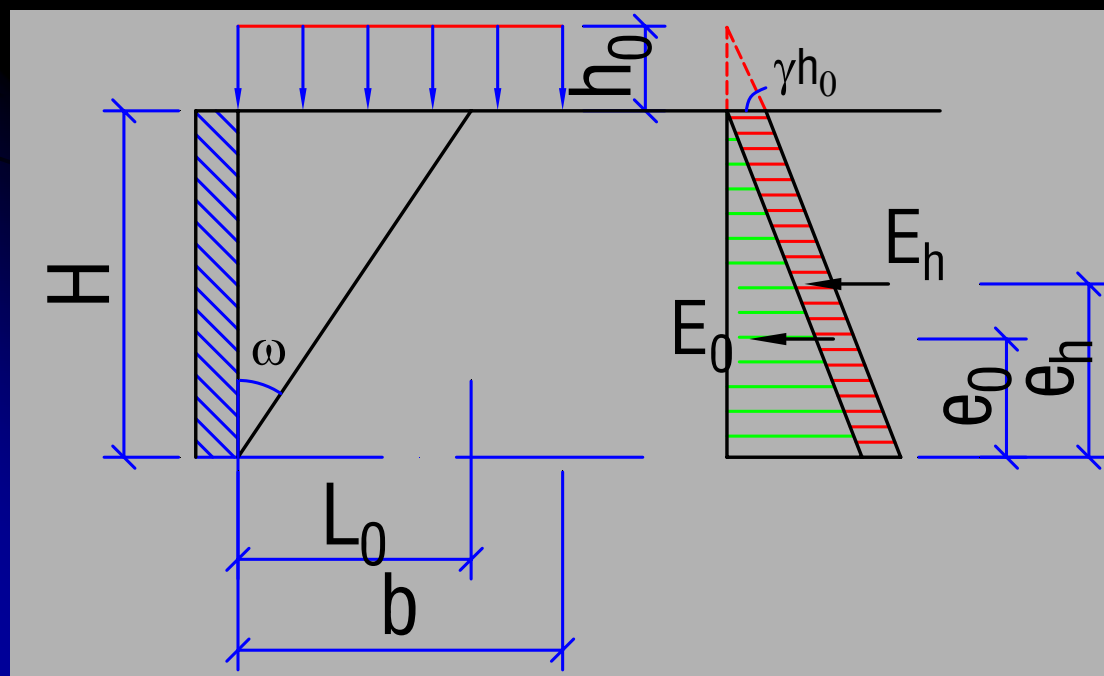
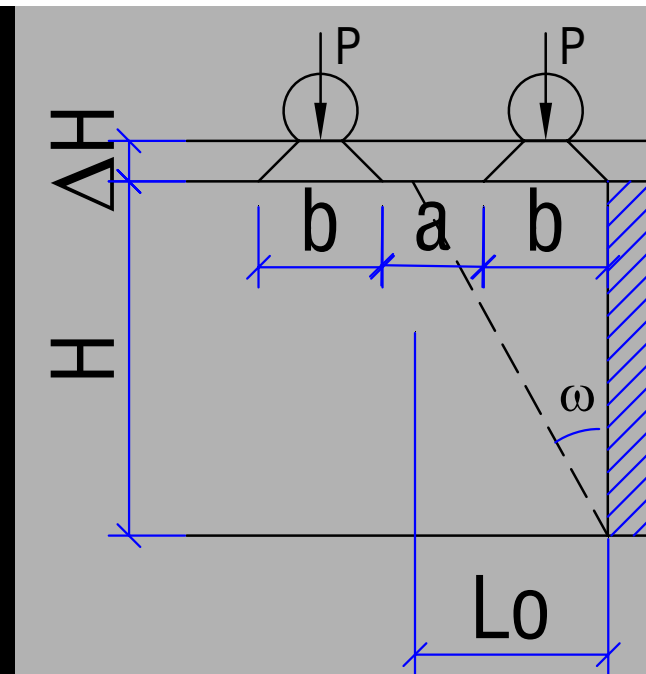
$$h_o = \frac{n \cdot \sum P}{S \cdot b \cdot \gamma}$$

*Áp lực ngang do hoạt tải đứng trên
lăng thể trượt phụ thuộc vào cách
xếp tải trên lăng thể trượt.

→Xác định chiều dài lăng thể trượt
tính thử L_0 :

$$L_0 = H.tg\omega = H.tg(45^\circ - \varphi/2)$$

1. Trường hợp $L_0 \leq b$



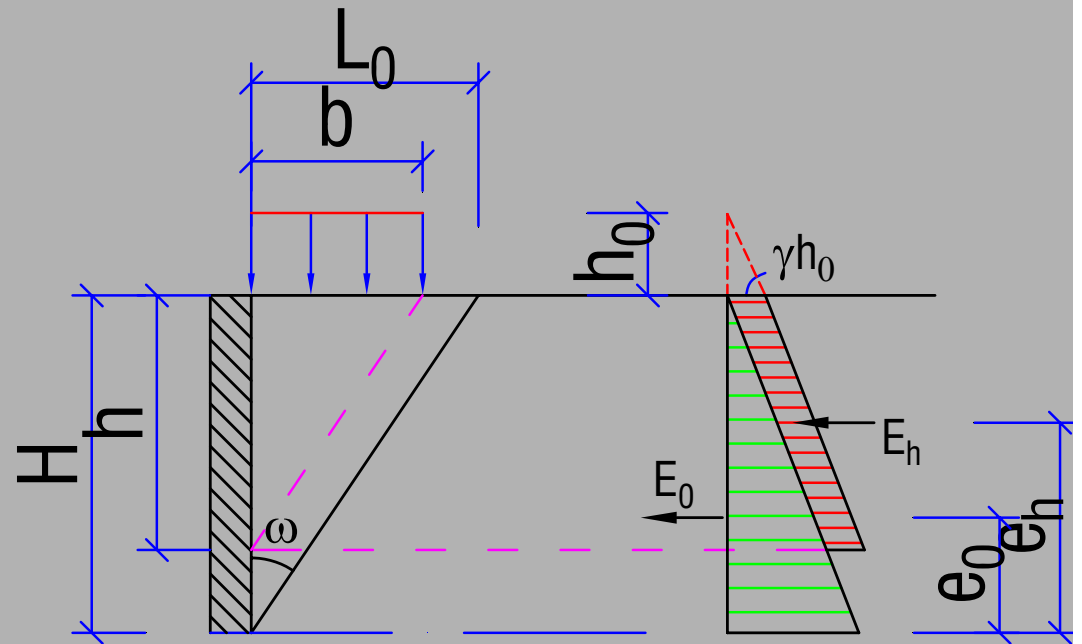
$$E_0 = \frac{1}{2} \gamma . H^2 . \mu . B$$

$$E_h = \gamma . h_0 . H . \mu . S$$

$$\mu = tg^2(45^\circ - \varphi/2)$$

2. Trường hợp

$$b \leq L_0 \leq b+a$$



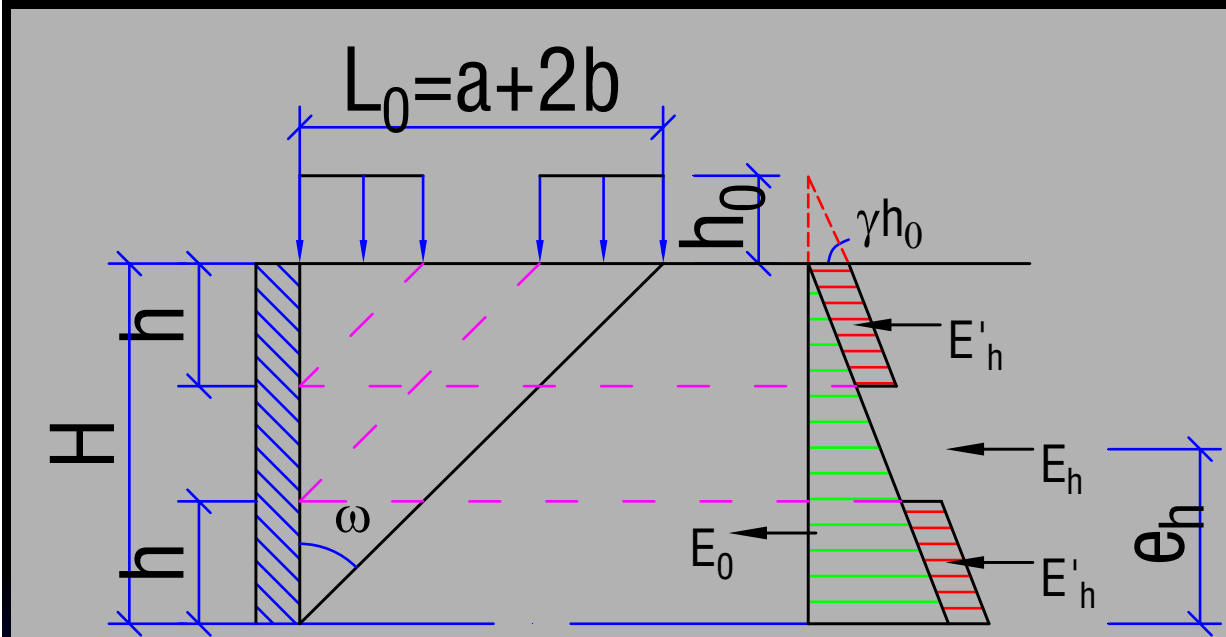
$$E_0 = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \mu' \cdot B \quad ; \quad E_h = \gamma \cdot h_0 \cdot h \cdot \mu' \cdot S$$

$$h = \frac{b}{\operatorname{tg} \omega} \quad ; \quad \mu' = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\operatorname{tg}(\varphi + \omega)}$$

$$\operatorname{tg} \omega = -\operatorname{tg} \varphi + \sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \left(1 - \frac{A}{\operatorname{tg} \varphi}\right)} \quad ; \quad A = \frac{2 \cdot b \cdot h_0}{H^2}$$

3. Trường hợp $L_0 \geq 2b+a$

Lúc này có thể lấy $L_0 = 2b+a$ (thiên về an toàn)



$$E_o = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \mu' \cdot B$$

$$E_h = \gamma \cdot h_o \cdot H \cdot \mu' \cdot S$$

$$h = \frac{b}{\operatorname{tg} \omega}$$

$$\mu' = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\operatorname{tg} (\varphi + \omega)}$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{a + 2b}{H}$$

Chú ý:

Các tính toán trên dựa vào giả thuyết mặt trượt là mặt phẳng.

IV. Tổ hợp nội lực trong mố cầu:

1. Tổ hợp 1A (THC):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN & lắng thể trượt

2. Tổ hợp 1B (THC):

Tĩnh tải; xe xích, XĐB trên KCN & lắng thể trượt

3. Tổ hợp 2 (THP):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN & lắng thể trượt, lực hãm về phía sông.

4. Tổ hợp 3 (THP):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN, lực hãm về phía bờ.

5. Tổ hợp 4 (THĐB):

Xét trong giai đoạn thi công: Tĩnh tải nhưng chưa đắp đất sau mố.

Chú ý:

Chỉ xét tổ hợp phụ theo phương dọc cầu.

Sau khi tính toán xác định các tổ hợp nội lực → tiến hành các nội dung kiểm tra sau:

+Kiểm tra cường độ tiết diện mố trụ cầu

+Kiểm tra cường độ đá tảng

+Kiểm tra ổn định chống lật

+Kiểm tra ổn định chống trượt

+Kiểm tra chuyệ̉m vị ngang của đỉnh trụ (>20m)

+Kiểm tra lún của móng mố trụ cầu

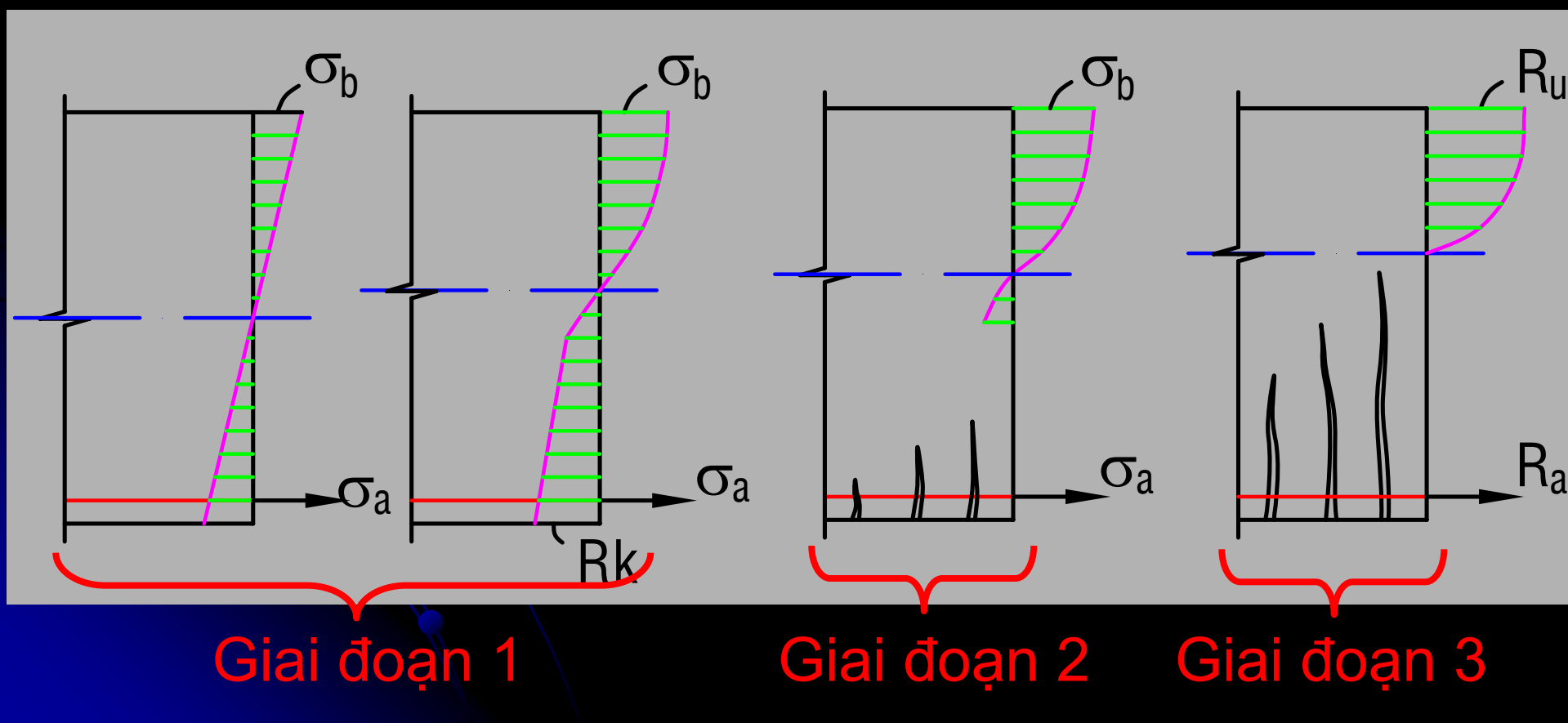
CHƯƠNG 10:

TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG

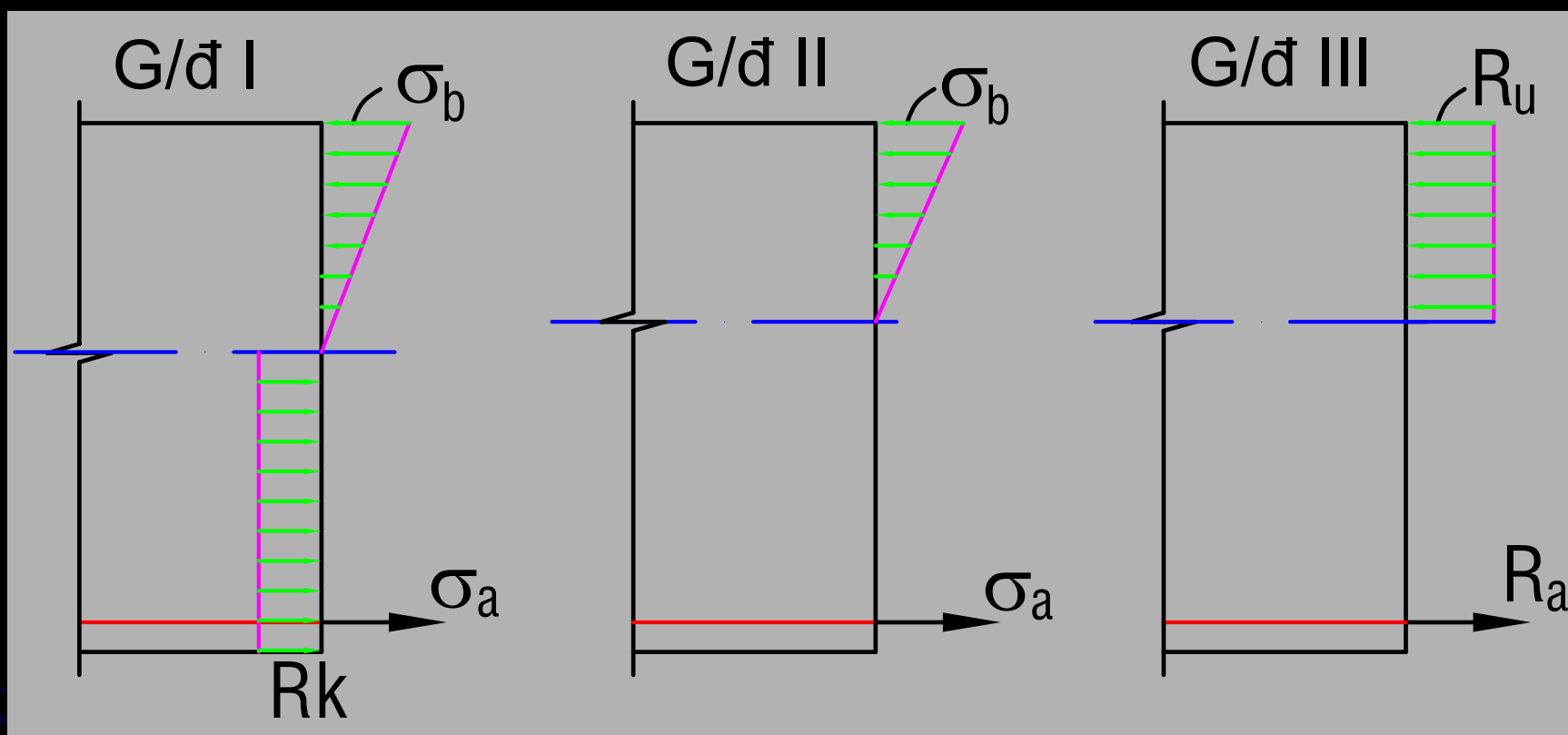
10.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TÍNH TOÁN K/C BTCT

I.Các giai đoạn về trạng thái ứng suất và biến dạng:

Xét một tiết diện vuông góc trục dầm của cầu kiện chịu uốn, có thể chia các giai đoạn hình thành trạng thái ứng suất biến dạng như sau:



Để đơn giản cho tính toán → các biểu đồ ứng suất:



II. Tính toán kết cấu theo các TTGH:

+Trạng thái giới hạn I : $S \leq [S]$

+Trạng thái giới hạn II : $f \leq [f]$

+Trạng thái giới hạn III : $\Delta \leq [\Delta]$

10.2.TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ CỦA DẦM THEO M

I. Xác định lượng cốt thép của dầm chủ:

+ Xác định sơ bộ chiều cao làm việc của dầm chủ:

$$h_0 = 4.77 \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{\rho \cdot \psi \cdot R_t}}$$

Trong đó:

• ρ : hàm lượng cốt thép trong dầm lấy sơ bộ như sau:

$\rho = 3-5\%$: dầm lắp ghép, cốt thép dạng khung hàn

$\rho = 2-3\%$: cốt thép rời, có mở rộng bầu dầm

$\rho = 1-2\%$: cốt thép rời, không mở rộng bầu dầm

$\psi = b/h_o$: được lấy sơ bộ như sau

$\psi = 0.12 - 0.2$: Cốt thép dạng khung hàn

$\psi = 0.25 - 0.5$: Cốt thép dạng rời

→ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$F_t = \frac{M_{\max}}{z \cdot R_t}$$

Trong đó:

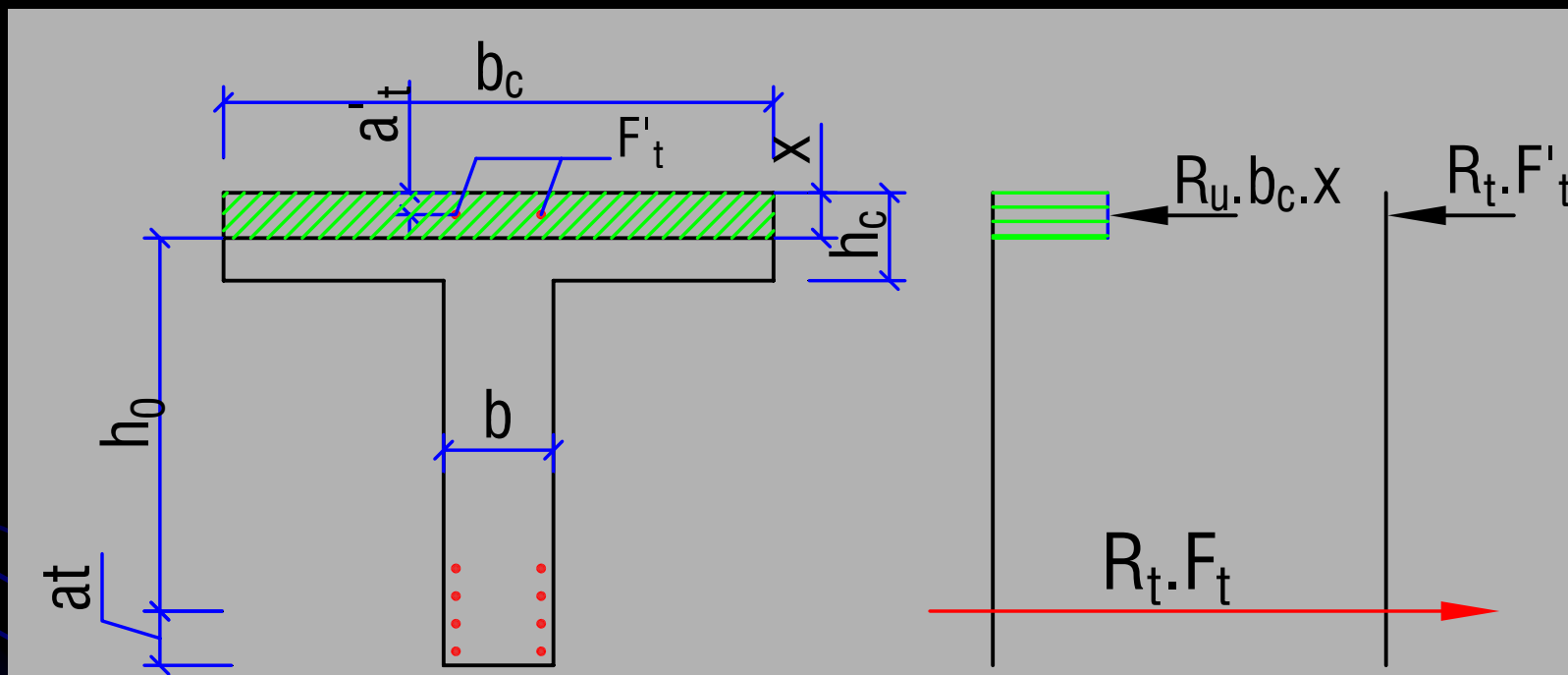
z : cánh tay đòn của nội ngẫu lực lấy gần đúng bằng:

$$z = h_o - 0.5h_c$$

h_c : chiều dày của cánh dầm (bản mặt cầu)

II. Tính toán cường độ theo M

- Xét tiết diện dầm như hình vẽ, khi kiểm tra cường độ, ta xét tiết diện làm việc lúc bị phá hoại (giai đoạn 3)



1. Trường hợp 1: (*) thỏa \rightarrow trục trung hòa đi qua cánh

$$M \leq R_u \cdot b_c \cdot h_c \cdot (h_0 - 0.5h_c) + R_t \cdot F'_t \cdot (h_0 - a'_t) \quad (*)$$

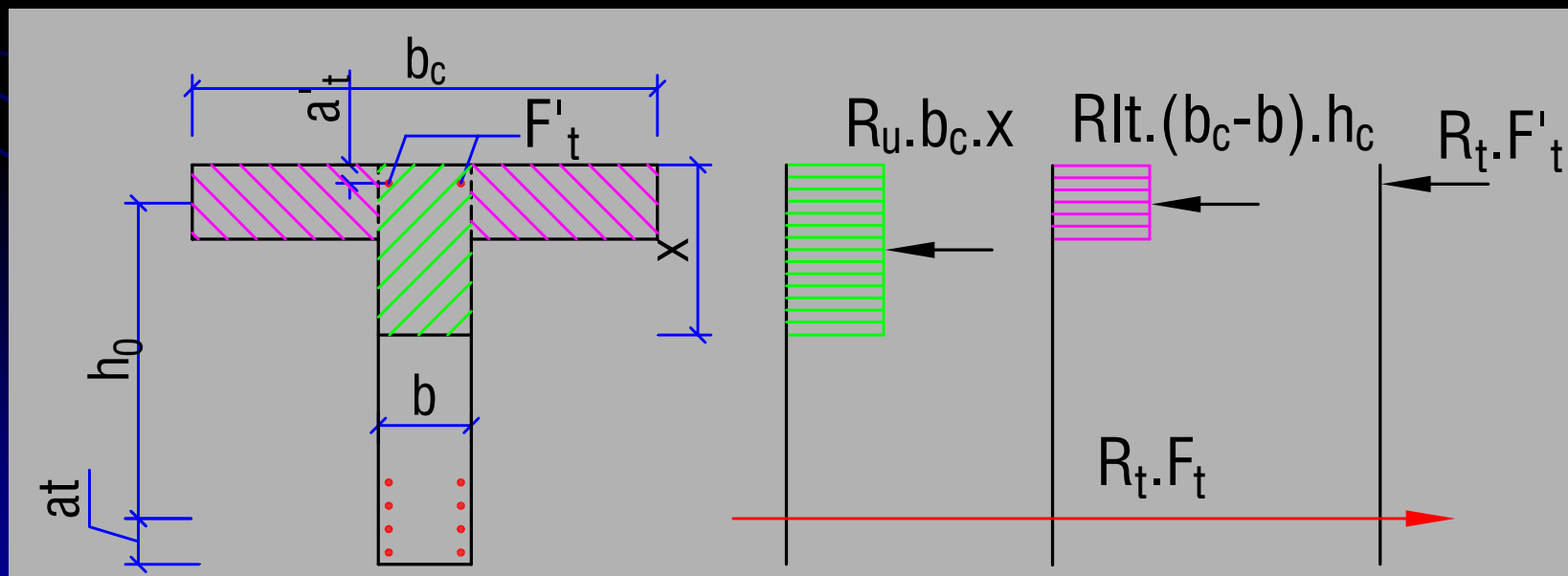
\rightarrow Tiết diện tính toán có dạng hình chữ nhật

$$R_u \cdot b_c \cdot x + R_t \cdot F_t' - R_t \cdot F_t = 0 \rightarrow x = \frac{R_t \cdot F_t - R_t \cdot F_t'}{R_u \cdot b_c}$$

$$\rightarrow M_p = R_u \cdot b_c \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + R_t \cdot F_t' \cdot (h_o - a_t')$$

➔ Điều kiện bền: $M \leq M_p$

2. Trường hợp 1: (*) không thỏa → trục trung hòa đi qua sườn dầm → Tiết diện tính toán có dạng chữ T



$$R_u \cdot b \cdot x + R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c + R_t \cdot F_t' - R_t \cdot F_t = 0$$

$$\rightarrow x = \frac{R_t \cdot F_t - R_t \cdot F_t' - R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c}{R_u \cdot b}$$

$$\rightarrow M_p = R_u \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + R_t \cdot F_t' \cdot (h_o - a_t') + R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c \cdot (h_o - 0.5h_c)$$



Điều kiện bền: $M \leq M_p$

Chú ý:

-Dựa vào thực nghiệm cho thấy rằng, các công thức trên chỉ đúng khi thỏa ĐK : $x \leq 0.55h_o$

10.3.TÍNH TOÁN DẦM THEO Q

I.Kiểm tra ứng suất kéo chính tại trục trung hòa (TTGH3)

Trong đó:

$$\sigma_{kc} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \tau = \frac{Q_{td} \cdot S}{J \cdot b} \leq R_{kc}$$

Q_{td} : lực cắt tính đổi đi qua điểm cuối của tiết diện nghiên

$$Q_{td} = Q \pm M \frac{tg \alpha}{h_o}$$

Dấu (-): khi chiều cao dầm tăng cùng chiều với M về giá trị tuyệt đối (thường gặp ở dầm liên tục, nút thừa..)

Dấu (+): ứng với chiều cao giảm.

α : góc nghiên biên dầm so với phương nằm ngang

S: mô men tĩnh của $\frac{1}{2}$ tiết diện đối với trục trung hòa

J: mô men quán tính chính của tiết diện

b: bề rộng sườn dầm

R_{kc} : cường độ chịu kéo tính toán của BT (tra bảng)

h_o: chiều cao làm, việc của dầm

M, Q: nội lực tiêu chuẩn tại điểm cuối của TD nghiên

Chú ý:

Ứng suất kéo chính cần được kiểm tra tại gối, tại vị trí có sự thay đổi bề dày sườn dầm

II. Kiểm tra ứng suất tiếp vị trí tiếp giáp nách với bản cánh chịu nén

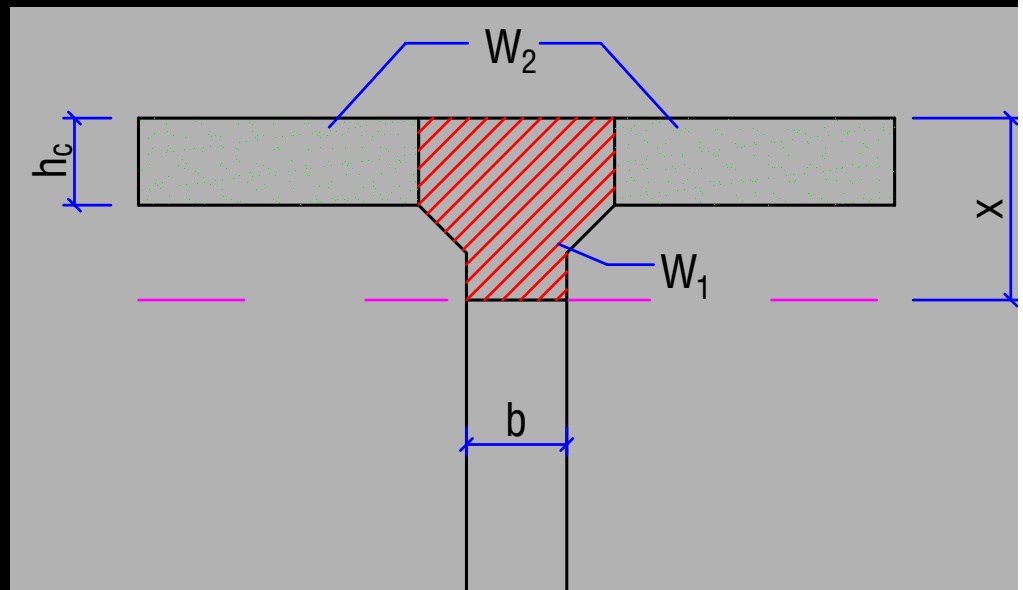
Công thức kiểm tra:

$$\frac{0.75 \cdot \tau \cdot b}{h_c \cdot \left(1 + \frac{S_{w1}}{S_{w2}} \right)} \leq R_{kc}$$

Trong đó:

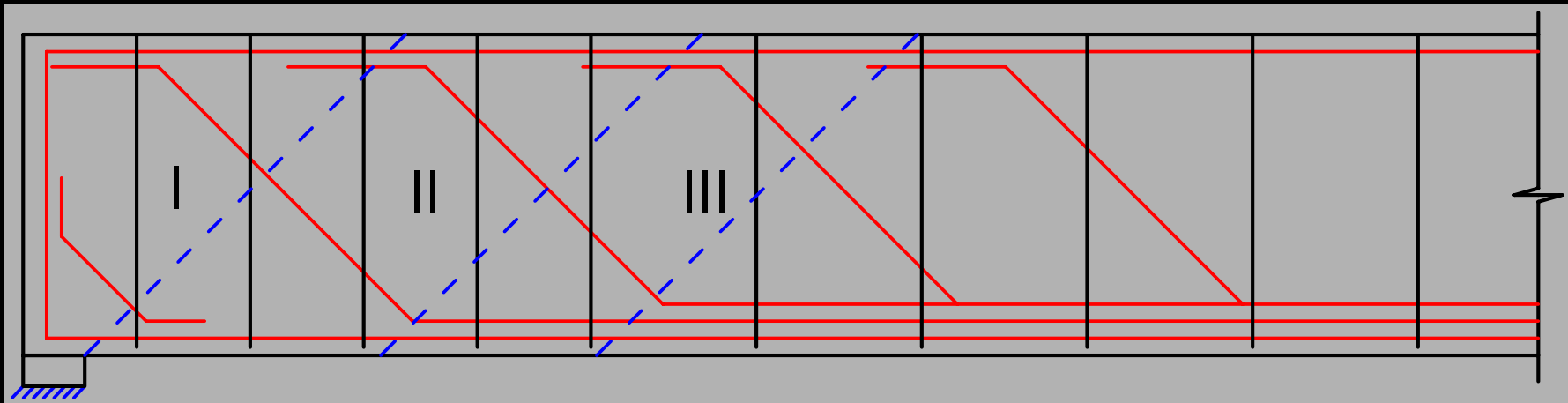
τ : ứng suất tiếp max tại trục trung hòa của tiết diện

S_{w1}, S_{w2} : mô men tĩnh của phần diện tích W_1, W_2 đối với trục trung hòa



III. Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên theo lực cắt:

Thông thường kiểm tra tại các tiết diện nghiên như sau



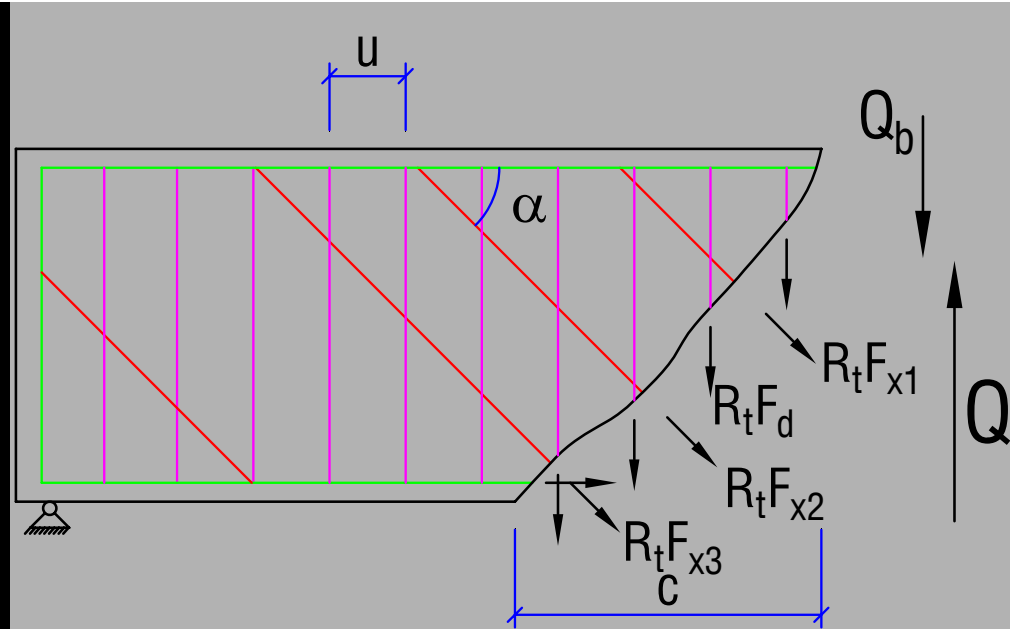
Tiết diện I-I: đi qua sát mép trong gối, hoặc tại vị trí có sự thay đổi tiết diện.

Tiết diện II-II & III-III: vị trí có sự thay đổi mật độ bố trí cốt đai

Các công thức kiểm tra:

Xét tiết diện nghiên
như hình vẽ bên:

→ Điều kiện bền của TD:



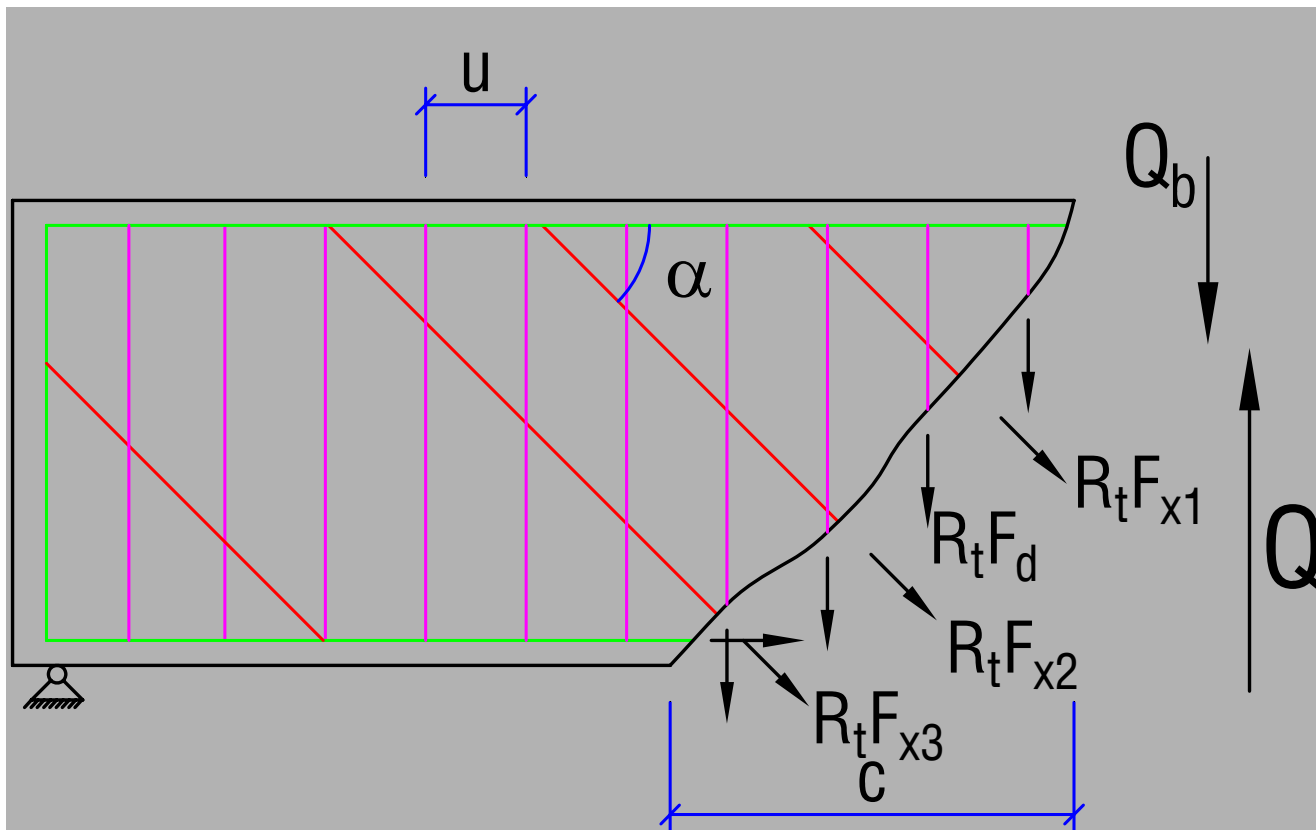
$$Q + p.c \leq R_t \cdot (m_x \cdot \sum F_x \cdot \sin \alpha + m_d \cdot \sum F_d) + Q_b \quad (*)$$

Trong đó:

p : lấy gần đúng bằng $\frac{1}{2}$ trọng lượng dầm/1m dài

$Q_b = 0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2 / c$: khả năng chịu cắt của BT
trong phạm vi của tiết diện nghiên

$m_x, m_d = 0.8$: cốt thép thanh; $= 0.7$: cốt thép sợi



Gọi $q_{đ}$: lực dọc trong cốt đai/đơn vị dài của dầm

$$q_{đ} = \frac{m_{đ} \cdot F_{đ} \cdot R_t}{\mu}$$

Thay tất cả vào (*) ta được:

$$Q \leq R_t \cdot m_x \cdot \sum F_x \cdot \sin \alpha + (q_{đ} - p) \cdot c + \frac{0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2}{c} - q_{đ} \cdot \mu (**)$$

$$\frac{dQ}{dc} = 0 \Rightarrow c_o = \sqrt{\frac{0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2}{q_{đ} - p}}$$

Khi kiểm tra ta xác định c_o và kiểm tra theo (**)

Chú ý:

Trong một số t/hợp sau → không cần kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên:

+ Bản có TD đặc thỏa ĐK : $Q \leq b \cdot h_o \cdot R_{kc}$

+ Ứng suất kéo chính (mục I): $\sigma_{kc} \leq 0.7R_{kc}$

II. Tính toán cốt đai & cốt xiên

Thông thường bố trí cốt đai, cốt xiên theo ĐK cấu tạo → Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên theo trình tự sau

Bố trí $\mu_{đai}$; $\mu_{xiên}$ → tính $q_{đai}$; Q_b → tính C_o → Kiểm tra

Cường độ tiết diện nghiên.

10.4. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CHỐNG NỨT CỦA DÀM

Công thức kiểm tra: $\Delta \leq [\Delta]$

$[\Delta]$: Bề rộng khe nứt cho phép

$[\Delta] = 0.02\text{cm}$: Tổ hợp chính

$[\Delta] = 0.025\text{cm}$: Tổ hợp phụ

*Xác định bề rộng khe nứt do tải trọng gây ra (Δ):

+Đối với cốt thép trơn:

$$\Delta = 0.5 \frac{\sigma_t}{E_t} \psi_1 \cdot R_r$$

+Đối với cốt thép có gờ, cốt xiên:

$$\Delta = 3.0 \frac{\sigma_t}{E_t} \psi_2 \sqrt{R_r} \cdot$$

Trong đó:

σ : ứng suất trong cốt thép tại vị trí tính toán

$\psi_1\psi_2$: các hệ số xét đến ảnh hưởng của BT vùng kéo đến biến dạng của cốt thép (tra bảng)

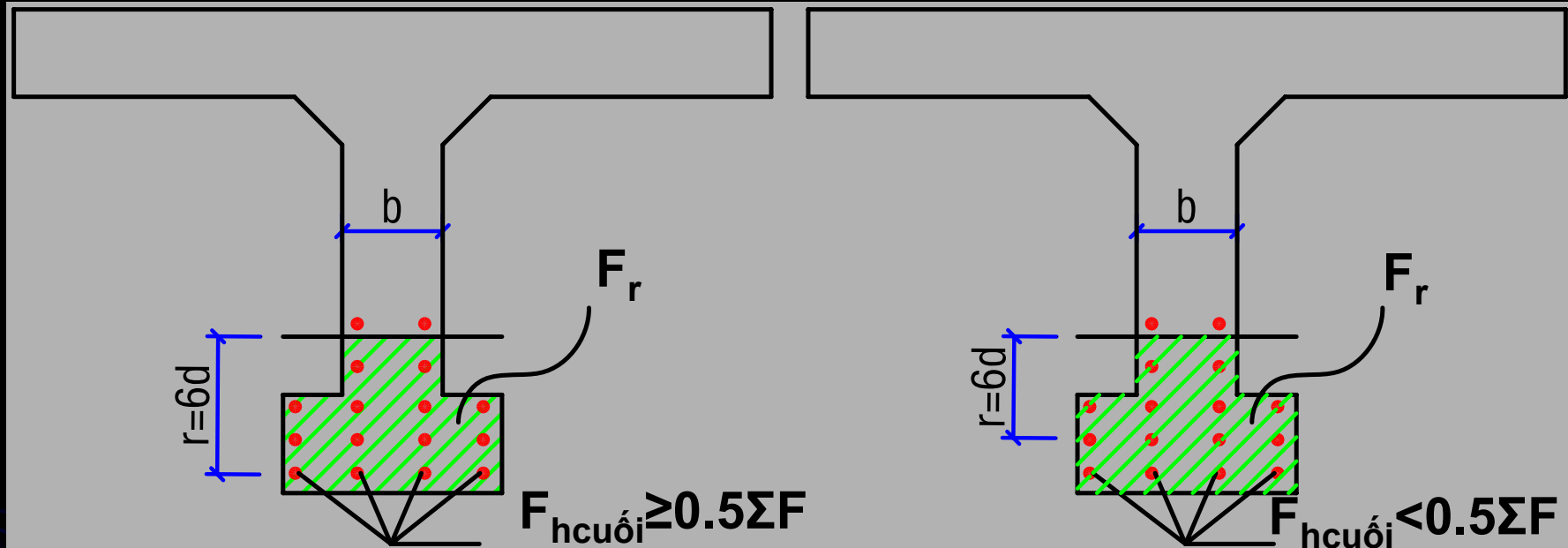
Mác BT	ψ_1	ψ_2
≤ 250	0.9	0.6
≥ 300	0.7	0.5

R_r : bán kính ảnh hưởng của cốt thép, dùng để xác định khoảng cách giữa các khe nứt.

Khi tính với cốt dọc:

$$R_r = \frac{F_r}{\beta(n_1 \cdot d_1 + n_2 \cdot d_2 + \dots + n_i \cdot d_i)}$$

F_r : diện tích miền tác dụng tương hỗ giữa cốt thép và bê tông thông qua lực dính (cm^2)



β : Hệ số xét đến cách bố trí cốt thép

$\beta=1$: cốt thép rời; $=0.85$: cốt thép bó hai thanh

$=0.75$: cốt thép khung hàn số thanh trong khung ≤ 4

$=0.7$: cốt thép khung hàn số thanh trong khung > 4

$n_1, n_2 \dots n_i$: số thanh cốt dọc tương ứng với đk $d_1, d_2 \dots d_i$

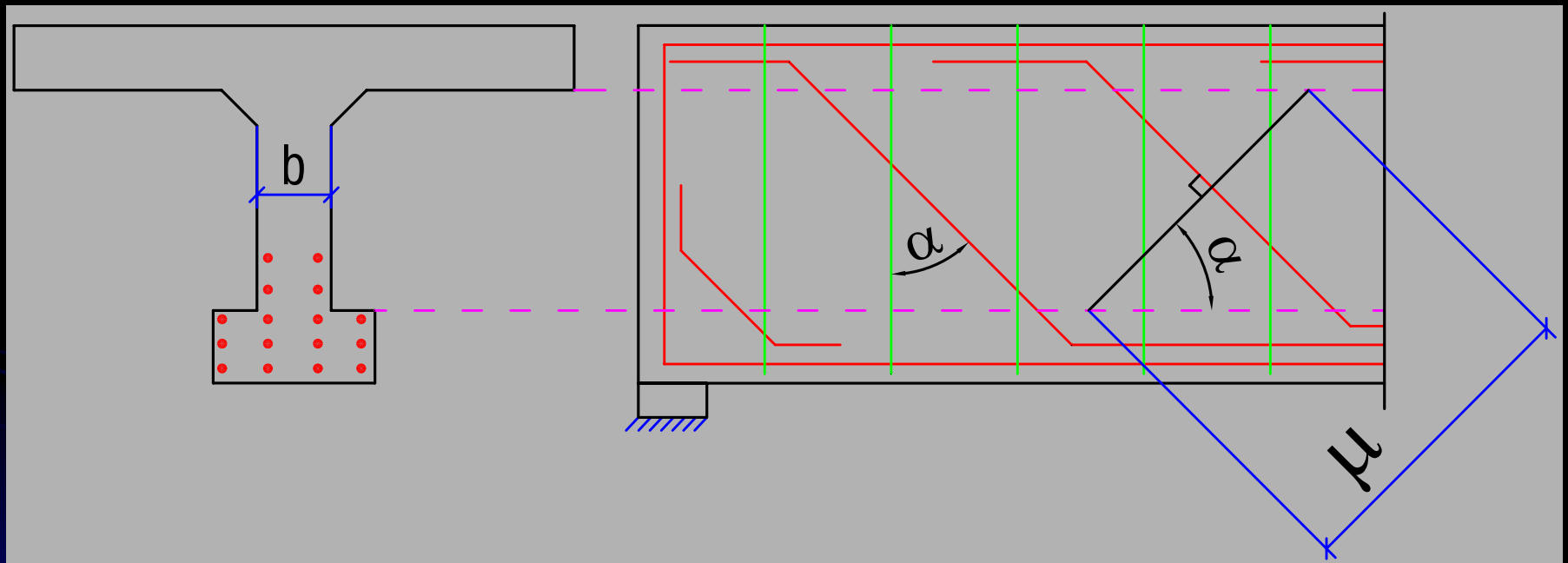
*Khi tính với cốt xiên:

$$R_r = \frac{F'_r}{n_x \cdot d_x + n_d \cdot d_d \cdot \cos \alpha + n_1 \cdot d_1}$$

F'_r : diện tích miền tác dụng tương hỗ giữa cốt thép và bê tông khi kiểm tra bề rộng khe nứt nghiêng (cm^2)

$$F'_r = \mu' \cdot b$$

μ' : Chiều dài của TD nghiên thẳng góc với cốt xiên nằm giữa hai cánh dầm



$n_x, n_d \dots n_1$: số thanh cốt xiên, cốt đai, cốt dọc tương ứng với đường kính thép $d_x, d_d \dots d_1$ cắt qua tiết diện nghiên tính toán

CHƯƠNG 11

TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC

11.1. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN TỔNG QUÁT

STT	Các hạng mục tính toán	Nội lực	G/đ chịu lực
1	Cường độ theo M trong khai thác	Tính toán	Phá hoại
2	Cường độ TD nghiêng trong khai thác	Tính toán	Phá hoại
3	Cường độ do ú/s cắt, nén chính	Tính toán	Đàn hồi
4	Ổn định chống nứt do ú/s pháp	T/chuẩn	Đàn hồi
5	Ổn định chống nứt do ú/s kéo chính	T/chuẩn	Đàn hồi
6	K/tra ú/suất cốt thép trong khai thác	T/chuẩn	Đàn hồi
7	Cường độ và ổn định khi căng CT	Tính toán	Phá hoại
8	Ứng suất cục bộ tại vị trí neo	T/chuẩn	Đàn hồi
9	Cường độ và ổn định khi vận chuyển và lắp ráp	T/c & T/t	Đ/hồi & p.hoại
10	Tính võng do hoạt tải	T/chuẩn	Đàn hồi

11.2. KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ TIẾT DIỆN DẦM THEO M

I. Trục trung hòa đi qua cánh dầm:

- Trục trung hòa đi qua cánh khi thỏa ĐK:

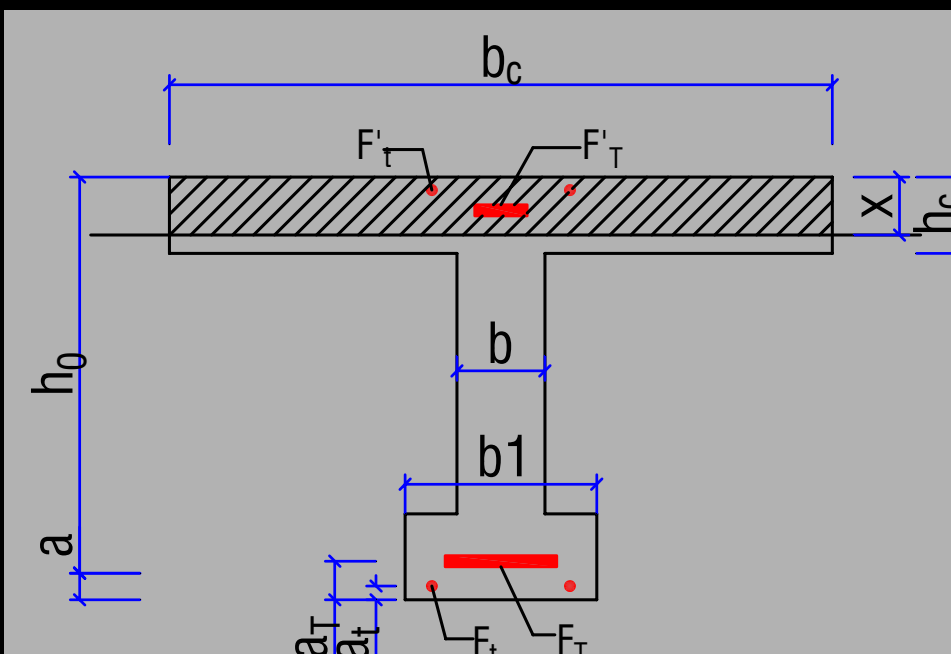
$$R_u \cdot b_c \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + (R_T' - \sigma_T') \cdot F_T' \geq R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

Trong đó:

σ_T' : Ứng suất trong cốt thép F_T' có

- xét đến hao hụt ứng suất và hệ số vượt tải

$$\sigma_T' = (\sigma_{kt} - \sum \sigma_{hao}^{min}) \cdot 1.1$$



R_T' : Cường độ tính toán của cốt thép F_T' (ứng với sự giảm ứng suất trong F_T' do biến dạng dẻo khá lớn của bê tông trước khi phá hoại)

$$R_T' = \varepsilon_{bt} \cdot E_T \approx 0,002 \times 1,8 \cdot 10^6 = 3600 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

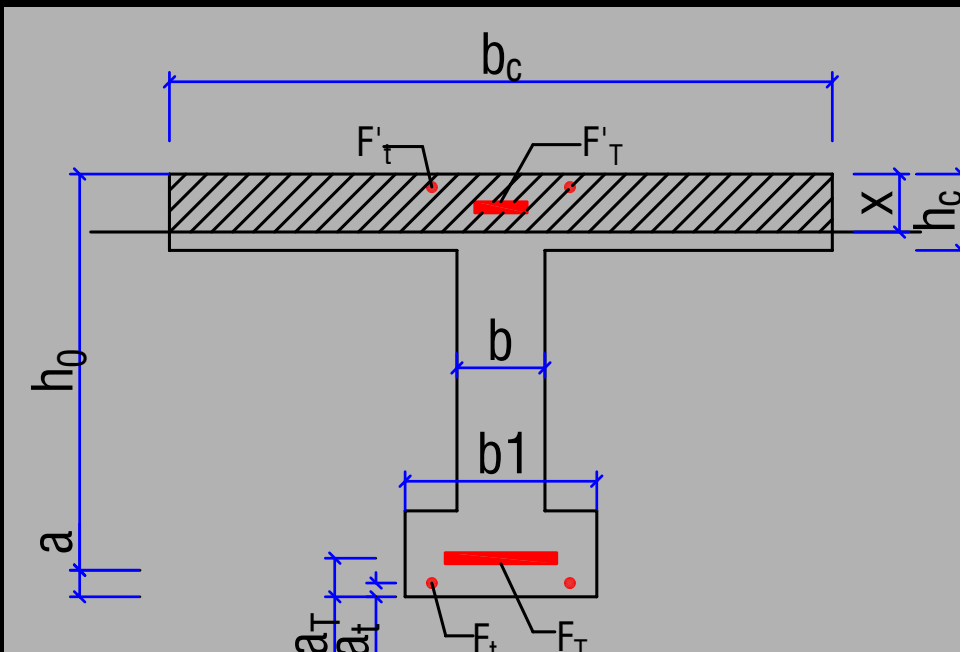
Chiều cao vùng nén xác định từ phương trình:

$$R_u \cdot b_c \cdot x = R_T \cdot F_T - F_T' (R_T' - \sigma_T') + R_t \cdot (F_t - F_t')$$

Điều kiện bền:

$$M \leq m_2 \cdot R_u \cdot b_c \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + F_T' \cdot (R_T' - \sigma_T') \cdot (h_o - a_T') + F_t' \cdot R_t \cdot (h_o - a_t')$$

m_2 : hệ số ĐK làm việc (P.lục 6)



II. Trục trung hòa đi qua cánh dầm:

- Trục trung hòa đi qua cánh khi thỏa ĐK:

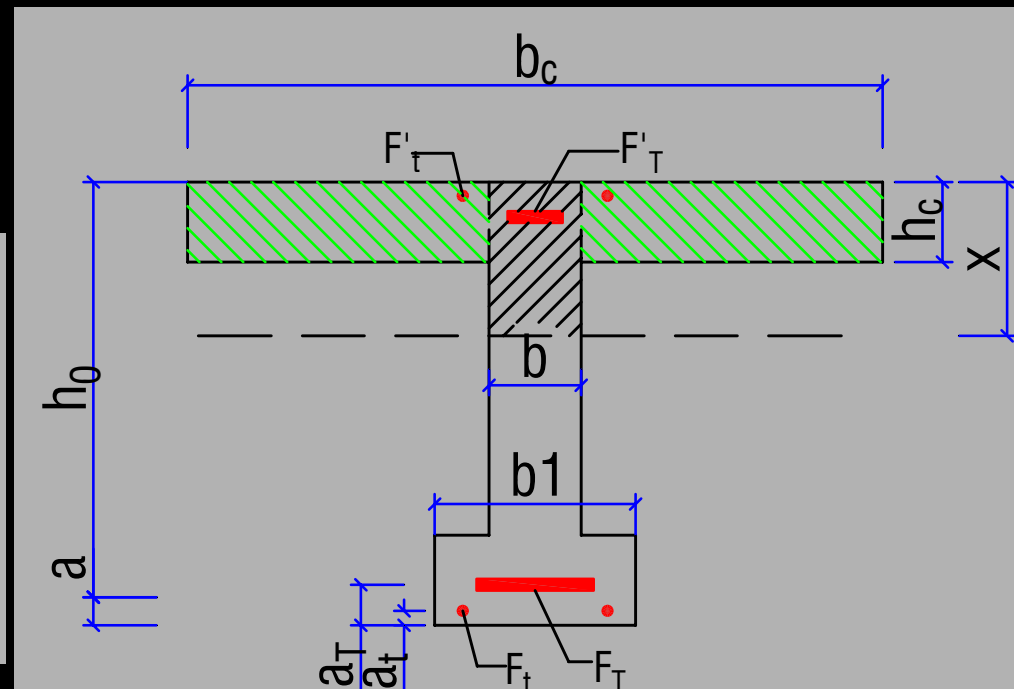
$$R_u \cdot b_c \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + (R_T' - \sigma_T'). F_T' < R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

- Chiều cao vùng nén được xác định từ phương trình:

$$R_u \cdot b \cdot x + R_{LT} (b_c - b) \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + F_T' (R_T' - \sigma_T') = R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

Điều kiện bền:

$$\begin{aligned} M &\leq m_2 \cdot R_u \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) \\ &+ R_{LT} \cdot (b_c - b) \cdot h_c \cdot (h_o - 0.5h_c) \\ &+ F_T' \cdot (R_T' - \sigma_T') \cdot (h_o - a_T') \\ &+ F_t' \cdot R_t \cdot (h_o - a_t') \end{aligned}$$

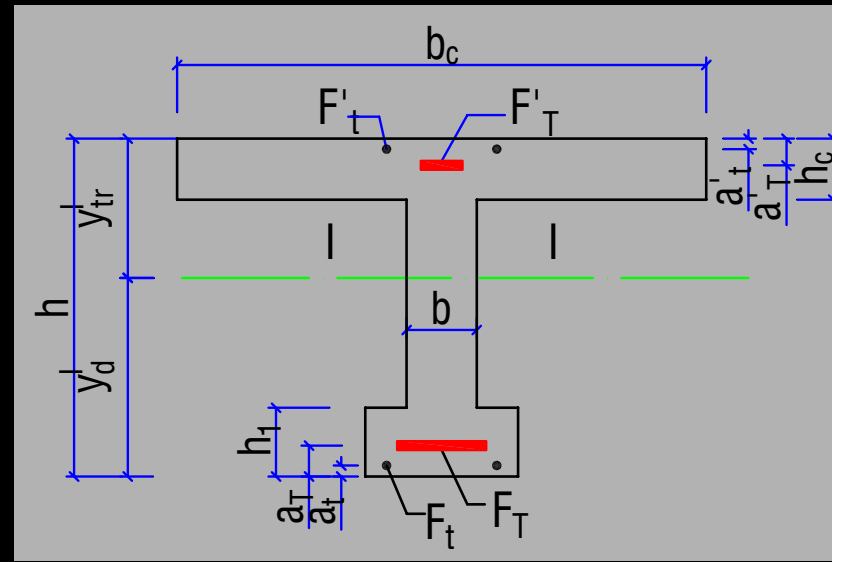


11.3.XÁC ĐỊNH ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CỦA TIẾT DIỆN DẦM

I. Tiết diện nguyên khối có CT căng trước khi đổ BT:

Tiết diện làm việc một giai đoạn

$$F_{td} = b.h + (b_c - b).h_c + (b_1 - b).h_1 + n_T(F_T + F_T') + n_t(F_t + F_t')$$



Mô men tĩnh/đáy tiết diện:

$$S = \frac{b.h^2}{2} + (b_c - b).h_c \left(h - \frac{h_c}{2} \right) + \frac{(b_1 - b).h_1^2}{2} + n_T \cdot [F_T \cdot a_T + F_T' \cdot (h - a_T')] + n_t \cdot [F_t \cdot a_t + F_t' \cdot (h - a_t')]$$

Vị trí của trục trung hòa:

$$y_d^I = \frac{S}{F_{td}} \quad \Rightarrow \quad y_t^I = h - y_d^I$$

Mô men quán tính của tiết diện tương đương:

$$\begin{aligned} J = & \frac{b.h^3}{12} + b.h.(y_d^I - \frac{h}{2})^2 + \frac{1}{12}(b_c - b).h_c^3 + (b_c - b).h_c.(y_t^I - \frac{h_c}{2})^2 \\ & + \frac{(b_1 - b).h_1^3}{12} + (b_1 - b).h_1.(y_d^I - \frac{h_1}{2})^2 \\ & + n_T.[F_T.(y_d^I - a_T)^2 + F_T'.(y_t^I - a_T')^2] \\ & + n_t.[F_t.(y_d^I - a_t)^2 + F_t'.(y_t^I - a_t')^2] \end{aligned}$$

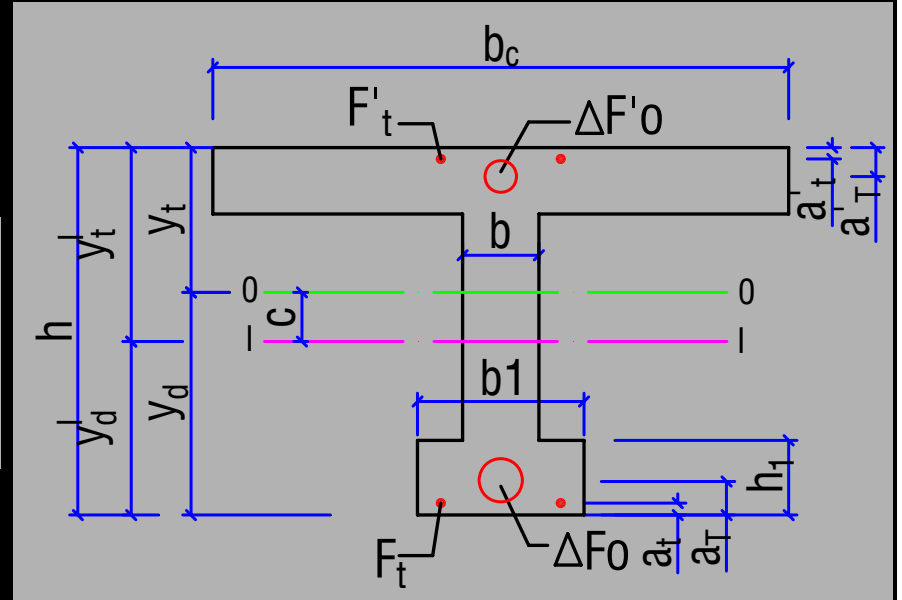
II. Tiết diện nguyên khối có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 2 giai đoạn

1. Giai đoạn I (chưa căng kéo cốt thép): TD bê tông

Diện tích TD (đã trừ lỗ):

$$F_o = b.h + (b_c - b).h_c + (b_1 - b).h_1 + n_t(F_t + F'_t) - \Delta F_o - \Delta F'_o$$



Mô men tĩnh/đáy tiết diện:

$$S = \frac{b.h^2}{2} + (b_c - b).h_c \left(h - \frac{h_c}{2} \right) + \frac{(b_1 - b).h_1^2}{2} + n_t \left[F_t.a_t + F'_t.(h - a'_t) \right] - \Delta F_o.a_T - \Delta F'_o.(h - a'_T)$$

Vị trí của trục trung hòa:

$$y_d = \frac{S}{F_o} \quad \Rightarrow \quad y_t = h - y_d^I$$

Mô men quán tính của tiết diện không kể lỗ:

$$\begin{aligned} J = & \frac{b.h^3}{12} + b.h.\left(y_d^I - \frac{h}{2}\right)^2 + \frac{1}{12}(b_c - b).h_c^3 + (b_c - b).h_c\left(y_t^I - \frac{h_c}{2}\right)^2 \\ & + \frac{(b_1 - b).h_1^3}{12} + (b_1 - b).h_c\left(y_d^I - \frac{h_1}{2}\right)^2 \\ & + n_t \cdot \left[F_t(y_d^I - a_t)^2 + F_t' \cdot (y_t^I - a_t')^2 \right] \\ & - \Delta F_o (y_d - a_T)^2 - \Delta F_o' (y_t - a_T')^2 \end{aligned}$$

2. Giai đoạn II (đã căng kéo cốt thép+bơm vữa):

TD bê tông + Cốt thép CĐC

Diện tích TD tương đương:

$$F_{td} = F_o + n_T (F_T + F'_T)$$

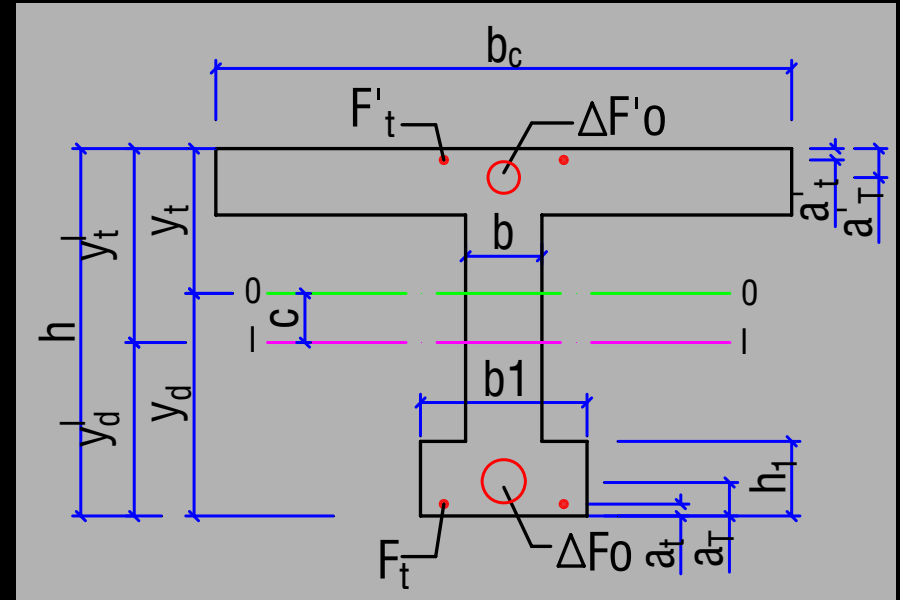
Mô men tĩnh/trục 0-0

$$S = n_T \cdot [F_T \cdot (y_d - a_T) - F'_T \cdot (y_t - a'_T)]$$

Vị trí trục I-I cách trục 0-0 :

$$c = \frac{S_{0-0}}{F_{td}} \rightarrow y_d^I = y_d - c ; y_t^I = y_t + c$$

$$J_{td} = J_o + F_o \cdot c^2 + n_T [F_T (y_d^I - a_T)^2 + F'_T (y_t^I - a'_T)^2]$$



III. Tiết diện liên hợp có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 2 giai đoạn

1. Giai đoạn I : TD làm việc

Dạng chữ I (đúc trước). Các

Trị số $F_{tđ}$, $J_{tđ}$, y_d, y_t tính như

TD nguyên khối căng trước

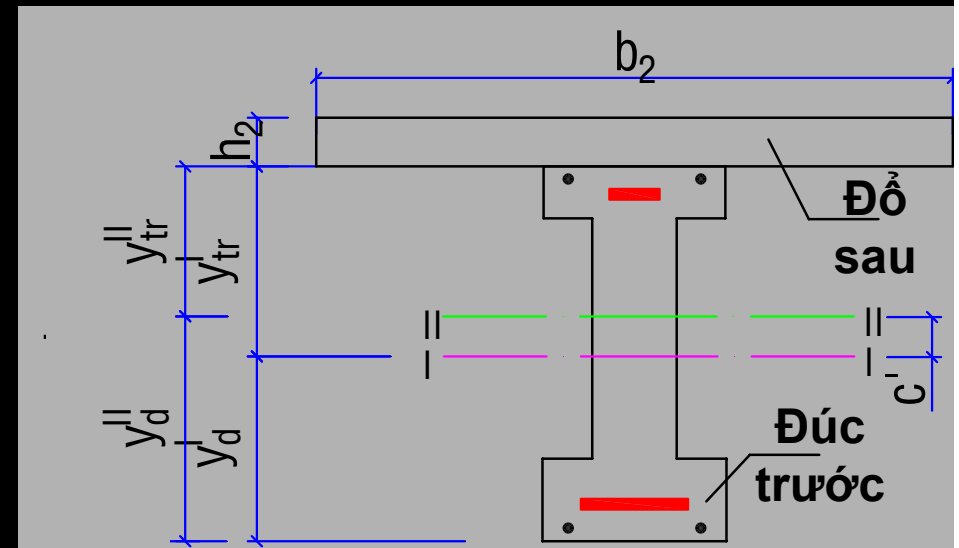
2. Giai đoạn II:

Tiết diện quy đổi:

$$F'_{tđ} = F_{tđ} + n.b_2.h_2$$

Mô men tính của phần bản/trục I-I:

$$S_{I-I} = n.b_2.h_2.(y_t^I + 0.5h_2)$$



IV. Tiết diện liên hợp có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 3 giai đoạn

1. Giai đoạn I:

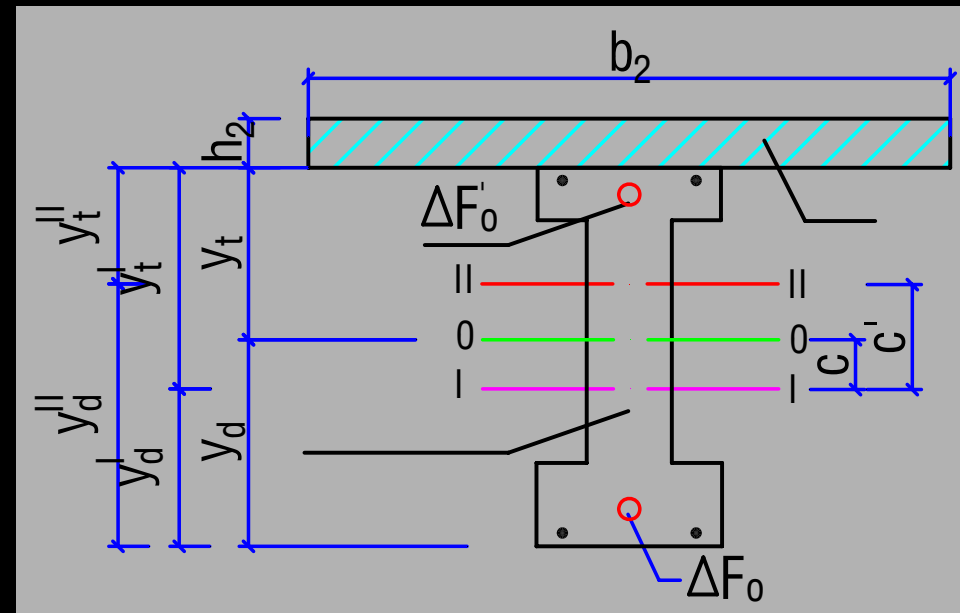
TD đã trừ lỗ, Tính toán tương tự như g/đ I của TD nguyên khối căng sau.

2. Giai đoạn II:

TD có thêm F_T, F'_T , Tính toán tương tự như g/đ II của TD nguyên khối căng sau.

2. Giai đoạn III:

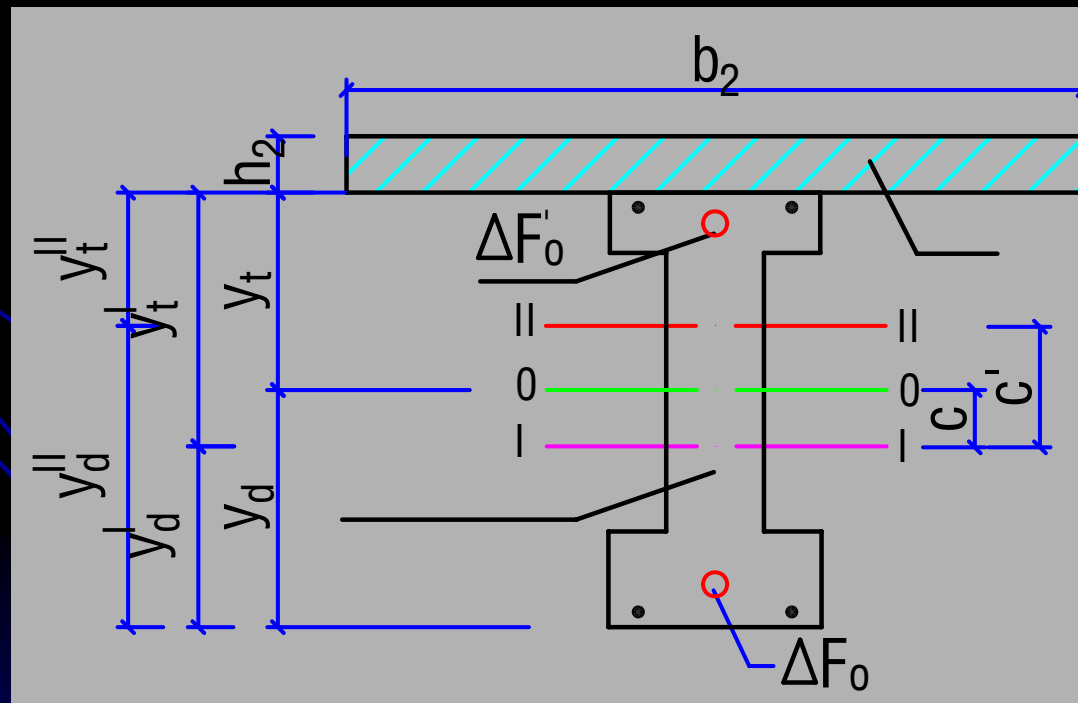
TD có thêm bản bê tông cốt thép



$$F'_{td} = F_{td} + n.b_2.h_2$$

$$c' = \frac{S_{I-T}}{F'_{td}} = \frac{n.b_2.h_2(y_t^I + 0.5h_2)}{F'_{td}} \rightarrow y_d^{II} = y_d^I + c' ; y_t^{II} = y_t^I - c'$$

$$J'_{td} = J_{td} + F_{td}.c'^2 + \frac{1}{12}n.b_2.h_2^3 + n.b_2.h_2.(y_t^{II} + 0.5h_2)^2$$



11.2.XÁC ĐỊNH SỰ HAO HỤT ỨNG SUẤT TRƯỚC TRONG CỐT THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO

Trong q/trình chế tạo cũng như khai thác ứ/s trước trong CT bị mất mát một phần do một số n/nhân sau:

+Do co ngót trong bê tông : σ_1

+Do từ biến trong bê tông : σ_2

+Do sự chùng nhão của CTCĐC: σ_3

+Do biến dạng neo & ép sít mối nối: σ_4

+Do ma sát giữa CTCĐC và thành ống: σ_5

+Do chênh lệch to giữa bệ căng & CTCĐC: σ_6

+Do bê tông bị nén đàn hồi : σ_7

Theo quy trình 22TCN18-79 sự mất mát ứng suất có thể lấy đối với từng kết cấu như sau:

Kết cấu căng trước	Kết cấu căng sau
σ_1	σ_1
σ_2	σ_2
σ_3	σ_3
σ_4	σ_4
σ_5	σ_5
σ_6	-
-	σ_7

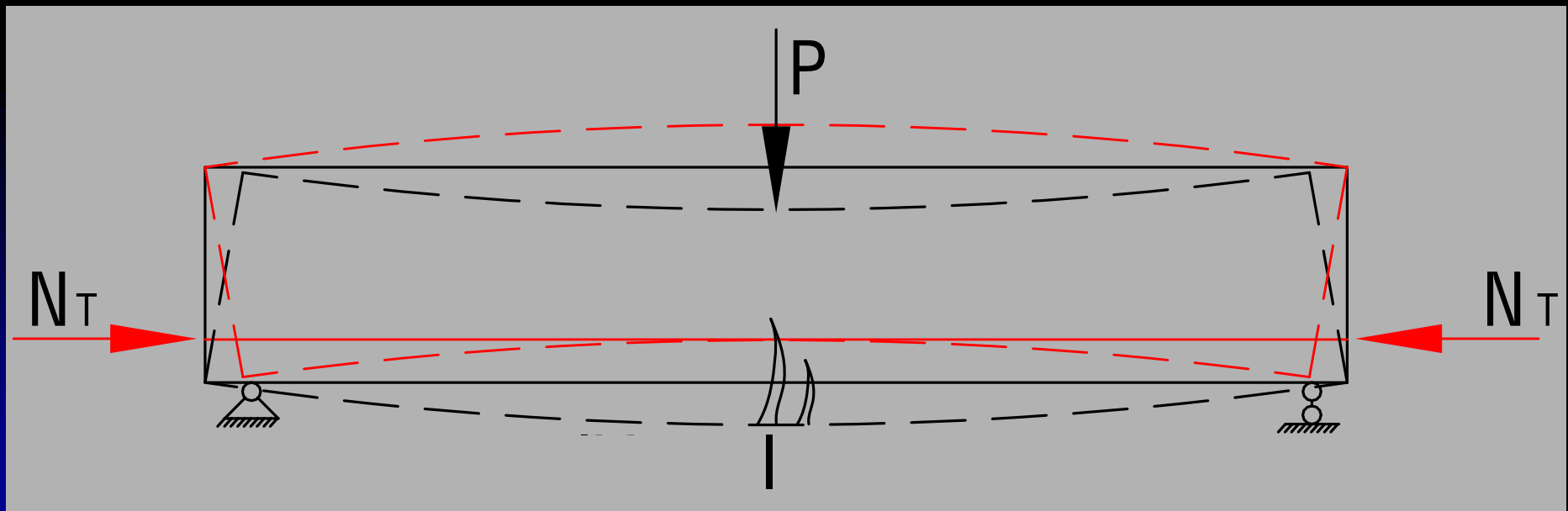
11.2.KIỂM TRA ỔN ĐỊNH CHỐNG NÚT THEO U'SP.

Ổn định chống nứt theo ứng suất pháp: gồm 4 nội dung

+ Hai nội dung trong quá trình khai thác: I & II

+ Hai nội dung trong quá trình thi công : III & VI

I.Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung I:



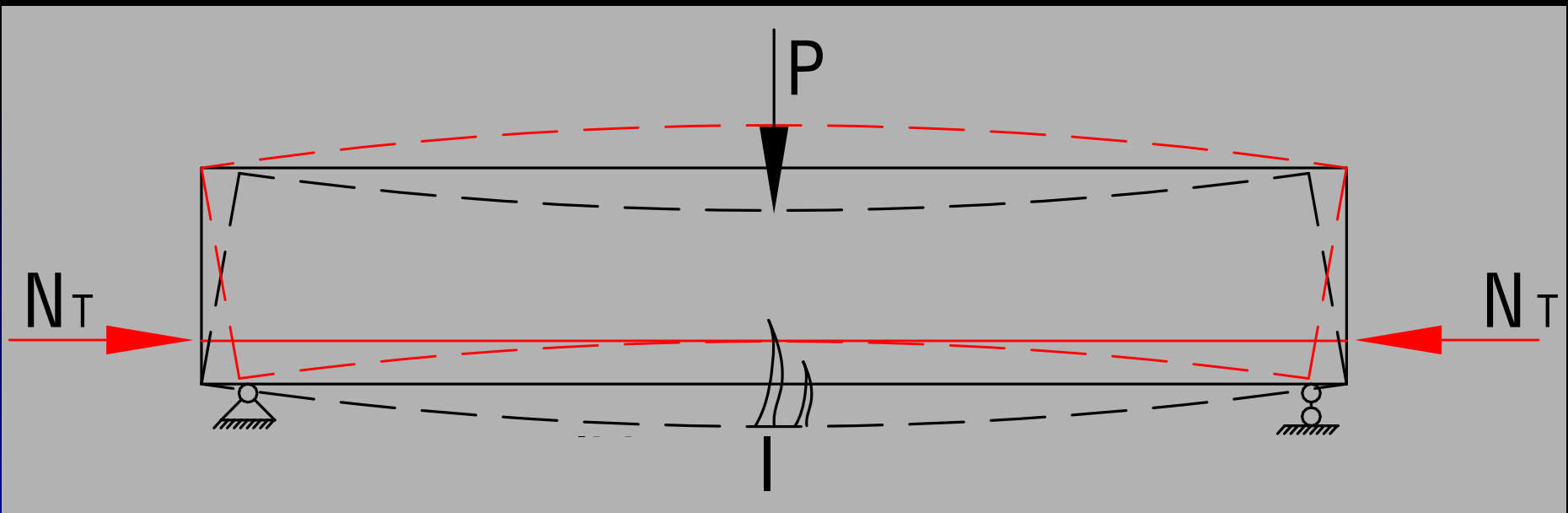
***Nội dung kiểm tra: (giai đoạn khai thác)**

U'/S tại thớ dưới không được phép xuất hiện U'/S kéo

***Yêu cầu kiểm tra:**

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M^c_{max}

+Lực căng kéo N_T min $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ max



*** công thức kiểm tra:**

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{\max}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng trước khi đổ bê tông

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c + M_1^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng sau khi đổ bê tông

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_1^c}{J_{td}} \cdot y_d^I - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J'_{td}} \cdot y_d^{II} \geq 0$$

II. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung II:

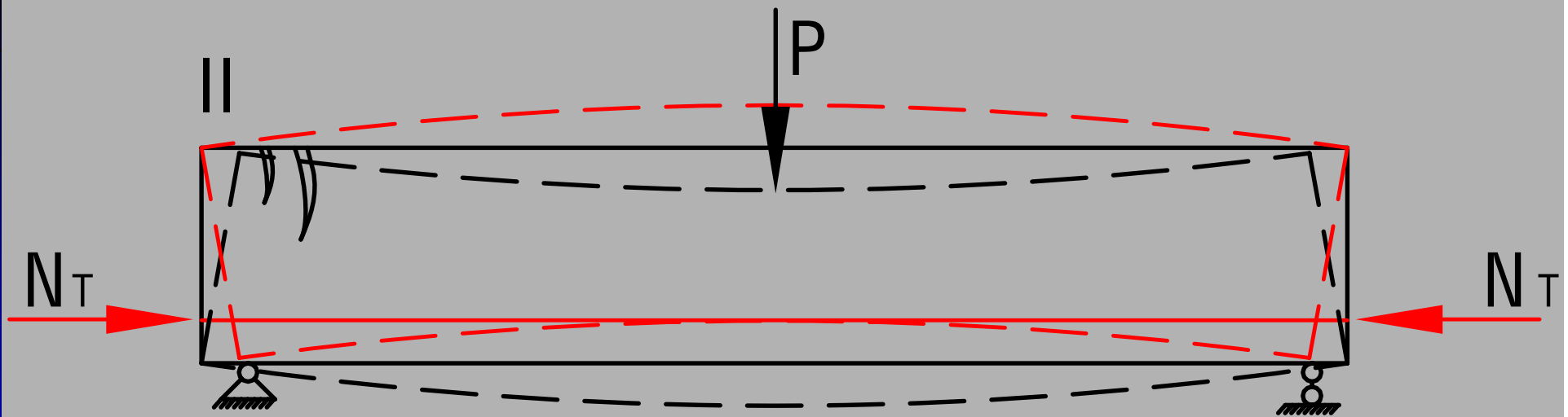
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn khai thác)

Ư/S tại thớ trên không được phép xuất hiện Ư/S kéo

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M^c_{min}

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



*** công thức kiểm tra:**

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{\min}^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng trước khi đổ bê tông

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c + M_1^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng sau khi đổ bê tông

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_1^c}{J_{td}} \cdot y_t^I + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J_{td}'} \cdot y_t^{II} \geq 0$$

III. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung III:

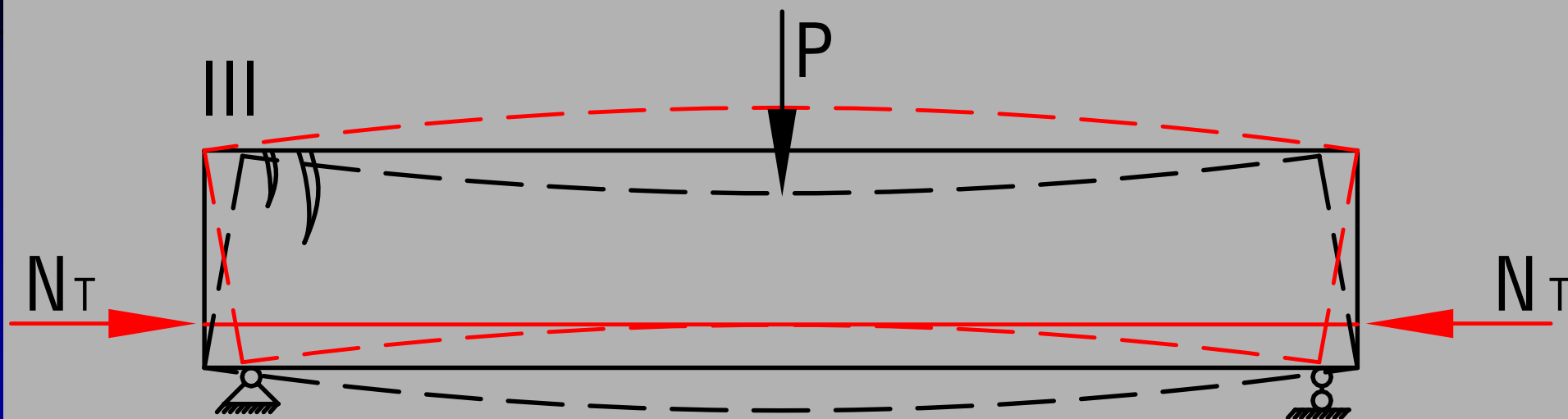
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn thi công)

Ư/S tại thớ trên không được phép xuất hiện Ư/S kéo

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M_{bt}^c

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_t \geq 0 \quad ; \quad \left(\left| \sigma_b^t \right| \leq R_{kt} \right)$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t \geq 0 \quad ; \quad \left(\left| \sigma_b^t \right| \leq R_{kt} \right)$$

IV. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung IV:

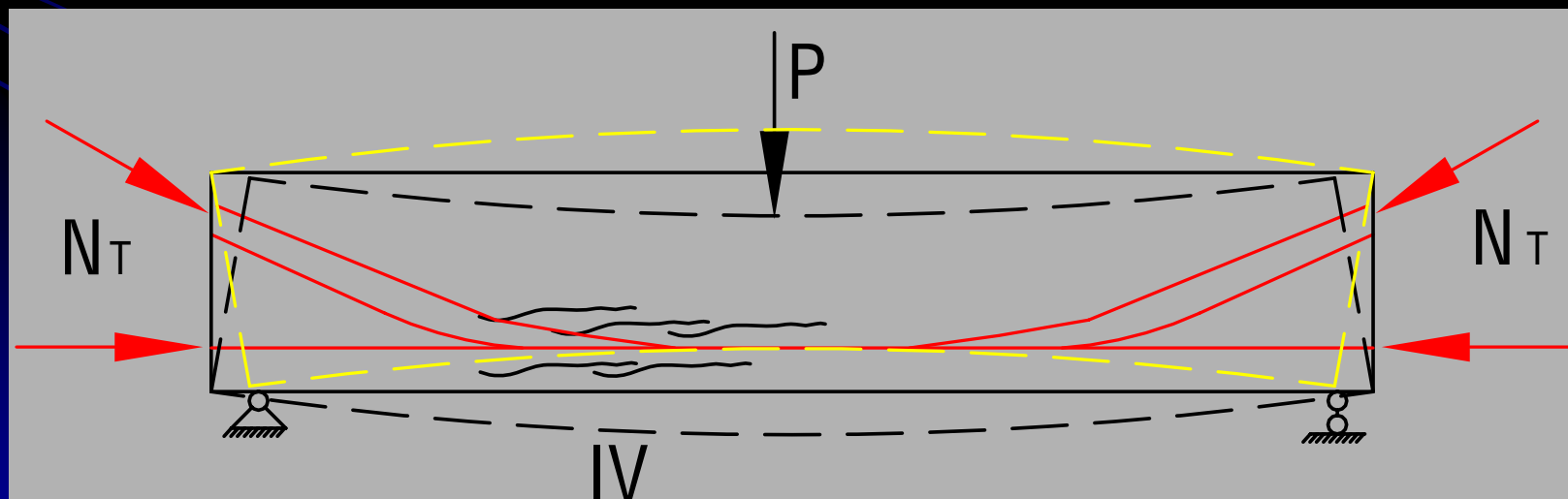
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn thi công)

Kiểm tra U'/S nén tại miền tập trung nhiều cốt thép cường độ cao \rightarrow chống nứt dọc theo cốt thép

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M_{bt}^c

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \left(\sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \right) 1.1 \leq R_N$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \left(\sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d \right) 1.1 \leq R_N$$

Trong đó:

1.1: hệ số xét đến tác dụng của co ngót trong bê tông

$$\left. \begin{aligned} R_N &= R_N^u : \text{nếu } \sigma_{\min} \leq \sigma_{\max} \\ R_N &= R_N^{Lt} : \text{nếu } \sigma_{\min} \geq 0.85\sigma_{\max} \end{aligned} \right\} (1)$$

$\sigma_{\max}; \sigma_{\min}$: ứng suất max, min tại các thớ của TD

$$\left. \begin{aligned} R_N &= R_N^u : \text{nếu } b \geq 0.6b_c \\ R_N &= R_N^u : \text{nếu } b \leq 0.2b_c \end{aligned} \right\} (2)$$

→ Từ (1) & (2) chọn giá trị R_N lớn hơn để tính toán

CHƯƠNG 12

GÓI CẦU

12.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GỐI CẦU

I.Khái niệm chung và tác dụng của gối cầu:

Gối cầu là bộ phận nối giữa kết cấu nhịp phần trên và kết cấu nhịp phần dưới (mố, trụ) với các chức năng chính của chúng như sau:

- +Truyền tải trọng từ KCN → kết cấu phần dưới.
- +Đảm bảo các chuyển vị tương đối (thẳng, xoay) giữa KCN và kết cấu phần dưới.

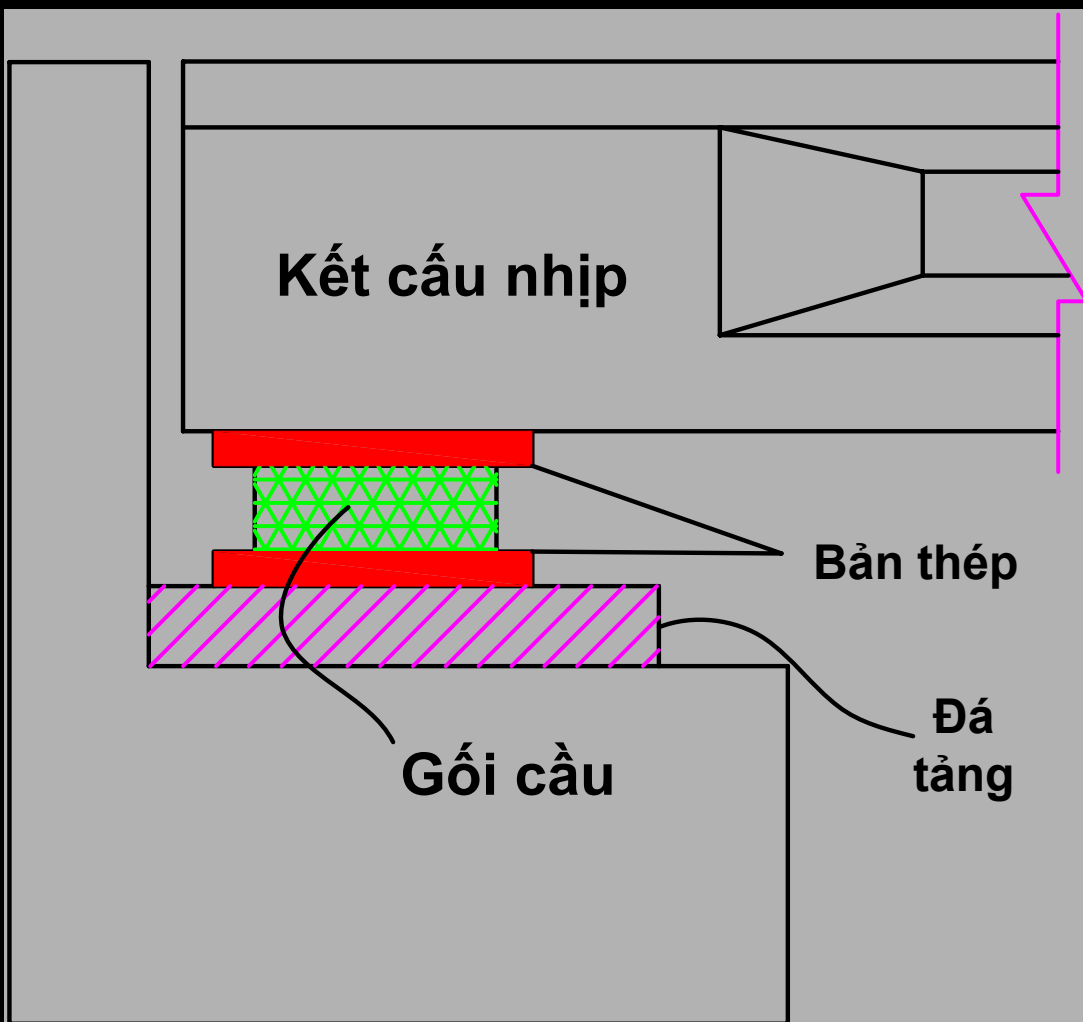
*Các lực chính tác dụng lên gối cầu bao gồm:

- +Trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp phần trên
- +Tải trọng của hoạt tải.
- +Tải trọng gió và tải trọng động đất.....

*Các chuyển vị của gối cầu gồm:

- +Chuyển vị thẳng : do từ biến,co ngót và hiệu ứng của nhiệt độ →Chuyển vị thẳng: hướng dọc và ngang cầu.
- +Chuyển vị xoay: do hoạt tải, lún không đều của nền móng....

Cấu tạo chung của Gối cầu



II. Các dạng gối cầu:

Gối cầu có thể chia thành : Cố định và di động

+Gối cố định: cho phép chuyển vị xoay

+Gối di động cho phép chuyển vị thẳng và xoay

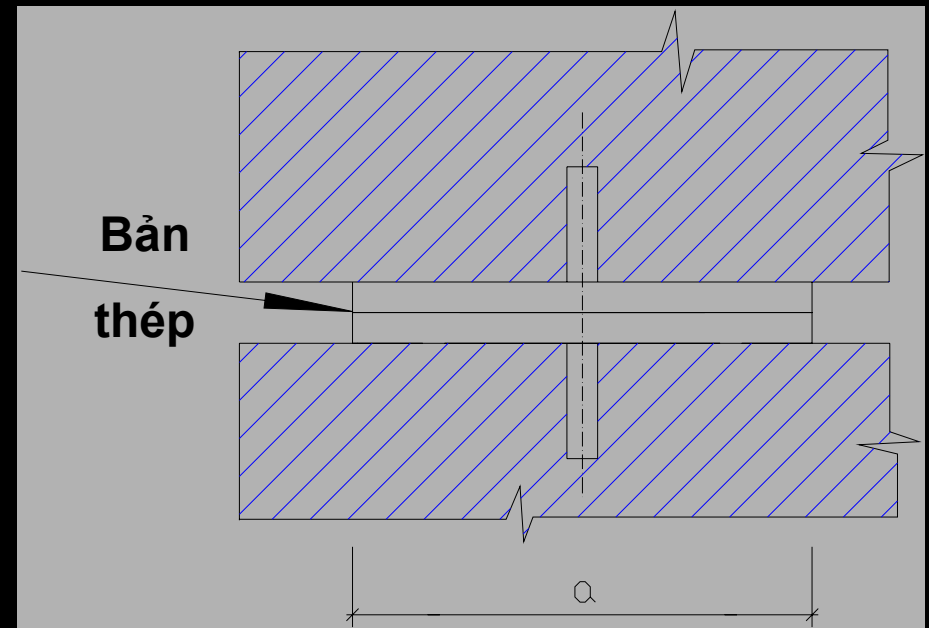
Sau đây là các loại gối thường được sử dụng.

1. Gối trượt:

Cấu tạo bằng cách cho một tấm thép trượt trên một tấm khác → chuyển vị dọc.

Để giảm ma sát giữa hai bản thép thường dùng PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene) hoặc Teflon...

Gối trượt chỉ áp dụng khi chuyển vị xoay có thể bỏ qua áp dụng cho nhịp $L < 15m$ (theo AASHTO)



2. Gối tiếp tuyến:

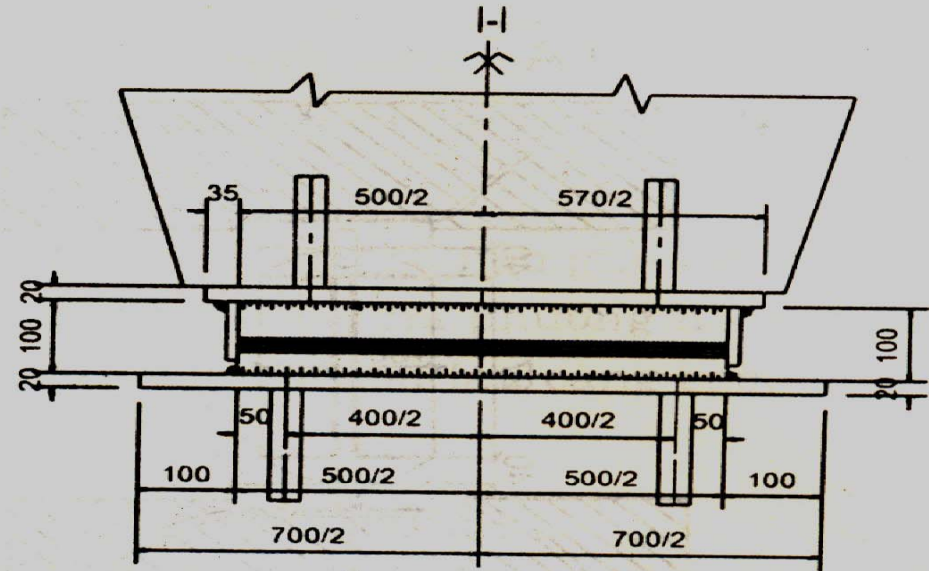
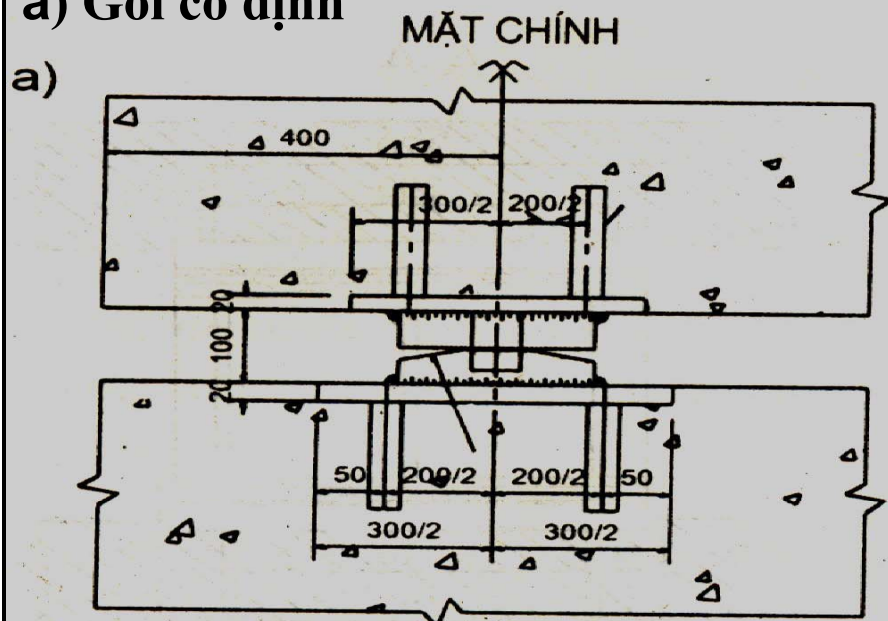
Gối tiếp tuyến bao gồm thớt trên phẳng tựa vào mặt trụ tròn của thớt dưới → thực hiện được các chuyển vị xoay, chuyển vị thẳng nhờ sự trượt của thớt trên và thớt dưới. Chúng được chế tạo từ các thép tấm dày 30-50 mm.

*Phạm vi áp dụng:

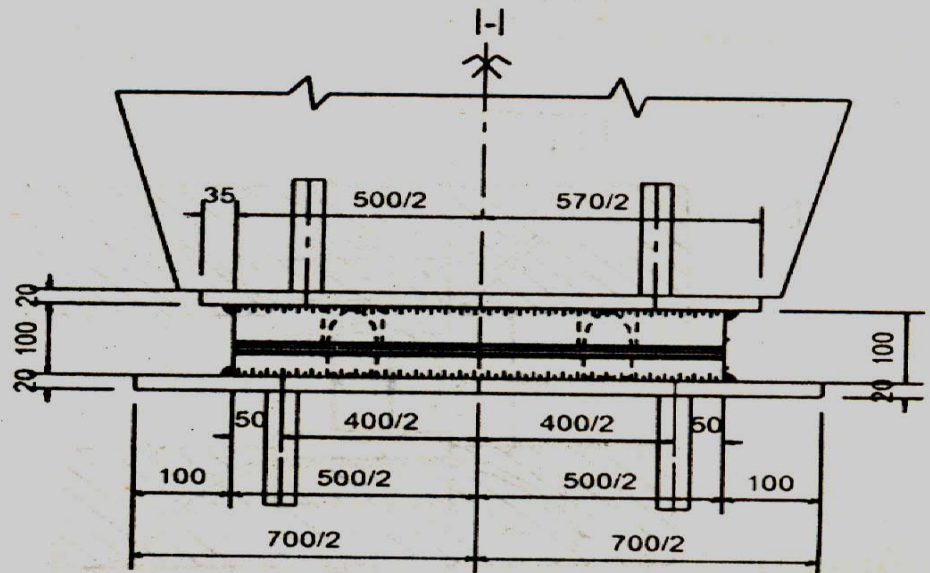
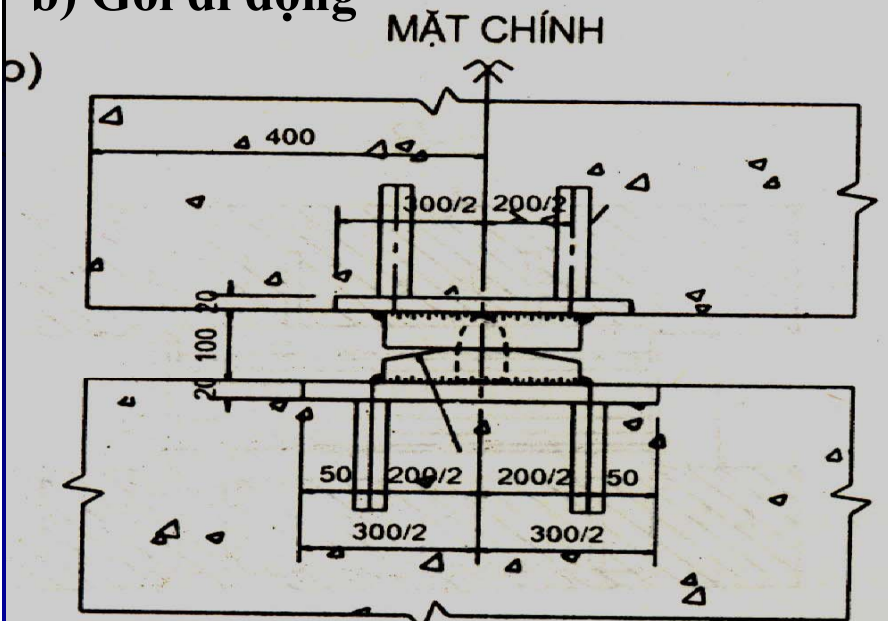
-Gối di động: kết cấu nhịp giản đơn, liên tục, công xôn... $L_{nhịp} = 8-18m$, áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối có thể đạt đến 50 tấn

-Gối cố định: chiều dài kết cấu nhịp có thể đạt đến 60m và có thể hơn, áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối có thể đạt đến 300 tấn

a) Gối cố định



b) Gối di động



3. Gối con lăn:

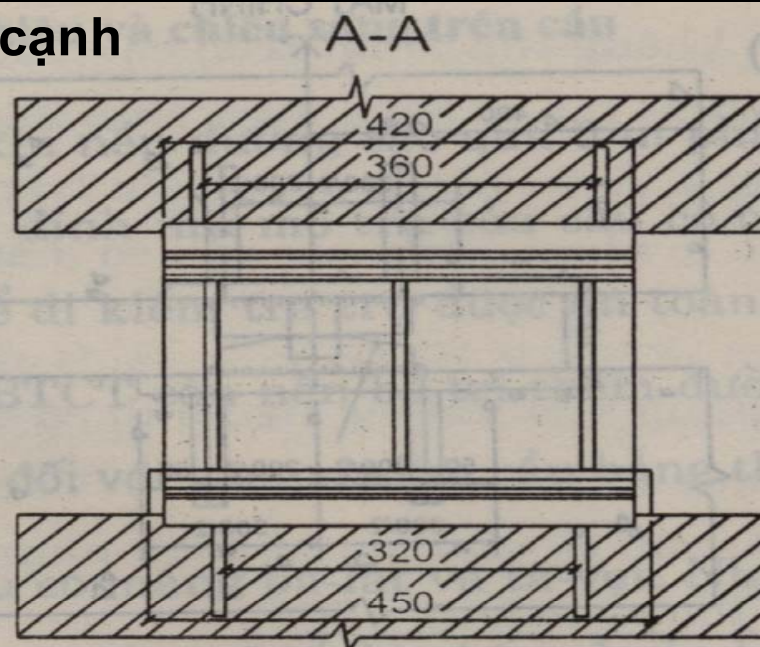
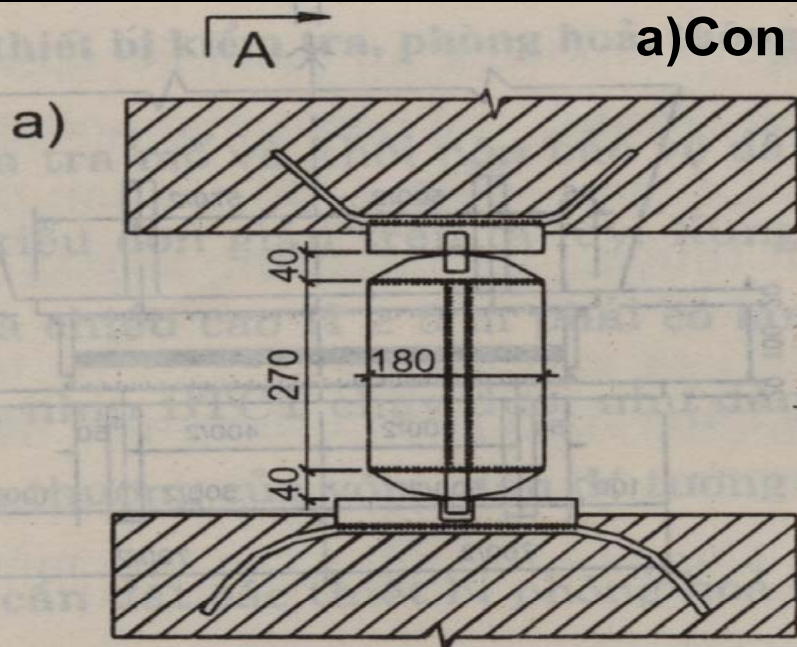
Khi chiều dài nhịp tăng lên ($L > 18\text{m}$) áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối cầu lớn gối di động kiểu tiếp tuyến không còn \rightarrow sử dụng gối con lăn. Giữa thớt trên và thớt dưới có đặt con lăn tròn hoặc vát cạnh. Số con lăn tùy theo độ lớn của áp lực thẳng đứng

*Phạm vi áp dụng:

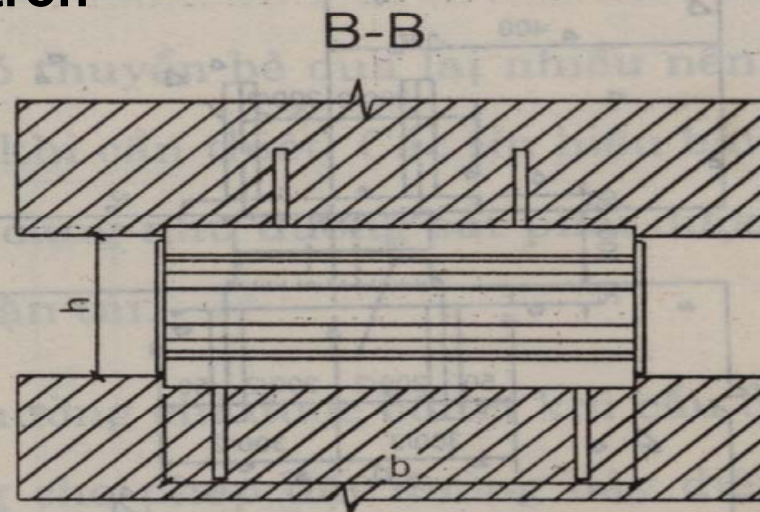
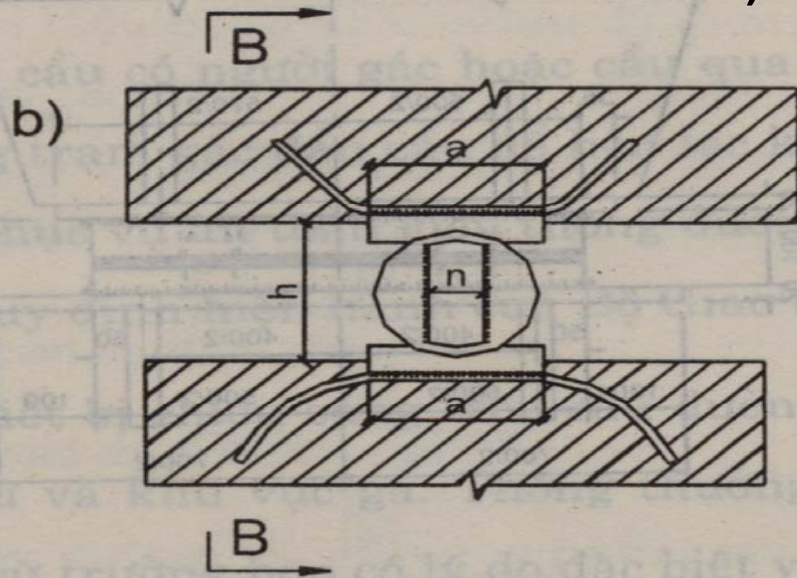
-Áp dụng với hệ thống dầm liên tục, mút thừa $L_{nhịp} = 30-70\text{m}$, tương ứng với phản lực gối $70-500$ tấn.

-Khi áp lực tăng lên có thể tăng đường kính con lăn, chiều cao con lăn, hoặc số con lăn

a) Con lăn vát cạnh



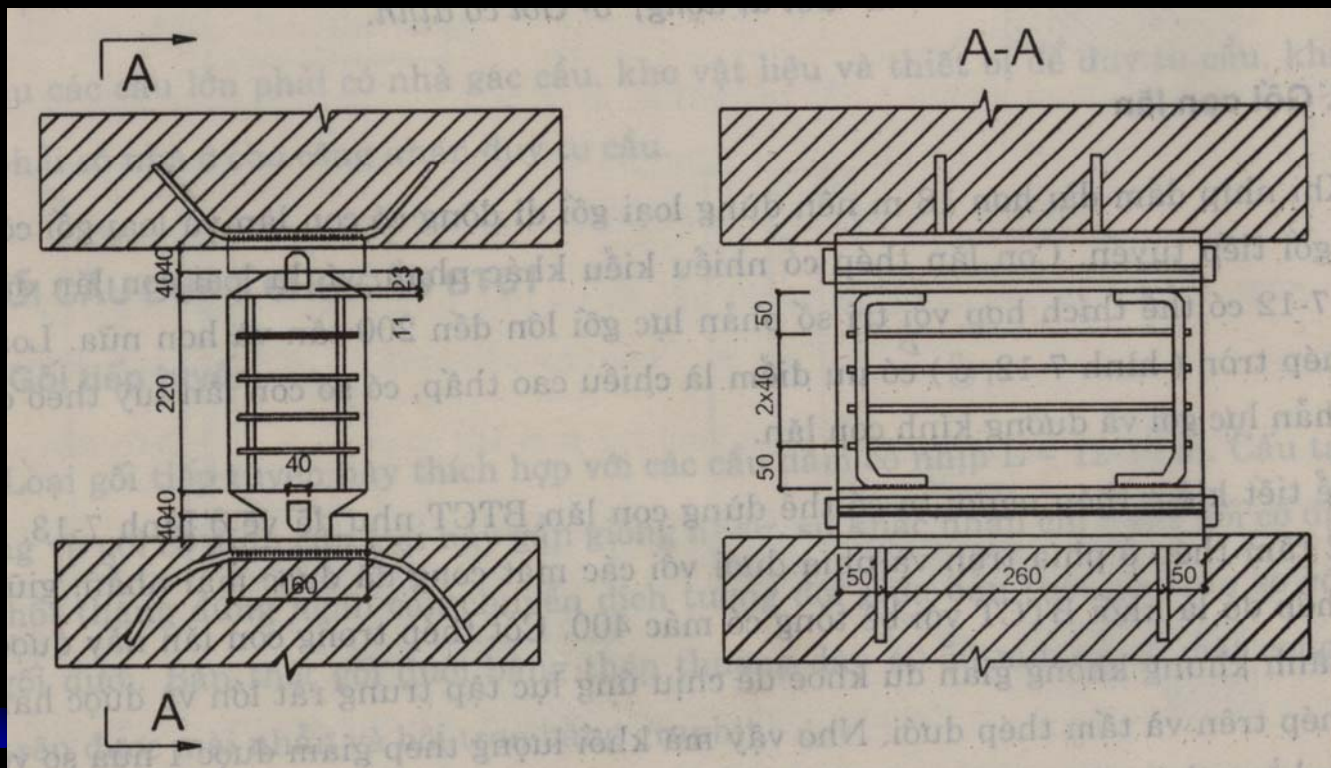
a) Con lăn tròn



Gối con lăn thép - Cầu Tràng Tiền (Huế)



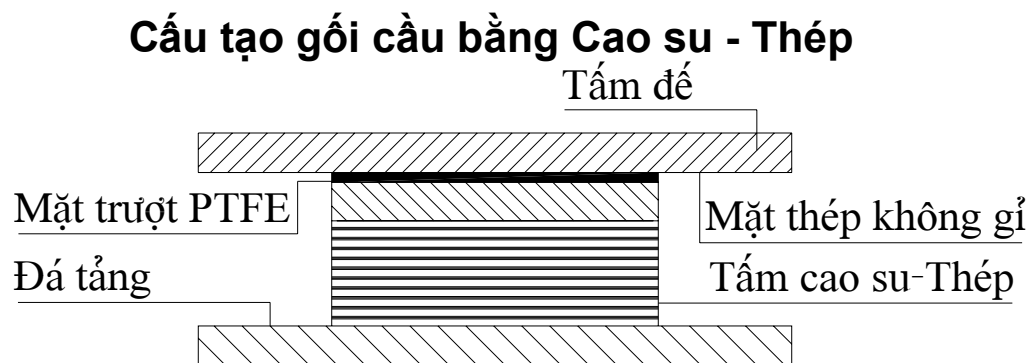
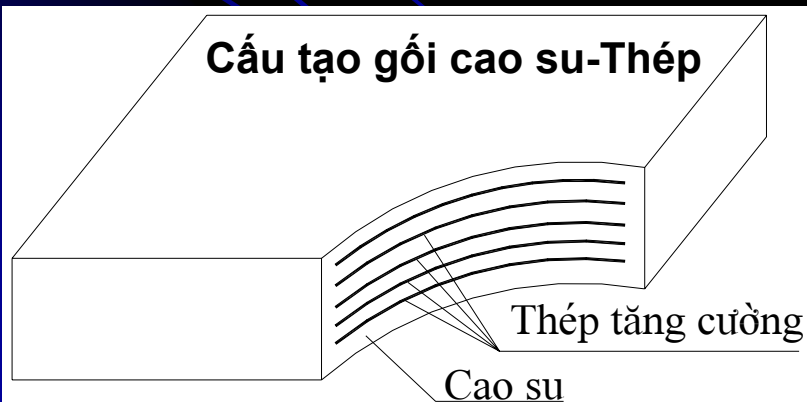
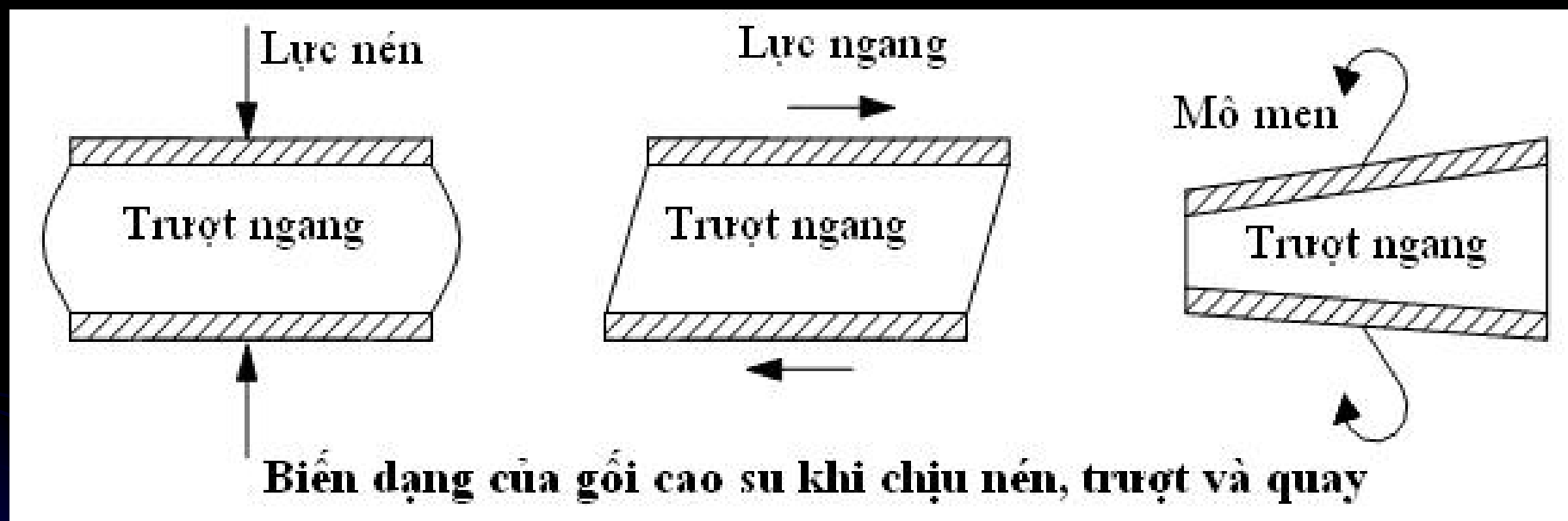
Để tiết kiệm thép con lăn có thể được làm bằng bê tông cốt thép như hình vẽ sau (Gối con lăn bê tông cốt thép):



Chiều cao của gối con lăn BTCT lớn → giảm chiều cao mô trụ cầu, sử dụng thuận lợi trong điều kiện không cung cấp gối thép đúc. Tuy vậy con lăn càng cao → dễ mất ổn định vị trí.

4. Gối cao su:

Gối cao su được chế tạo từ những vật liệu đàn hồi (cao su tự nhiên hoặc nhân tạo). Nó đảm bảo chuyển vị thẳng và chuyển vị xoay nhờ biến dạng của vật liệu đàn hồi.



+Do tính chất vật liệu đàn hồi là mềm khi trượt nhưng rất cứng khi chống lại sự thay đổi thể tích. Dưới tác dụng của tải trọng nén → gối bị nở hông. Để chịu được tải trọng lớn mà không bị biến dạng quá mức → các tấm thép được sử dụng để ngăn cản sự nở hông.

+Lực nén thẳng đứng mà các tấm cao su phải chịu sẽ giảm nhiều do ứng suất tiếp tiếp xuất hiện ở chỗ tiếp xúc giữa các tấm cao su và các tấm thép, các tấm thép sẽ chịu thêm lực kéo ngang (do nở hông). Chiều dày một tấm thép từ 0.5 – 3mm, chiều dày tấm cao su từ 5-25 mm.

+Từ định hướng này đã phát triển một vài kiểu tấm gối phẳng cao su đơn giản, có cốt sợi thủy tinh, cốt vải cotton và gối cao su thép tăng cường.

***Ưu điểm:**

- Giá thành rẻ, chi phí duy tu bảo dưỡng ít.
- Các loại gối cao su – thép nhiều lớp đều có ưu điểm có thể chấp nhận tải trọng và chuyển vị vượt quá giá trị thiết kế lớn nhất.

***Nhược điểm:**

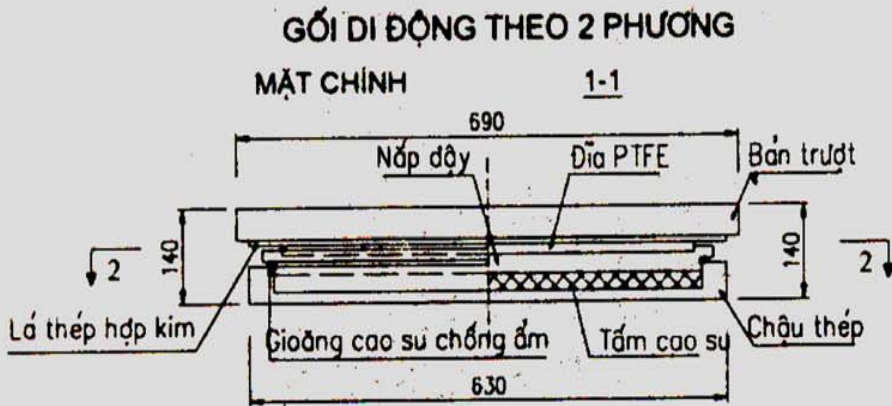
- Nếu chế tạo không đảm bảo (lưu hoá cao su không tốt, không đủ thép tăng cường, không đủ kích thước....) → nhanh chóng bị hư hỏng → gối biến dạng không đều gây ra ứng suất phụ trong kết cấu nhịp → sửa chữa phải kích dầm lên rất khó khăn và tốn kém.
- Sự tác động của môi trường có thể ảnh hưởng đến tính chất vật liệu theo thời gian

*Phạm vi áp dụng:

- Rất phổ biến . Khả năng chịu tải trọng thẳng đứng : 15-700 tấn, chuyển vị dọc lớn nhất từ 4-69 mm.
- Có thể áp dụng cho kết cấu nhịp bố trí trên độ dốc thông qua sử dụng gối cầu có mặt nghiêng với độ dốc lớn nhất 6% - 8%
- Đối với cầu cong có thể sử dụng gối cao su phía trên có hình cầu (có tính chất làm việc theo mọi hướng như nhau)
- Các cầu lớn và hiện đại thường hay áp dụng gối chịu như hình vẽ sau:

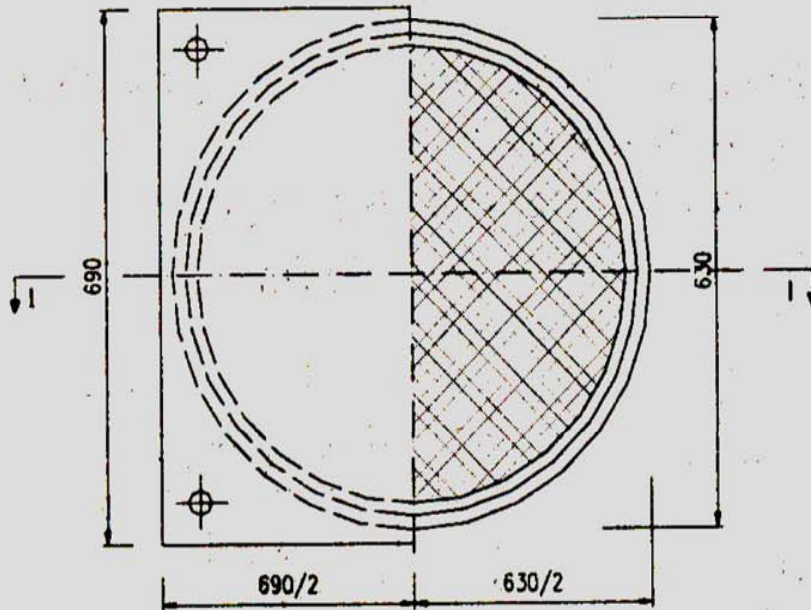
-Các cầu lớn và hiện đại thường hay áp dụng gối chấu như hình vẽ sau:

Chi tiết Gối chấu



1/2 MẶT BẰNG

1/2 MẶT CẮT 2-2



1/2 MẶT BẰNG

1/2 MẶT CẮT 4-4

