

## 4. TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ TRÊN TIẾT DIỆN THẲNG GÓC

### 4.1 Tính cấu kiện có TD chữ nhật:

Tiết diện chữ nhật là loại TD phổ biến nhất của cấu kiện chịu uốn, về mặt cấu tạo nó thường có hai loại: Trên tiết diện chỉ đặt cốt chịu kéo gọi là cốt đơn; Trên tiết diện có cốt chịu lực đặt cả trong vùng kéo lẫn vùng nén : Cốt kép. Ta sẽ lần lượt xét từng trường hợp.

#### a. Tính tiết diện chữ nhật có cốt đơn:

##### a) Sơ đồ ứng suất:

Khi nghiên cứu trạng thái US & BD trên tiết diện thẳng góc của cấu kiện chịu uốn ta biết rằng ở trường hợp phá hoại dẻo: ứng suất trong BT chịu nén và trong Cốt thép chịu kéo đều đạt tới trị số giới hạn về cường độ, nên đã tận dụng được hết khả năng chịu của vật liệu (lại xảy ra không đột ngột nguy hiểm). Vì vậy người ta xem nó là TTGH về cường độ trên TD thẳng góc của dầm.

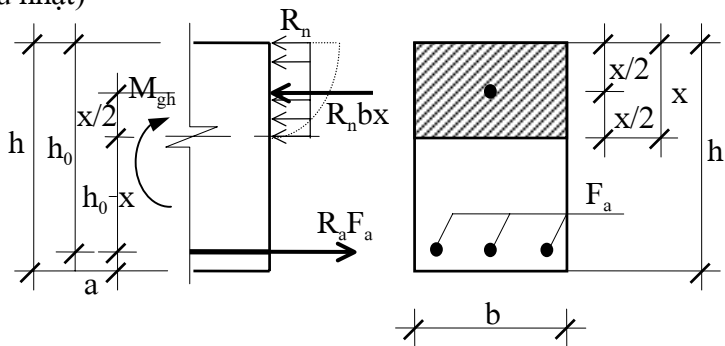
\* Sơ đồ ứng suất dùng để tính toán tiết diện ở TTGH như sau:

- Ứng suất trong vùng BT chịu nén: đạt cường độ chịu nén  $R_n$ .
- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt cường độ chịu kéo  $R_a$ .

(Sơ đồ ứng suất vùng nén phân bố dạng chữ nhật)

\* Giải thích các kí hiệu:

- $x$ : Chiều cao vùng BT chịu ép.
- $h_0$ : Chiều cao làm việc của TD dầm  $h_0 = h - a$ .
- $a$ : Khoảng cách từ trọng tâm  $F_a$  đến mép dưới TD.
- $F_a$ : Toàn bộ diện tích cốt thép chịu kéo.
- $M$ : Mômen uốn do tải trọng tính toán gây ra trên TD.



##### b) Công thức cơ bản:

Dựa vào sơ đồ ứng suất ta thiết lập các phương trình cân bằng của các ứng lực trên TD:

Phương trình hình chiếu các lực lên phương trục dầm:

$$\sum X = 0 \Rightarrow R_a F_a = R_n b x. \quad (4 - 1)$$

Tổng mô men với trục qua trọng tâm cốt thép chịu kéo và vuông góc với mp uốn của dầm:

$$\sum M_{F_a} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0,5x). \quad (4 - 2)$$

Điều kiện cường độ (đảm bảo cho TD không vượt quá TTGH thứ I) là:

$$M \leq M_{gh} \Rightarrow M \leq R_n b x (h_0 - 0,5x). \quad (4 - 3)$$

Kết hợp (4-1)&(4-3):  $M \leq R_a F_a [h_0 - 0,5x]. \quad (4 - 3a)$

Để tiện sử dụng (nhất là khi tính toán bằng tay), ta tiến hành một số phép biến đổi:

Đặt  $\alpha = x/h_0$ , Các công thức trên viết lại như sau:

$$\text{Từ (4-1)} \Rightarrow R_a F_a = \alpha R_n b h_0. \quad (4 - 4)$$

$$\text{Từ (4-3)} \Rightarrow M_{gh} = R_n b h_0^2 \cdot \alpha (1 - 0,5\alpha).$$

$$\text{Từ (4-3a)} \Rightarrow M_{gh} = R_a F_a h_0 (1 - 0,5\alpha).$$

Đặt  $A = \alpha (1 - 0,5\alpha)$ ,  $\gamma = (1 - 0,5\alpha)$ , ta có:

$$M \leq A R_n b h_0^2. \quad (4 - 5)$$

$$M \leq \gamma R_a F_a h_0. \quad (4 - 6)$$

##### c) Điều kiện hạn chế:

Để không xảy ra phá hoại dòn thì cốt thép  $F_a$  không được quá nhiều, theo (4-1) tương ứng là hạn chế chiều cao vùng nén  $x$ . Kết quả thực nghiệm cho thấy trường hợp phá hoại dẻo xảy ra khi chiều cao vùng BT chịu nén không vượt quá giới hạn sau:  $x \leq \alpha_0 h_0. \quad (4 - 7)$

Hay  $A \leq A_0 = \alpha_0 (1 - 0,5\alpha_0).$

Với  $\alpha_0$  phụ thuộc vào mác BT và loại cốt thép (t2 bảng)

Thí dụ: Với cốt thép có  $R_a \leq 3000 \text{ kg/cm}^2$ , BT M 200 :  $\alpha_0=0,62$ .  
 - BT M 250 ÷ 300 :  $\alpha_0=0,58$ .

$$\text{Từ } R_a F_a = R_n b x \Rightarrow F_a = \frac{R_n \cdot b \cdot x}{R_a} \leq \frac{\alpha_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0}{R_a} = F_{a \max}$$

Gọi  $\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0}$  là hàm lượng cốt thép thì hàm lượng cực đại:  $\mu_{\max} = \frac{F_{a \max}}{b \cdot h_0} = \alpha_0 \frac{R_n}{R_a}$

Mặt khác nếu cốt thép ít quá cũng bị phá hoại dòn khi BT vùng kéo nứt mà lượng cốt thép không đủ để chịu toàn bộ ứng lực từ BT vùng kéo truyền sang, vậy:

$$\mu_{\min} \leq \mu \leq \mu_{\max}. \text{ Với } \mu_{\min}=0,05\%.$$

**d) Các bài toán áp dụng:**

**Bài toán 1:** Biết kích thước TD b, h, mômen M, Mác BT, loại cốt thép ( $R_n, R_a$ ). Tính cốt thép  $F_a$  ?

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, \alpha_0, A_0$ .
- Tính  $h_0 = h - a$ .

Vì chưa có  $F_a$  nên phải giả thuyết trước a : a = 15-20 với bản, a = 30-60 với dầm.

- Từ phương trình (4 - 5) xác định A:  $A = \frac{M}{R_n b h_0^2}$  (4 - 8)

- Kiểm tra A theo điều kiện hạn chế:

Nếu  $A \leq A_0$  (thỏa mãn ĐK hạn chế) tra bảng có  $\gamma$

Tính  $F_a$ :  $F_a = \frac{M}{\gamma \cdot R_n h_0}$  (4 - 9)

Kiểm tra hàm lượng thép:  $\mu = F_a / (b \cdot h_0) \geq \mu_{\min}$ . Phù hợp khi  $\mu = 0,3 \div 0,6\%$  đối với bản.  
 $\mu = 0,6 \div 1,2\%$  đối với dầm.

Có  $F_a$  chọn thép và bố trí trên tiết diện. Chú ý kiểm tra lại  $h_0$  thực tế so với  $h_0$  chọn ban đầu ( $h_{\text{chọn}} = h - a_{\text{chọn}}$ ): Yêu cầu  $h_0$  cấu tạo  $\geq h_0$  chọn (thiên về an toàn).

Nếu  $A > A_0$  thì hoặc tăng kích thước TD .

tăng Mác BT.

đặt cốt thép vào vùng nén (Đặt cốt kép).

**Bài toán 2:** Biết M, Mác BT, loại cốt thép. Yêu cầu chọn b, h, và tính cốt thép  $F_a$  ?

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, \alpha_0, A_0$ .

Áp dụng các công thức (4 - 4) & (4 - 5) bài toán với 2 phương trình chứa 4 ẩn: b, h,  $\alpha$  và  $F_a$ . Để giải cần chọn trước 2 ẩn, tiện nhất là chọn trước b &  $\alpha$ :

Chọn trước b theo kinh nghiệm, theo yêu cầu cấu tạo, theo kiến trúc..

Chọn  $\alpha$  :  $\alpha = 0,3 \div 0,4$  đối với dầm.

$$\alpha = 0,1 \div 0,25 \text{ đối với bản.}$$

( $\alpha$  được chọn sao cho lượng thép tính được phù hợp với kích thước TD)

Từ  $\alpha$  chọn tra bảng được A. Chiều cao làm việc của TD  $h_0$  :

$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{A}} \cdot \sqrt{\frac{M}{R_n b}} \quad (4 - 9)$$

Chiều cao TD:  $h = h_0 + a$  ( $a$  chọn như BT1) ( $h$  nên chọn tròn số và tỉ số  $h/b = 2 \div 4$  là hợp lý. Nếu không thỏa mãn phải chọn lại  $b$  và tính lại như ban đầu).

**Sau khi có bxh hợp lý thì việc tính  $F_a$  tiến hành giống như bài toán 1.**

**Bài toán 3:** Biết  $b, h, F_a$ , Mác BT, loại cốt thép. Tính khả năng chịu lực của tiết diện  $M_{td}$ .

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, \alpha_0, A_0$ .
- Căn cứ vào cách bố trí cốt thép xác định được  $a$  rồi tính  $h_0 = h - a$ .

Bài toán với 2 phương trình chứa 2 ẩn  $\alpha, M_{td}$  nên bài toán hoàn toàn xác định.

$$\text{Từ (4 - 4)} \rightarrow \alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0}$$

Nếu  $\alpha \leq \alpha_0$ : tra bảng có  $A$ , thế vào (4 - 5)  $\Rightarrow M_{td} = A \cdot R_n \cdot b \cdot h_0^2$ .

Nếu  $\alpha > \alpha_0$  chứng tỏ  $F_a$  quá nhiều, BT vùng nén bị phá hoại trước nên khả năng chịu lực được tính theo khả năng của vùng nén, tức chọn  $\alpha = \alpha_0$  hay  $A = A_0 \Rightarrow M_{td} = A_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0^2$ .

### b. Tính tiết diện chữ nhật có cốt kép:

#### a) Điều kiện đặt cốt kép:

Khi tính cốt đơn có điều kiện  $h/cA = \frac{M}{R_n b h_0^2} \leq A_0$ .

Nếu  $A = \frac{M}{R_n b h_0^2} > A_0$  thì:   
 - Tăng kích thước TD.   
 - Hoặc tăng Mác BT.   
 - Hoặc **đặt cốt kép**.

Nhưng việc đặt cốt kép không phải lúc nào cũng là kinh tế. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ nên đặt cốt kép khi  $A \leq 0,5$  nếu  $A > 0,5$  thì nên tăng kích TD.

Vì vậy điều kiện để tính cốt kép là  $A_0 < A = \frac{M}{R_n b h_0^2} \leq 0,5$ .

#### b) Sơ đồ ứng suất:

Đến TTGH ứng suất trong:

- Cốt thép chịu kéo  $F_a$  đạt  $R_a$
- Cốt thép chịu nén  $F_a'$  đạt  $R_a'$
- Bê tông vùng nén đạt  $R_n$ .

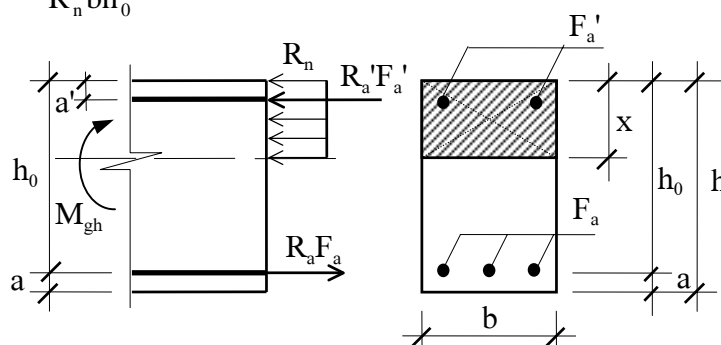
Trong đó:

- $F_a'$ : Tổng diện tích cốt thép chịu nén.
- $R_a'$ : Cường độ chịu nén của cốt thép  $F_a'$ .
- $a'$ : Khoảng cách từ trọng tâm  $F_a'$  đến mép trên chịu nén của TD.

(Cường độ chịu nén tính toán  $R_a'$  của cốt thép được xác định có kể đến sự làm việc chung về nén giữa BT & cốt thép: Khi BT bị nén hỏng có biến dạng  $\epsilon_{ch}$  ( $\epsilon_{ch} \approx 2 \cdot 10^{-3}$ ) nên biến dạng của  $F_a'$  cũng không thể vượt quá giá trị này, vậy ứng suất nén trong  $F_a'$  không thể vượt quá trị số  $\epsilon_{ch} \cdot E_a \approx 3600 \div 4000 \text{ KG/cm}^2$ . Qui định lấy  $R_a' = R_a$  nếu  $R_a \leq 3600 \text{ KG/cm}^2$ .

$$R_a' = 3600 \text{ KG/cm}^2 \text{ nếu } R_a > 3600 \text{ KG/cm}^2$$

#### c) Công thức cơ bản:



Phương trình hình chiếu các lực lên phương trục dầm:

$$\Sigma.X=0 \Rightarrow R_a F_a = R_n b x + R_a' F_a' \quad (4 - 11)$$

Tổng mô men với trục qua trọng tâm cốt thép  $F_a$  và vuông góc với mp uốn của dầm:

$$\Sigma.M_{F_a}=0 \Rightarrow M_{gh} = R_n b x.(h_0 - 0,5x) + R_a' F_a' (h_0 - a') \quad (4 - 12)$$

Điều kiện cường độ (đảm bảo cho TD không vượt quá TTGH thứ I) là:

$$M \leq M_{gh} \Rightarrow M \leq R_n b x.(h_0 - 0,5x) + R_a' F_a' (h_0 - a') \quad (4 - 13)$$

Cũng dùng một số ký hiệu như trường hợp cốt đơn:

Đặt  $\alpha = x/h_0$ ,  $A = \alpha.(1 - 0,5\alpha)$ , Các công thức trên viết lại như sau:

$$\text{Từ (4-11)} \Rightarrow R_a F_a = \alpha.R_n b h_0 + R_a' F_a' \quad (4 - 14)$$

$$\text{Từ (4-13)} \Rightarrow M \leq A.R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a') \quad (4 - 15)$$

(Ta có các công thức tương tự trường hợp đặt cốt đơn, chỉ có thêm thành phần lực  $R_a' F_a'$ ).

**d) Điều kiện hạn chế:**

Để cấu kiện không bị phá hoại dòn từ phía BT chịu nén phải thỏa mãn điều kiện:

$$x \leq \alpha_0 h_0 \text{ hay } A \leq A_0 \quad (4 - 16)$$

Để ứng suất nén trong  $F_a'$  đạt đến  $R_a'$  phải thỏa mãn điều kiện:

$$x \geq 2a' \quad (4 - 17)$$

(Ứng suất nén trong  $F_a'$  đạt đến  $R_a'$  khi  $F_a'$  có biến dạng tương đối lớn. Nếu  $F_a'$  quá gần trục TH thì khi BT bị nén hỏng ứng suất trong  $F_a'$  vẫn còn  $< R_a'$ ).

*Các công thức cơ bản chỉ áp dụng tính toán TD khi các DK hạn chế được thỏa mãn.*

**e) Các bài toán áp dụng:**

**Bài toán 1:** Biết M, b, h, Mác BT, loại cốt thép. Tính  $F_a, F_a'$ ?

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, R_a', \alpha_0, A_0$ .
- Xác định  $h_0 = h - a$  (a và a' được chọn trước như trường hợp cốt đơn).
- Kiểm tra điều kiện cần thiết tính cốt kép :  $A_0 \leq A = \frac{M}{R_n b h_0^2} \leq 0.5 \quad (4 - 18)$

Hai phương trình (4 - 14), (4 - 15) chứa 3 ẩn số  $\alpha, F_a, F_a'$  nên phải loại bớt ẩn số bằng cách chọn trước  $\alpha = \alpha_0$  tức  $A = A_0$ . (Bằng cách này ta lợi dụng hết khả năng chịu nén của BT nên cốt thép  $F_a, F_a'$  tính ra có  $(F_a + F_a')$  bé nhất).

$$\text{Thay } A = A_0 \text{ vào (4-15) tìm được: } F_a' = \frac{M - A_0 R_n b h_0^2}{R_a' (h_0 - a')} \quad (4 - 19)$$

$$\text{Thế } F_a' \text{ vào (4-14) được: } F_a = \frac{\alpha_0 R_n b h_0}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a} F_a' \quad (4 - 20)$$

*Không quên kiểm tra lại a, a' đã giả thuyết!*

**Bài toán 2:** Biết M, b, h, Mác BT, loại cốt thép và  $F_a'$ . Tính  $F_a$ ?

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, R_a', \alpha_0, A_0$ .
- Xác định  $h_0 = h - a$  (a được chọn trước như trường hợp cốt đơn).
- Bài toán xác định vì có hai phương trình chứa 2 ẩn số.

$$\text{Từ (4-15) tính A: } A = \frac{M - R_a' F_a' (h_0 - a')}{R_n b h_0^2} \quad (4 - 21)$$

- Kiểm tra A theo điều kiện hạn chế:

Nếu  $A \leq A_0$ : tra bảng  $\alpha \rightarrow x = \alpha \cdot h_0$ .

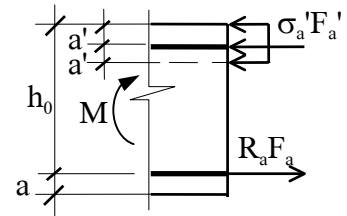
$$\text{Nếu } x \geq 2a': F_a = \frac{\alpha \cdot R_n \cdot b h_0}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a} F_a' \quad (4 - 22)$$

Nếu  $x < 2a'$ :  $F_a'$  quá gần trục TH, ứng suất trong cốt thép chịu nén  $F_a'$  chỉ đạt  $\sigma_a' < R_a'$ . Để đơn giản và thiên về an toàn xem hợp lực của vùng nén trùng với trọng tâm  $F_a'$  (lấy  $x = 2a'$ ).

Sơ đồ ứng suất lúc đó có dạng:

$$\sum M_{F_a'} = 0: M = R_a F_a (h_0 - a'). \quad (4 - 23)$$

$$\Rightarrow F_a = \frac{M}{R_a (h_0 - a')} \quad (4 - 24)$$



- Nếu  $A > A_0$  chứng tỏ cốt thép  $F_a'$  đã cho là chưa đủ để TD khỏi bị phá hoại dòn nên ta xem  $F_a'$  và chưa biết và tính theo bài toán 1 (Tính  $F_a, F_a'$ ).

**Bài toán 3:** Biết b, h, Mác BT, loại cốt thép,  $F_a, F_a'$ . Kiểm tra khả năng chịu lực của TD  $M_{td} = ?$

Giải:

- Căn cứ mác BT và nhóm cốt thép: (tra bảng)  $R_n, R_a, R_a', \alpha_0, A_0$ .

Bài toán với 2 phương trình chứa 2 ẩn số nên hoàn toàn xác định.

$$\text{Từ (4 - 14)} \rightarrow \alpha = \frac{R_a F_a - R_a' F_a'}{R_n b h_0} \quad (4 - 25)$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế:

- Nếu  $\frac{2a'}{h_0} \leq \alpha \leq \alpha_0$ . Từ  $\alpha$  tra bảng A  $\rightarrow M_{td} = A \cdot R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a')$ . (4 - 26)

- Nếu  $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$  (tức  $x < 2a'$ ) thì lấy  $x = 2a'$  để tính:  $M_{td} = R_a F_a (h_0 - a')$ .

(Hoặc là không kể đến cốt chịu nén  $F_a'$  vì ứng suất trong đó bé và tính như cốt đơn rồi so sánh 2 kết quả tính, lấy  $M_{td}$  nào lớn hơn làm khả năng chịu lực của tiết diện).

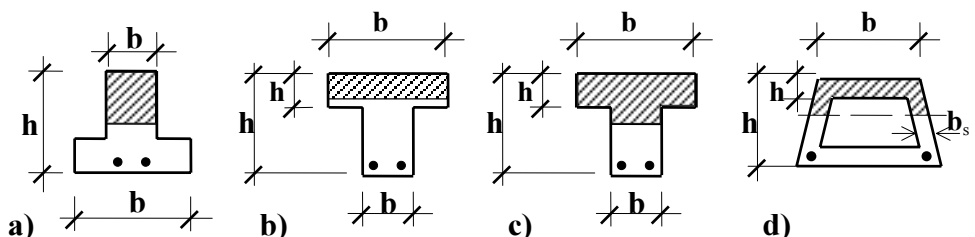
- Nếu  $\alpha > \alpha_0$  tức  $A > A_0$  chứng tỏ cốt thép chịu kéo quá nhiều, lấy  $\alpha = \alpha_0$  tức  $A = A_0$ :

$$M_{td} = A_0 \cdot R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a'). \quad (4 - 27)$$

**Thí dụ tính toán:** Xem sách.

## 4.2 Tính toán cấu kiện có TD chữ T:

a. **Đặc điểm của TD chữ T:**



Tiết diện chữ T gồm cánh và sườn. Nếu cánh chữ T nằm trong vùng nén c) sẽ tăng thêm diện tích BT vùng nén nên tiết kiệm vật liệu hơn TD chữ nhật, khi tiết diện chữ T có cánh nằm trong

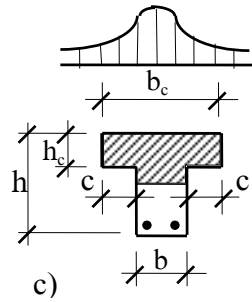
vùng kéo a), lúc đó cánh không góp phần vào khả năng chịu lực của TD nên được tính như TD chữ nhật  $b \cdot h$ .

Trong thực tế bề rộng cánh  $b_c$  tùy thuộc vào cấu tạo kết cấu, có thể lớn hoặc bé, nhưng trong tính toán thì bề rộng đó không thể vượt qua một giới hạn nhất định.

Cánh sẽ đỡ chịu lực được là nhờ có ứng suất cắt truyền lực ép từ sườn ra cánh, cho nên cách sườn một quãng nào đó thì ứng suất sẽ khá bé.

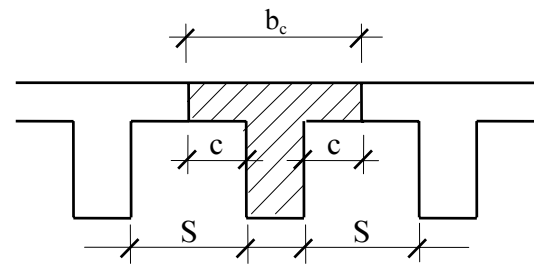
Do vậy bề rộng cánh dùng trong tính toán được xác định theo độ vươn  $C$  (phần cánh cùng chịu lực với sườn) quy định lấy như sau:

Trong mọi trường hợp  $C \leq 1/6 l$  ( $l$ : nhịp tính toán của dầm)



Đối với dầm độc lập:

$$\begin{aligned} \text{Khi } h_c \geq 0,1h : & \quad C \leq 6 h_c \\ 0,05h \leq h_c \leq 0,1h : & \quad C \leq 3h_c \\ h_c < 0,05h : & \quad C = 0. \end{aligned}$$



Đối với dầm sàn toàn khối:

$$\left. \begin{aligned} \text{Khi } h_c \geq 0,1h : & \quad C \leq 9 h_c \\ h_c \leq 0,1h : & \quad C \leq 6 h_c \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{Khi không có sườn ngang hoặc} \\ & \text{sườn ngang thưa hơn sườn dọc} \end{aligned}$$

Khi có các sườn ngang không thưa lắm :  $C \leq 12 h_c$

Và tất nhiên  $C \leq 1/2 S$  ( $S$  là khoảng cách giữa các mép sườn)

Tiết diện chữ T có thể đặt cốt đơn hoặc cốt kép. Nhưng TD chữ T đặt cốt kép (theo tính toán) ít khi dùng vì không kinh tế (rất ít gặp TD chữ T cần đặt cốt kép do đã có vùng chịu nén lớn).

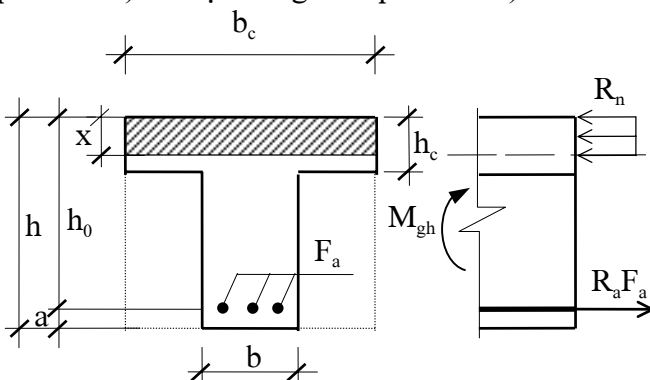
Chiều cao tiết diện dầm có thể chọn sơ bộ theo công thức gần đúng:

$$\begin{aligned} h &= (15 \div 20) \cdot \sqrt[3]{M} \quad \text{Với } h = \text{cm}, M = \text{Tm.} \\ b &= (0,4 \div 0,5) \cdot h \end{aligned}$$

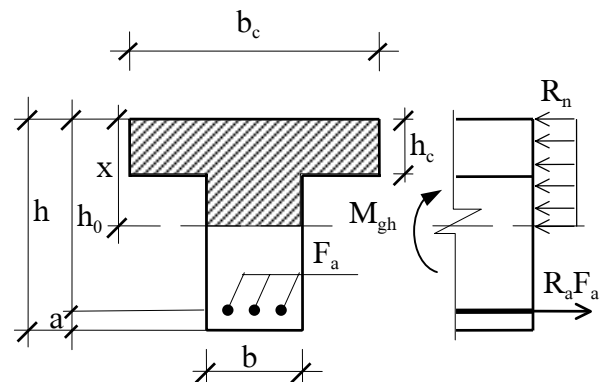
### b. Tính toán tiết diện chữ T: (Đặt cốt đơn).

a) Sơ đồ ứng suất:

Khi tính TD chữ T có cánh nằm trong vùng nén cần phân biệt hai trường hợp: trục trung hòa qua cánh a) và trục trung hòa qua sườn b).



a) Trục trung hòa qua cánh



b) Trục trung hòa qua sườn

- Nếu trục TH qua cánh thì TD chữ T được tính như TD chữ nhật  $b_c \cdot xh$ , vì đến trạng thái giới hạn diện tích vùng BT chịu kéo không ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của TD mà chỉ có BT chịu nén.

- Nếu trục TH qua sườn thì tính toán theo TD chữ T. Đến TTGH xem khả năng chịu lực của vật liệu được tận dụng hết :  $F_a \rightarrow R_a$ , BT vùng nén  $\rightarrow R_n$ .

Để phân biệt trục TH qua cánh hay sườn, ta xác định Mô men uốn trên TD khi trục TH đi qua mép giữa cánh và sườn:

$$\sum M_{F_a} = 0 \Rightarrow M_c = R_n \cdot b_c \cdot h_c \cdot (h_0 - 0,5h_c). \quad (4 - 28)$$

Nếu  $M_c \geq M$  thì trục TH qua cánh, tính toán theo TD chữ nhật  $b_c x h_c$  như mục IV.1.

Nếu  $M_c < M$  thì trục TH qua sườn, tính toán theo TD chữ T, sẽ xét dưới đây .

**b) Công thức cơ bản:**

$$\sum X = 0 \Rightarrow R_a F_a = R_n b x + R_n (b_c - b) h_c. \quad (4 - 29)$$

$$\sum M_{F_a} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0,5x) + R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c). \quad (4 - 30)$$

Điều kiện cường độ:  $M \leq M_{gh}$

$$\text{Hay } M \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) + R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c). \quad (4 - 31)$$

Đặt  $\alpha$ , A tương tự như TD chữ nhật, ta có:

$$R_a F_a = \alpha \cdot R_n b \cdot h_0 + R_n (b_c - b) h_c \quad (4 - 32)$$

$$M \leq A \cdot R_n b \cdot h_0^2 + R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c) \quad (4 - 33)$$

**c) Điều kiện hạn chế:**

Điều kiện hạn chế vùng nén để TD không bị phá hoại dòn:

$$\alpha \leq \alpha_0 \text{ hoặc } A \leq A_0.$$

**d) Tính toán tiết diện:**

\* **Bài toán tính cốt thép:** Biết  $b, b_c, h_c, h, M$ . Mác BT, loại cốt thép. Tính  $F_a$  ?

Giải:

$$\text{Từ (4-33), tính A: } A = \frac{M - R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c)}{R_n b h_0^2} \quad (4 - 34)$$

Vì là cốt đơn nên  $A \leq A_0$  tra bảng được  $\alpha$

$$\text{Từ (4-32), tính } F_a : F_a = \frac{\alpha \cdot R_n b h_0 + R_n (b_c - b) h_c}{R_a} \quad (4 - 35)$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép của TD chỉ tính cho phần sườn, tức  $\mu = [F_a / (b \cdot h_0)] \cdot 100$  phải đảm bảo theo yêu cầu đối với TD chữ nhật đã biết.

Nếu  $A > A_0$ : thì phải đặt cốt kép.

\* **Bài toán kiểm tra cường độ tiết diện:**

Biết  $b, b_c, h, h_c, M$ . Mác BT, loại cốt thép,  $F_a$ . Tính  $M_{td}$  ?

Giải:

$$\text{Từ (4-32) xác định } \alpha : \alpha = \frac{R_a F_a - R_n (b_c - b) h_c}{R_n b h_0}. \quad (4 - 36)$$

Nếu  $\alpha \leq \alpha_0$  tra bảng có A và tính  $M_{td}$  theo (4 - 33):

$$M_{td} = A \cdot R_n b \cdot h_0^2 + R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c) \quad (4 - 37)$$

Nếu  $\alpha > \alpha_0$  thì lấy  $\alpha = \alpha_0$  tức  $A = A_0$ , để tính  $M_{td}$  theo (4 - 33):

$$M_{td} = A_0 \cdot R_n b \cdot h_0^2 + R_n (b_c - b) h_c (h_0 - 0,5h_c) \quad (4 - 38)$$

**Thí dụ tính toán: Xem sách.**

## 5.