

CẤU KIỆN CHỊU UỐN.

Cấu kiện chịu uốn là cấu kiện chịu M hay đồng thời M & Q.



Cấu kiện chịu uốn là loại cấu kiện cơ bản rất quan trọng được sử dụng rộng rãi và thường gặp nhất như dầm, sàn, cầu thang, ...

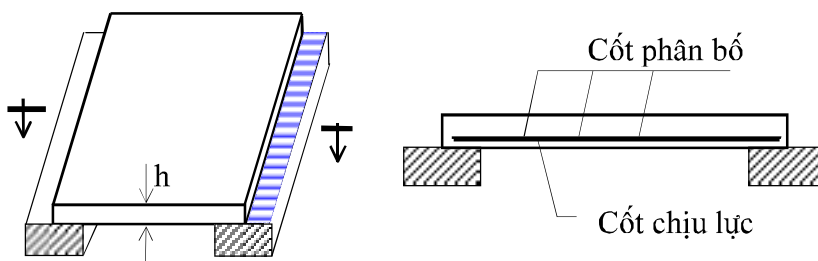
Có thể quy về hai loại cơ bản: bản và dầm.

1. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO:

1.1 Bản:

1. **Định nghĩa:** Bản là loại kết cấu phẳng có chiều dày khá bé so với chiều dài và chiều rộng. ($h=3\div30$ cm, thường từ $6\div10$ cm).

Bản có thể 1 nhịp hay nhiều nhịp, toàn khối hay lắp ghép.



Trong kết cấu nhà cửa bản có kích thước mặt bằng thường bằng $2\div4$ m.

Chiều dày bản chọn theo yêu cầu chịu lực và độ cứng (biến dạng, võng, góc xoay..).

2. **Cốt thép trong bản gồm có cốt chịu lực và cốt phân bố (A_b, A_{II}).**

a. Cốt thép chịu lực:

Nằm trong mặt phẳng tác dụng của M (đặt dọc theo nhịp), bố trí trong vùng kéo.

Chọn và bố trí theo tính toán.

Dùng thép A_I hoặc A_{II} , $d=5\div12$ mm, khoảng cách giữa các cốt thép $a=7\div20$ cm. (Nếu khoảng cách cốt thép quá lớn thì phần BT giữa 2 cốt thép không chịu ảnh hưởng của cốt thép ...). Tại gối cốt mũ chịu M^+ thì $a \geq 100$ để tiện đổ BT; Tại nơi có $M >$ thì:

$$a \leq 200 \text{ khi chiều dày bản } h \leq 150,$$

$$a \leq 1.5h \text{ khi chiều dày bản } h > 150,$$

Tại nơi có $M <$ thì tối thiểu phải có 3 thanh/1m dài bản.

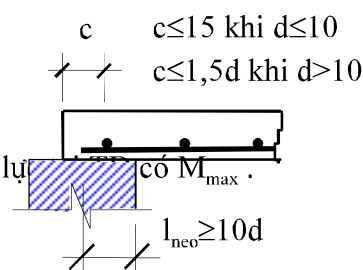
b. Cốt thép phân bố (cấu tạo):

Đặt vuông góc cốt chịu lực (Nằm bên trong cốt thép chịu lực) để tạo thành lưới.

Có $d=4\div8$; $a=20\div30$ cm (a không quá 350) đặt theo cấu tạo.

Tác dụng: giữ vị trí cốt chịu lực khi thi công, chịu ứng lực do co ngót, thay đổi nhiệt độ, phân phối ảnh hưởng của lực tập trung ra các cốt lân cận.

Diện tích cốt phân bố / 1M bề dài bản $\geq 10\%$ diện tích cốt chịu lực

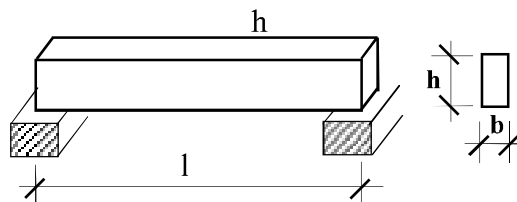


Ở đoạn gối tựa bản phải có đủ chiều dài để kéo cốt chịu lực một đoạn neo $l_{neo} > 5d$ sâu vào gối (Thường lấy $l_{neo} = 10d$; d là đường kính cốt chịu lực). Trong phạm vi gối phải có cốt phân bố. Số hiệu BT thường 150 ÷ 200[#] đôi khi 300[#].

1.2 Dầm:

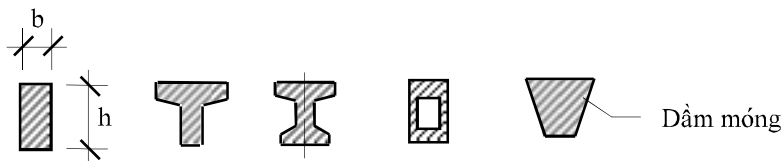
1. Định nghĩa:

Dầm là loại kết cấu có chiều ngang và chiều cao khá bé so với chiều dài.



2. Hình dáng tiết diện dầm:

Tiết diện dầm thường có dạng chữ nhật, I, T, hộp, khuyên, ...



3. Kích thước tiết diện dầm:

$$\text{Chiều cao } h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20} \right) \text{ nhịp} \quad \begin{cases} - \text{Bội số của } 50 \rightarrow h \leq 600. \\ - \text{Bội số của } 100 \rightarrow h > 600. \end{cases}$$

$$\text{Chiều rộng } b = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \right) h \quad \begin{cases} - 100, 120, 150, 180, 200, \dots \\ - \text{Bội số của } 50 \rightarrow b > 250. \end{cases}$$

(Để tiện qui cách hóa ván khuôn và tiêu chuẩn hóa kích thước của dầm).

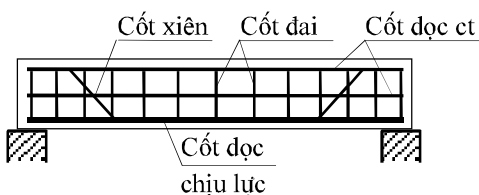
4. Cốt thép:

Cốt thép trong dầm thường dùng A_I, A_{II}, A_{III} có đường kính từ $\phi 10 \div \phi 32$ bao gồm cốt dọc chịu lực, cốt đai, cốt xiên, cốt dọc cấu tạo.

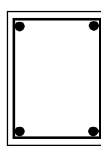
a. Cốt dọc chịu lực:

Chịu M. Đặt dọc theo nhịp dầm ở vùng BT chịu kéo hay nén. Đường kính $d = 10-32$

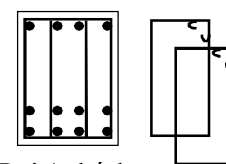
Xác định theo tính toán, có thể bố trí 1, 2 hay nhiều lớp (khi $b \geq 150$ phải có ít nhất 2 thanh)



Đai 2 nhánh



Đai 4 nhánh



b. Cốt đai:

Dùng để chịu lực cắt, liên kết cốt dọc thành khung, gắn vùng BT chịu kéo và vùng BT chịu nén với nhau để chịu mô men.

Tính toán theo lực cắt.

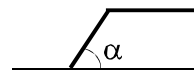
Đường kính cốt đai thường dùng: $\phi \geq 6\text{mm}$ đối với $h < 800$; $\phi \geq 8\text{mm}$ đối với $h \geq 800$.

c. Cốt xiên:

Dùng để chịu lực cắt Q hoặc có lúc chỉ để đưa cốt dọc lên chịu $M^{(+)}$ ở trên.

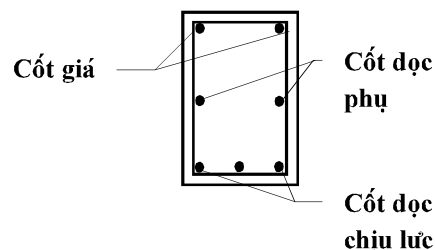
Thường là cốt dọc uốn lên với góc nghiêng α :

- 45° khi $h \leq 800$.
- 60° khi $h > 800$.
- 30° khi dầm thấp và bản.



d. Cốt dọc cấu tạo:

Khi dầm có chiều cao lớn $h > 700$ thì trên khoảng cách giữa phải đặt **cốt thép phụ** cách nhau 40 - 50 cm. $\phi = 10 \div 14$. Có tác dụng giữ ổn định cốt đai, chịu ứng lực co ngót và nhiệt độ.



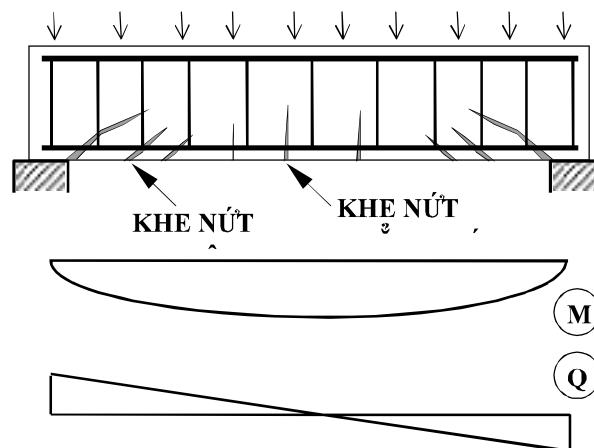
Cốt giá: là cốt dọc đặt trong vùng BT chịu nén để giữ vị trí cốt đai (tạo thành khung). Đặt theo cấu tạo, đường kính ϕ $10 \div \phi 14$.

(Các yêu cầu cấu tạo sẽ trình bày chi tiết trong các mục sau). Để làm cốt chịu lực trong cấu kiện chịu uốn người ta còn dùng thép hình (Cốt cứng) và khung cốt hàn không gian.

2. SỰ LÀM VIỆC CỦA DẦM

Quan sát một dầm BTCT chịu tải cho đến lúc bị phá hoại, ta thấy sự làm việc của dầm diễn biến như sau:

Ban đầu khi tải trọng chưa lớn dầm vẫn còn nguyên vẹn. Tải trọng tăng lên đến một mức nào đó trong dầm xuất hiện các vết nứt. Tại khu vực giữa dầm nơi có $M >$ có vết nứt thẳng góc với trục dầm; Tại khu vực gần gối tựa nơi có $Q >$ thì vết nứt nghiêng. Khi tải trọng khá lớn thì dầm bị phá hoại: hoặc theo tiết diện có vết nứt thẳng góc hoặc theo tiết diện có vết nứt nghiêng.



Như vậy việc tính toán và cấu tạo các cấu kiện chịu uốn theo điều kiện cường độ nhằm:

- Không bị phá hoại trên TD thẳng góc: Tính toán theo cường độ trên TD vuông góc.
- Không bị phá hoại trên TD nghiêng: Tính toán theo cường độ trên TD nghiêng.

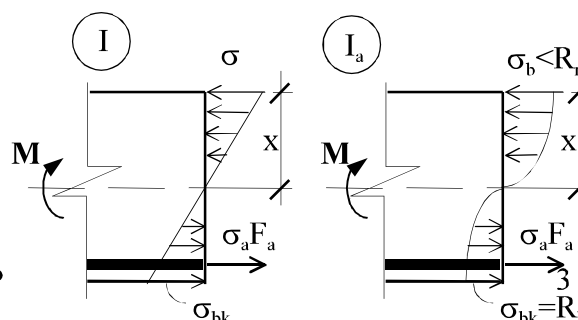
(Mặt khác trong suốt quá trình đặt tải thì độ võng của dầm cứ tăng dần lên và khe nứt ngày càng mở rộng. Để đảm bảo sự làm việc bình thường cho kết cấu còn phải tính kiểm tra độ võng, nứt)

3. TRẠNG THÁI US - BD TRÊN TIẾT DIỆN THẲNG GÓC:

Quan sát quá trình thí nghiệm uốn một dầm BTCT từ lúc đặt tải đến lúc phá hoại. Diễn biến của US - BD trên TD thẳng góc có thể phân thành 3 giai đoạn sau:

3.1 Giai đoạn I:

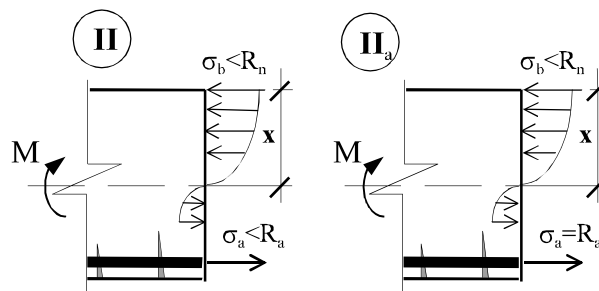
Khi tải trọng còn nhỏ (M), vật liệu làm việc đàn hồi, US & BD trên tiết diện tuân theo định luật Hook. Tải trọng tiếp tục $\uparrow \rightarrow$ biến dạng dẻo trong



BT phát triển (nhất là vùng kéo). Sơ đồ ứng suất trong BT cong đi. Đến khi ứng suất trong miền BT chịu kéo đạt đến R_k ($\sigma_{bk}=R_k$) thì BT vùng kéo sắp sửa nứt TTUS-BD của TD ở vào giai đoạn I_a.

3.2 Giai đoạn II:

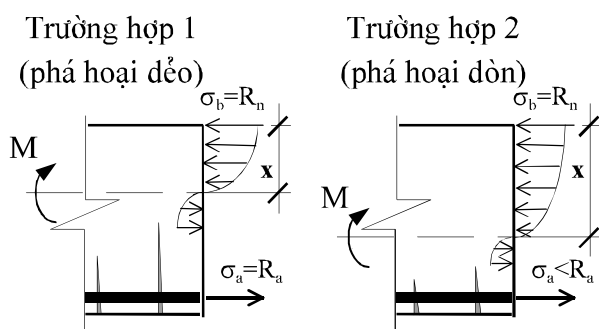
Tải trọng ↑ → BT chịu kéo nứt. Tải trọng tiếp tục ↑ → vết nứt mở rộng, tại khe nứt BT vùng kéo không chịu lực nữa mà toàn bộ lực kéo do cốt thép chịu (trên khe nứt còn 1 phần BT chịu kéo nhưng rất nhỏ). Miền BT chịu nén có biến dạng dẻo khá lớn → sơ đồ ứng suất bị cong nhiều.



Nếu lượng cốt thép chịu kéo không nhiều lắm thì khi tải trọng ↑ → ứng suất trong cốt thép đạt giới hạn chảy R_a ($\sigma_a=R_a$). TTUS-BD của TD ở vào giai đoạn II_a.

3.3 Giai đoạn III:

Tải trọng ↑ → sơ đồ ứng suất trong miền BT chịu nén bị cong đi nhiều. Khe nứt mở rộng và phát triển dần lên phía trên, miền BT chịu nén thu hẹp dần lại. Ứng suất trong cốt thép vẫn R_a vì ở vào trạng thái chảy dẻo (Biến dạng ↑ mà ứng suất không ↓).



Khi ứng suất trong BT chịu nén đạt R_n → bị phá hoại: **trường hợp phá hoại thứ nhất** (phá hoại dẻo).

Nếu lượng cốt thép chịu kéo đạt khá nhiều, khi tải trọng ↑ trạng thái US-BD của TD chuyển trực tiếp từ giai đoạn II sang giai đoạn III mà không qua trạng thái II_a. Tiết diện bị phá hoại khi BT chịu nén đạt R_n trong khi ứng suất trong cốt thép chịu kéo chưa đạt giới hạn chảy ($\sigma_a < R_c$). **Đây là trường hợp phá hoại thứ 2:** phá hoại giòn.

Khi thiết kế cầu kiện chịu uốn cần tránh trường hợp phá hoại giòn vì sự phá hoại xảy ra đột ngột khi biến dạng còn khá bé, không biết trước được (nguy hiểm). Mặt khác không tận dụng hết khả năng chịu lực của vật liệu (Cốt thép chỉ mới đạt $\sigma_a < R_a$).

Đọc theo chiều dài dầm tùy theo trị số của M và vị trí khe nứt mà các tiết diện vuông góc của dầm có thể ở vào các giai đoạn của TTUS-BD khác nhau (Từ giai đoạn I đến III).

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 cầu 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.

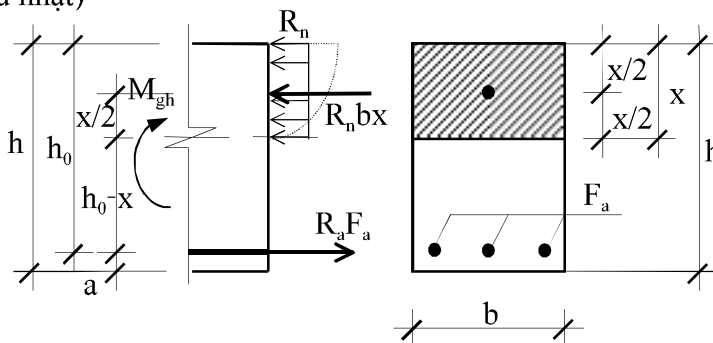
* Sơ đồ ứng suất dùng để tính toán tiết diện ở TTGH như sau:

- 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:

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

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

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

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:

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

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

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

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 α_0 phụ thuộc vào mác BT và loại cốt thép (tra 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 : $\alpha_0=0,58$.

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:

$\mu_{\min} \leq \mu \leq \mu_{\max}$. 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, α_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 γ

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, α_0, A_0 .

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

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

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

$\alpha = 0,1 \div 0,25$ đối với bản.

(α được chọn sao cho lượng thép tính được phù hợp với kích thước TD)

Từ α chọn tra bảng được A. Chiều cao làm việc của TD h_0 :

$h_0 = \frac{1}{\sqrt{A}} \cdot \sqrt{\frac{M}{R_n b}}$ (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, α_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 α, 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 $A_0 < A = \frac{M}{R_n b h_0^2} \leq 0,5$.

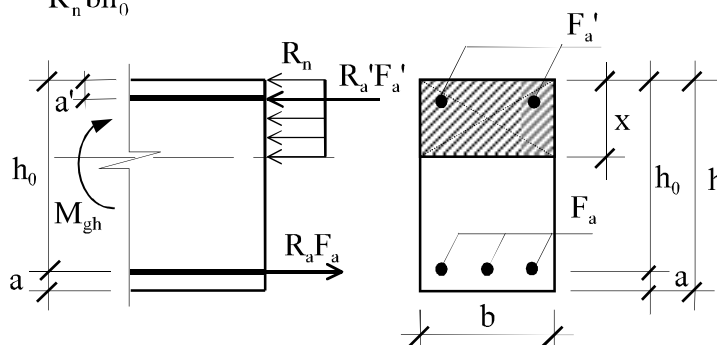
b) **Sơ đồ ứng suất:**

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 ϵ_{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 $\epsilon_{ch} \cdot E_a \approx 3600 \div 4000 \text{ KG/cm}^2$. Quy 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 ĐK 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 α, 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).

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

Thế F_a' 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.

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 $\alpha \rightarrow x = \alpha \cdot h_0$.

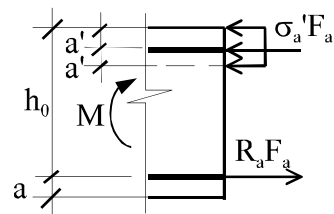
Nếu $x \geq 2a'$:
$$F_a = \frac{\alpha \cdot R_n \cdot b h_0}{R_a} + \frac{R'_a}{R_a} F'_a \quad (4 - 22)$$

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:

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

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



- 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.

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 α tra bảng A $\rightarrow M_{td} = A \cdot R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a'). \quad (4 - 26)$

- 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).

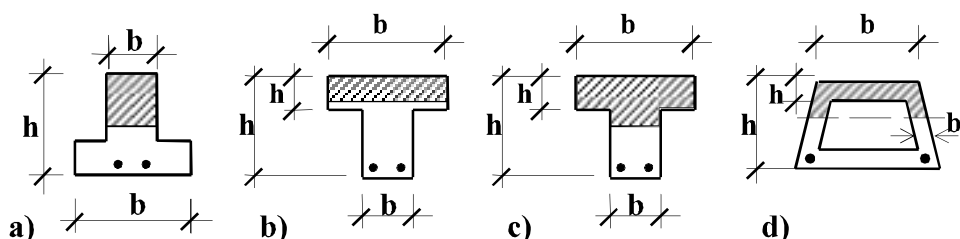
- Nếu $\alpha > \alpha_0$ tức $A > A_0$ chứng tỏ cốt thép chịu kéo quá nhiều, lấy $\alpha = \alpha_0$ tức $A = A_0$:

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

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

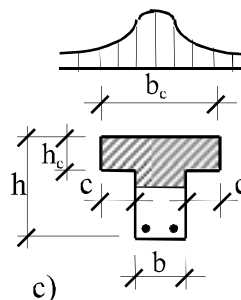
vùng kéo a), lúc đó cánh không góp phần vào khả năng chịu lực của TD nên được tính như TD chữ nhật $b \cdot h$.

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.

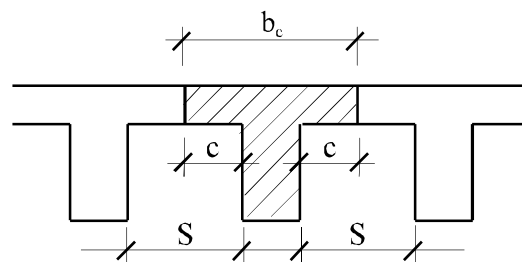
Do vậy bề rộng cánh dùng trong tính toán được xác định theo độ vươn C (phần cánh cùng chịu lực với sườn) quy định lấy như sau:

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



Đối với dầm độc lập:

Khi $h_c \geq 0,1h$: $C \leq 6 h_c$
 $0,05h \leq h_c < 0,1h$: $C \leq 3h_c$
 $h_c < 0,05h$: $C = 0$.



Đối với dầm sàn toàn khối:

Khi $h_c \geq 0,1h$: $C \leq 9 h_c$ } Khi không có sườn ngang hoặc
 $h_c \leq 0,1h$: $C \leq 6 h_c$ } sườn ngang thưa hơn sườn dọc
 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:

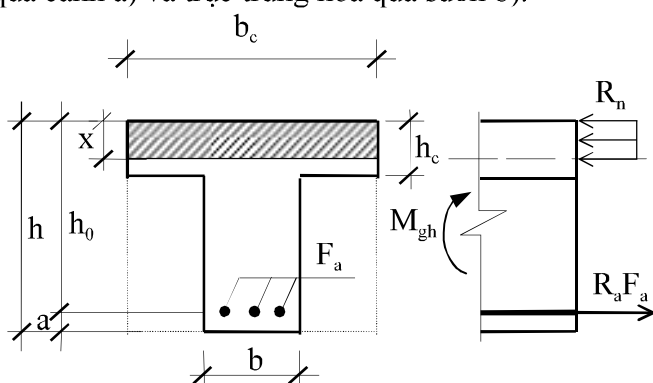
$$h = (15 \div 20) \cdot \sqrt[3]{M} \quad \text{Với } h = \text{cm}, M = \text{Tm.}$$

$$b = (0,4 \div 0,5) \cdot h$$

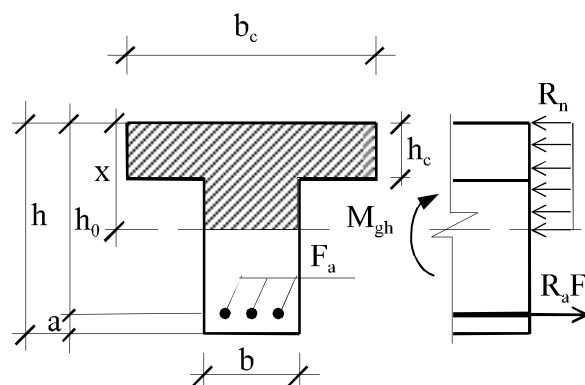
b. Tính toán tiết diện chữ T: (Đặt cốt đơn).

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 $b_c \cdot x$, 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:

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

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:

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

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

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 α , 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 α

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

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 , 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.

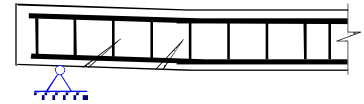
5.

TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ TRÊN TIẾT DIỆN NGHIÊNG:

5.1 Đặc điểm phá hoại trên tiết diện nghiêng:

Khi xét sự làm việc của dầm BTCT chịu uốn ta đã biết dầm bị phá hoại hoặc là theo TD thẳng góc (Tại chỗ có M lớn) hoặc là theo TD nghiêng (Tại chỗ có Q lớn). Sự phá hoại theo TD nghiêng thường theo 2 kiểu:

Kiểu 1: Vết nứt nghiêng chia dầm thành 2 phần nối với nhau bằng vùng BT chịu nén ở ngọn khe nứt và bằng cốt dọc, cốt đai, cốt xiên đi ngang qua khe nứt. Hai phần dầm này quay xung quanh vùng nén, vùng nén thu hẹp lại cuối cùng bị phá hủy. Lúc đó cốt thép đạt giới hạn chảy hay bị kéo tuột vì neo lỏng.



Kiểu 2: Khi cốt thép khá nhiều và neo chặt thì sự quay của 2 phần dầm bị cản trở. Dầm bị phá hoại khi miền BT chịu nén bị phá vỡ do tác dụng chung của lực cắt và lực ép. Hai phần dầm có xu hướng trượt lên nhau và tụt xuống so với gối tựa.

Sự phá hoại theo TD nghiêng gắn liền với tác dụng của M và Q mà trong đó vai trò lực cắt Q là đáng kể. Cho nên muốn đảm bảo cho dầm khỏi bị phá hoại trên TD nghiêng thì phải tính toán sao cho TD đủ khả năng chịu được M và Q. Trên thực tế thường người ta tách việc tính toán cường độ trên TD nghiêng chịu lực M và Q riêng ra để tiện tính toán.

5.2 Điều kiện để tính toán tiết diện chịu lực cắt:

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi: $Q \leq k_1 \cdot R_k \cdot b \cdot h_0$ (4 - 39)

thì BT đủ chịu lực cắt nên không cần tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng (Chỉ cần đặt cốt đai, cốt xiên theo cấu tạo).

Trong đó $k_1=0,6$ đối với dầm, $k_1=0,8$ đối với bản.

Để BT khỏi bị phá vỡ vì ứng suất nén chính và hạn chế bề rộng khe nứt, cấu kiện cần phải thỏa mãn điều kiện: $Q \leq k_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0$ (4 - 40)

Trong đó $k_0 = 0,35$ đối với BT mác ≤ 400 .

$$0,30 \leq 500.$$

$$0,25 \leq 600.$$

Điều kiện (4 - 40) nếu không thỏa mãn phải tăng kích thước tiết diện hoặc tăng mác BT.

Vậy điều kiện để tính toán tiết diện nghiêng chịu lực cắt là:

$$k_1 \cdot R_a \cdot b \cdot h_0 \leq Q \leq k_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0.$$

Trong đó Q là lực cắt tính toán tại tiết diện đi qua điểm đầu khe nứt nghiêng (Tùy thuộc vị trí đặt tải trên dầm ...)

5.3 Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng:

a. Sơ đồ ứng lực trên tiết diện nghiêng:

Giả thuyết: Nội lực trong các cốt thép là lực kéo dọc theo trục của nó.

Do ứng suất trong cốt ngang không đều nên lấy bằng giá trị trung bình: $R_{ad} = 0,8R_a$.

b. Điều kiện cường độ:

$$\Sigma Y = 0: Q \leq Q_b + \Sigma R_{ad} \cdot F_d + \Sigma R_{ad} \cdot F_x \cdot \sin \alpha \quad (4 - 41)$$

$$\Sigma M_D = 0: M \leq R_a F_a \cdot Z_a + \Sigma R_{ad} F_d \cdot Z_d + \Sigma R_{ad} F_x \cdot Z_x \quad (4 - 42)$$

Trong đó:

Q: Lực cắt tính toán tại TD đi qua điểm đầu khe nút nghiêng.

M: Mômen tính toán tại TD đi qua điểm cuối khe nút nghiêng.

R_{ad}: Cường độ tính toán của cốt đai và cốt xiên khi tính cường độ trên TD nghiêng. R_{ad} = 0,8R_a.

Z_a, Z_d, Z_x: Cánh tay đòn của các hợp lực các lớp cốt thép dọc, cốt đai, cốt xiên.

F_d, F_x: Diện tích tiết diện 1 lớp cốt đai, 1 lớp cốt xiên.

Z_a, Z_d, Z_x: Cánh tay đòn của các hợp lực các lớp cốt thép dọc, cốt đai, cốt xiên.

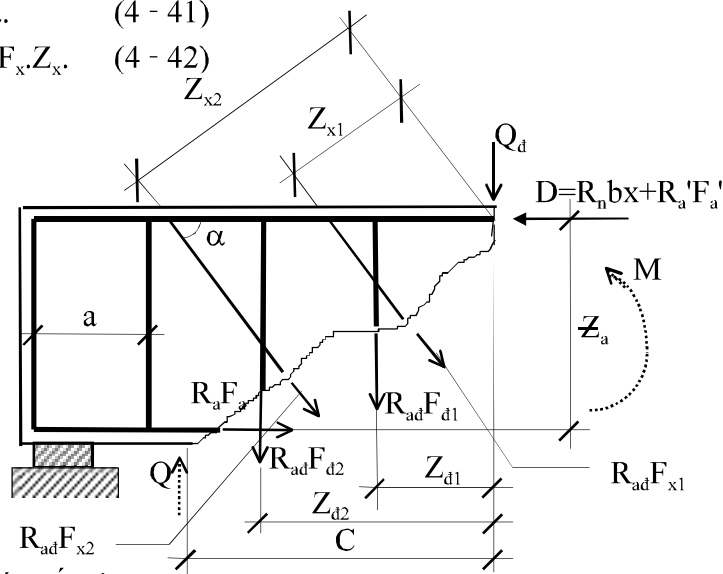
F_d, F_x: Diện tích tiết diện 1 lớp cốt đai, 1 lớp cốt xiên.

Q_b: Khả năng chịu lực cắt của BT vùng nén được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$Q_b = \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{C} \quad (4 - 43)$$

C: Hình chiếu của TD nghiêng lên phương trục dầm.

Dùng điều kiện cường độ (4 - 41) để tính toán cốt đai và cốt xiên. Điều kiện (4 - 42) sẽ được thỏa mãn bằng một số biện pháp cấu tạo và khi cần thiết có thể dùng để tính toán (M lớn).



5.4 Tính toán cốt đai khi không dùng cốt xiên:

a. Điều kiện cường độ khi không dùng cốt xiên:

Khi không dùng cốt xiên, điều kiện (4-41) trở thành:

$$Q \leq Q_b + \Sigma R_{ad} \cdot F_d \quad (4 - 44)$$

Vì đai tương đối dày và đều trên TD đang xét nên:

$$q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u} = \frac{R_{ad} \cdot n \cdot f_d}{u} \quad (4 - 45)$$

Vậy:
$$Q \leq \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{C} + q_d \cdot C \quad (4 - 46)$$

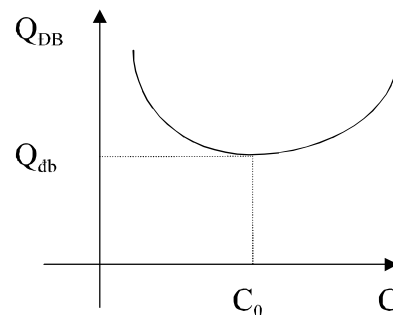
Gọi Q_{DB} = $\frac{2R_k b \cdot h_0^2}{C} + q_d \cdot C$ là khả năng chịu cắt trên TD nghiêng C.

Trong đó u: Khoảng cách giữa các lớp cốt đai.

n: Số nhánh của một lớp cốt đai.

f_d: Diện tích tiết diện 1 nhánh cốt đai.

Vậy Q ≤ Q_{DB}.



b. Tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất:

Ta biết $Q_{DB} = f(c)$, quan hệ giữa Q_{DB} và C có dạng như hình vẽ.

Trị số C_0 tương ứng với Q_{DB} nhỏ nhất (Q_{db}) chúng ta gọi C_0 tương ứng với TD nghiêng nguy hiểm nhất.

Để tìm C_0 ta đạo hàm Q_{DB} theo C và cho đạo hàm đó = 0.

$$\frac{dQ_{DB}}{dC} = -\frac{2R_k b h_0^2}{C^2} + q_d = 0$$

$$\text{Rút ra } C_0 = \sqrt{\frac{2R_k b h_0^2}{q_d}} \quad (4 - 47)$$

Thay C_0 vào Q_{DB} ta có được khả năng chịu lực trên TD nghiêng nguy hiểm nhất C_0 là Q_{db} :

$$Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 \cdot q_d} \approx 2,8 h_0 \sqrt{R_k b \cdot q_d} \quad (4 - 48)$$

c. Tính khoảng cách cốt đai:

Việc tính toán cốt đai thực chất là đi xác định n, f_d, u . Chọn trước n, f_d rồi tính toán xác định u . Tức xác định bước cốt đai thỏa mãn các yêu cầu tính toán và cấu tạo.

Xác định u_{tt} theo điều kiện cường độ trên TD nghiêng nguy hiểm nhất:

$$Q \leq Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 \cdot q_d}$$

$$\Rightarrow q_d \geq \frac{Q^2}{8R_k b h_0^2}; \quad (4 - 49)$$

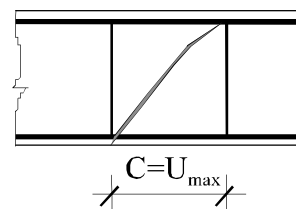
Mặt khác theo (4-45): $q_d = \frac{R_{ad} \cdot n \cdot f_d}{u}$

$$\text{Nên } u \leq R_{ad} \cdot n \cdot f_d \cdot \frac{8R_k b h_0^2}{Q^2} = u_{tt} \quad (4 - 50)$$

Xác định u_{max} :

Có thể xảy ra trường hợp phá hoại theo TD nghiêng nằm giữa 2 cốt đai như hình vẽ.

$$\text{Lúc đó } Q \leq Q_b = \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{u} \Rightarrow u \leq \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{Q} = u_{max}$$

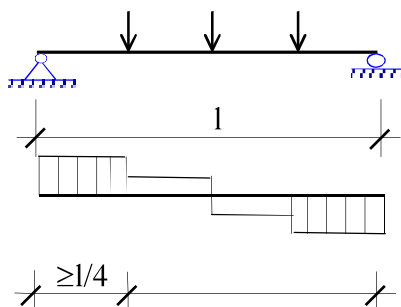
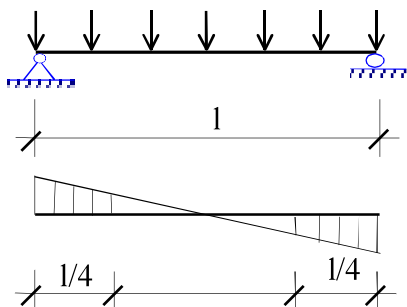


$$\text{Để an toàn, qui phạm qui định: } u_{max} = \frac{1.5R_k b \cdot h_0^2}{Q} \quad (4 - 51)$$

Khoảng cách cấu tạo của cốt đai u_{ct} : Theo qui phạm u_{ct} đối với dầm

khi $h \leq 45 \text{ cm} \rightarrow u_{ct} \leq \begin{cases} h/2. \\ 15 \text{ cm.} \end{cases}$
 khi $h > 45 \text{ cm} \rightarrow u_{ct} \leq \begin{cases} h/3 \\ 30 \text{ cm.} \end{cases}$

Đối với khu vực có Q lớn.



Ngoài khu vực có Q lớn thì không cần phải tính cốt đai nhưng phải hạn chế.

$$\left. \begin{array}{l} u_{ct} \leq 3/4h. \\ \leq 50 \text{ cm}. \end{array} \right| \text{ Với dầm có } h \geq 300$$

Sau khi tính được các khoảng cách cốt đai u_{tt} , u_{max} , u_{ct} thì khoảng cách thiết kế của cốt đai

$$u \leq \left. \begin{array}{l} u_{tt}. \\ u_{max}. \\ u_{ct}. \end{array} \right| (4 - 52)$$

Và lấy u chẵn đến cm để dễ thi công.

* Tóm tắt trình tự tính cốt đai khi không dùng cốt xiên:

- Chọn đai theo kinh nghiệm: $h \leq 800$ chọn $d \geq 6$.
- $h > 800$ chọn $d \geq 8$.

Tức chọn f_d , n.

- Xác định u_{tt} .
- Xác định u_{max} .
- Xác định u_{ct} .

Xác định khoảng cách thiết kế: $u \leq \left| \begin{array}{l} u_{tt}. \\ u_{max}. \\ u_{ct}. \end{array} \right|$

5.5 Tính toán cấu kiện có cốt đai và cốt xiên:

Để tăng khả năng chịu cắt trên TD nghiêng người ta còn đặt thêm cốt xiên (Nhất là trong các cấu kiện dùng khung cốt thép buộc). Cốt xiên thường là những cốt dọc uốn lên với góc nghiêng α . Thường $\alpha = 45^\circ$ khi dầm có $h \leq 800$.

$\alpha = 60^\circ$ khi dầm có $h > 800$.

$\alpha = 30^\circ$ khi dầm có h thấp và bản.

Cốt xiên có nhiệm vụ chịu phân lực cắt vượt quá khả năng của đai và BT.

* Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng C bất kỳ: $Q \leq Q_{DB} + \Sigma R_{ad} \cdot F_x \cdot \sin \alpha$. (4 - 53)

* Điều kiện cường độ trên tiết diện nguy hiểm nhất C_0 : $Q \leq Q_{db} + \Sigma R_{ad} \cdot F_x \cdot \sin \alpha$.

* Tính cốt xiên:

Mục đích xác định cốt đai và cốt xiên để cùng BT chịu lực cắt trên tiết diện nghiêng nhưng ta chỉ có một phương trình mà chứa rất nhiều ẩn vì vậy phải loại bớt ẩn bằng cách chọn trước đai (Tức biết n, f_d , u thỏa các yêu cầu cấu tạo) để tính cốt xiên (F_x).

- Tính $q_d = \frac{R_{aa} \cdot n \cdot f_d}{u}$.

- Tính $C_0 = \sqrt{\frac{2R_k \cdot bh_0^2}{q_d}}$ (Giống như chỉ có cốt đai).

- Tính $Q_{db} = \sqrt{8R_k \cdot bh_0^2 \cdot q_d}$

- Tính diện tích các lớp cốt xiên F_{xi} .

Từ các phương trình cân bằng lực cắt trên C và C_0 ta có:

Trên tiết diện nghiêng C bất kỳ $\Sigma F_x = \frac{Q_i - Q_{DB}}{R_{ad}} \sin \alpha$

Trên tiết diện nghiêng C_0 $\Sigma F_x = \frac{Q_i - Q_{ab}}{R_{ad}} \sin \alpha$

Xét một số trường hợp cụ thể của C_0 và C.

- C_0 cắt qua một lớp cốt xiên, điều kiện cường độ:

$$Q \leq Q_{db} + R_{ad} \cdot F_{x1} \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_{x1} = \frac{Q_i - Q_{ab}}{R_{ad}} \sin \alpha$$

- C_0 cắt qua 2 lớp cốt xiên, điều kiện cường độ:

$$Q \leq Q_{db} + R_{ad} \cdot (F_{x1} + F_{x2}) \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_{x1} + F_{x2} = \frac{Q_i - Q_{ab}}{R_{ad}} \sin \alpha$$

C_0 cắt qua nhiều lớp cốt xiên ta cũng tính tương tự.

- Ngoài ra TD nghiêng C_1 chỉ cắt 1 lớp cốt xiên nhưng rất gần tiết diện nguy hiểm C_0 nên cũng phải xét, điều kiện cường độ:

$$Q \leq Q_{DB}^{C1} + R_{ad} \cdot F_{x1} \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_{x1} = \frac{Q_i - Q_{DB}^{C1}}{R_{ad}} \sin \alpha$$

- Mặt khác có thể xuất hiện TD nghiêng $C_2 = C_0$ chỉ cắt qua F_{x2} :

$$\Rightarrow F_{x1} = \frac{Q_2 - Q_{ab}}{R_{ad}} \sin \alpha$$

Tuy vậy qui phạm cho phép tính toán một cách đơn giản và an toàn hơn bằng cách chỉ xem C_0 chỉ cắt qua 1 lớp cốt xiên. Khi đó điều kiện cường độ sẽ là:

$$Q_1 \leq Q_{db} + R_{ad} \cdot F_{x1} \cdot \sin \alpha.$$

$$Q_2 \leq Q_{db} + R_{ad} \cdot F_{x2} \cdot \sin \alpha.$$

....

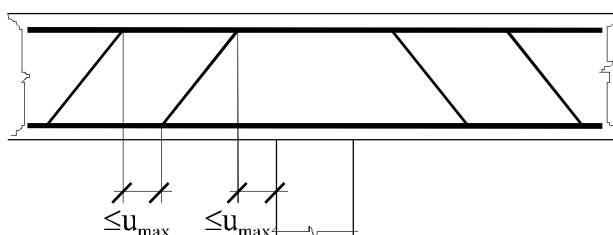
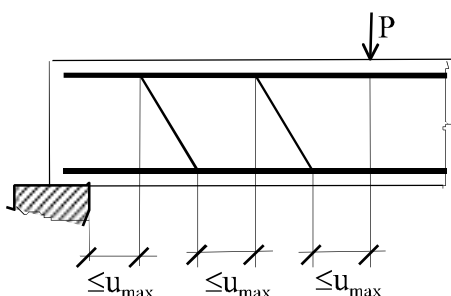
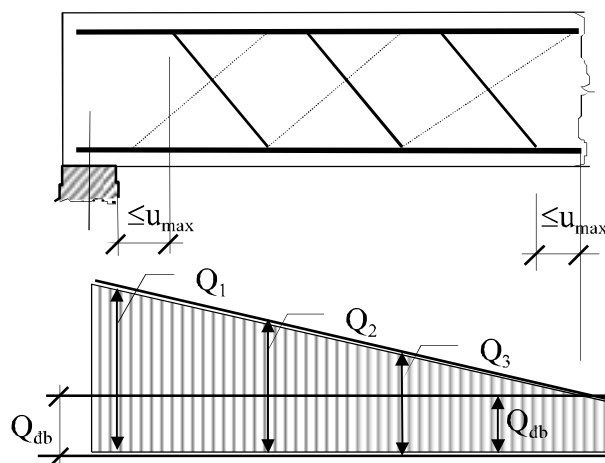
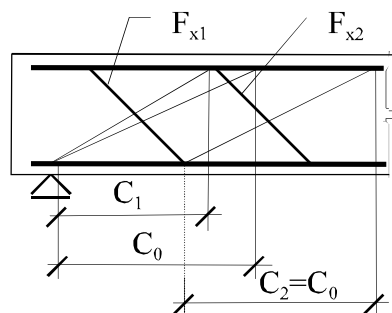
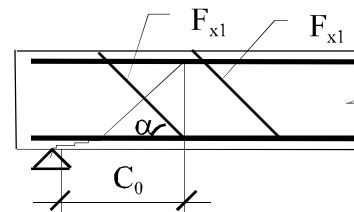
Trong đó Q_1, Q_2, \dots

tương ứng tại đầu từng mặt cắt C_0 , ta tính được:

$$F_{xi} = \frac{Q_i - Q_{ab}}{R_{ad}} \sin \alpha \quad (4 - 54)$$

Yêu cầu bố trí cốt xiên:

Trên đoạn dầm có $Q > Q_{db}$ phải bố trí cốt xiên.



5.6 Những yêu cầu cấu tạo để đảm bảo cường độ trên tiết diện nghiêng chịu mô men :

Điều kiện cường độ (4 - 42) có thể thỏa mãn bằng một số yêu cầu cấu tạo. Sau đây ta xét các yêu cầu cấu tạo để đảm bảo điều kiện tđng chịu mômen đó.

a. Neo cốt dọc chịu kéo tại các gối tựa tự do:

Cốt thép chịu kéo được neo tốt thì mới phát huy được khả năng chịu lực, nếu neo kém thì cốt thép dễ bị tuột khi chưa đạt được cường độ giới hạn và dầm sẽ bị phá hoại theo tđng đi qua mép gối do mômen.

Khi $Q \leq k_1 \cdot R_k \cdot b \cdot h_0$.

Đoạn neo $l_a \geq 5d$ thường là $l_a \geq 10d$.

Nếu lưới hàn có cốt đơn thì trên đoạn l_a ít nhất phải có 1 cốt ngang neo cách nút cốt dọc 1 đoạn C: $C \leq 15$ khi $d \leq 10$.

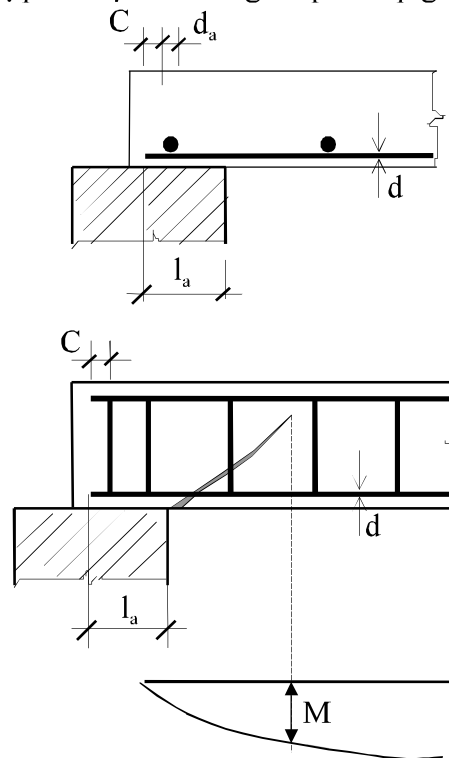
$C \leq 1,5d$ khi $d > 10$.

Khi $Q > k_1 \cdot R_k \cdot b \cdot h_0$.

Đoạn neo $l_a \geq 1,5d$.

$l_a \geq 10d$ khi $M_{bt} \geq 200$ và thép có gờ.

Nếu khung hay lưới cốt hàn với cốt dọc chịu lực tròn trơn thì trên đoạn l_a phải có ít nhất hai thanh neo với C và d_a quy định như trên.



b. Uốn cốt dọc chịu kéo:

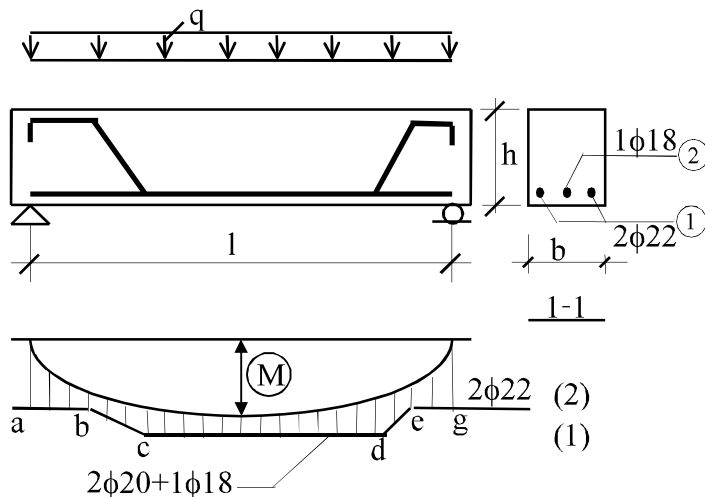
1. Biểu đồ bao vật liệu: (BĐBV).

Biểu đồ bao vật liệu của dầm là đường biểu diễn khả năng chịu lực của dầm đó. BĐBV của dầm BT cốt thép (đặt cốt đơn) được xây dựng bằng cách:

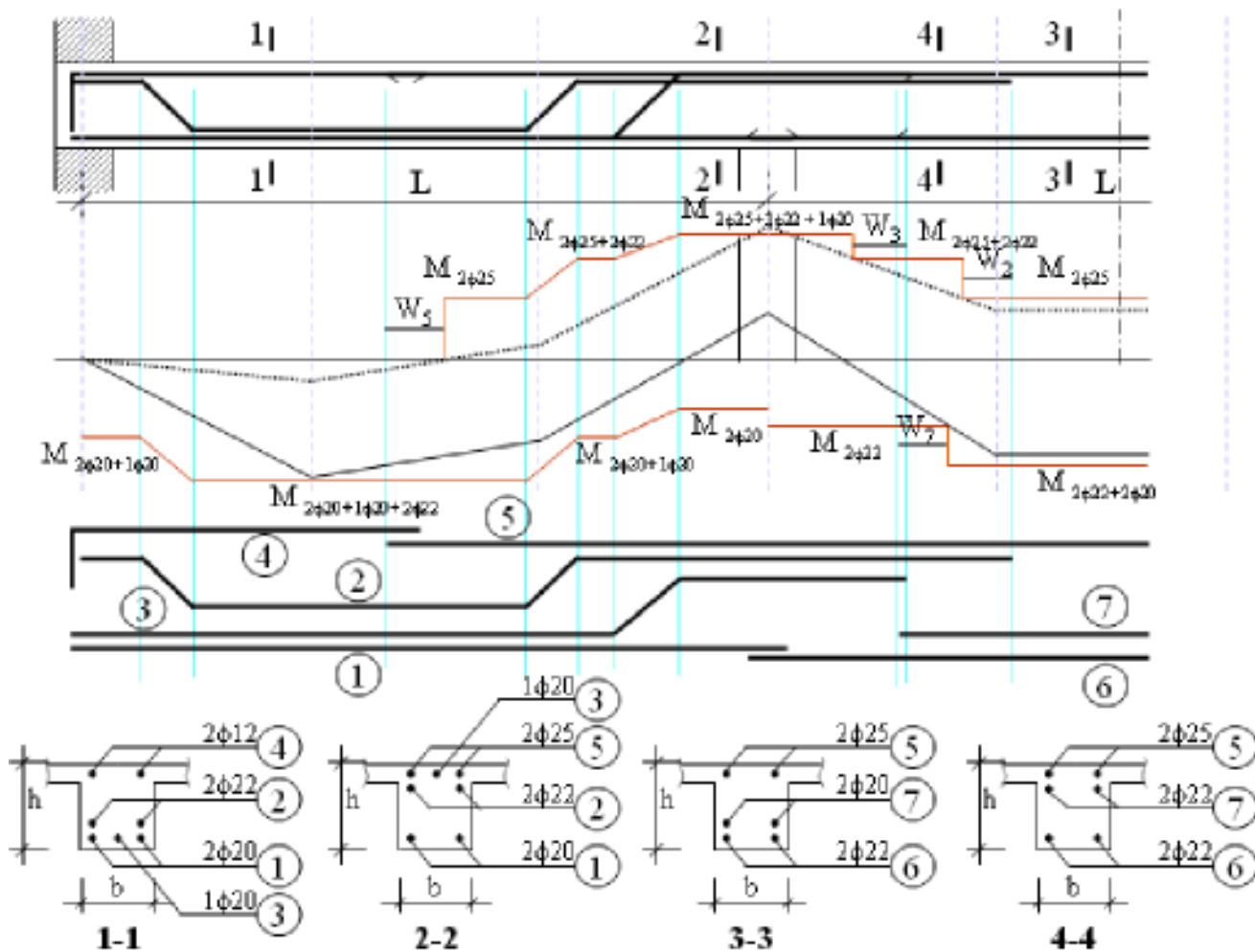
Dầm đã biết b, h, $F_a \rightarrow$ Tính $\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0^2} \rightarrow A \rightarrow$ Tính $M_{VL} = A \cdot R_n \cdot b \cdot h_0^2 \rightarrow$ Vẽ M_{VL} trên trục

cùng tỉ lệ với biểu đồ bao Mômen (BĐBM). BĐBV phải bao ngoài BĐBM.

Giả sử có dầm như hình vẽ. Biểu đồ bao M lớn nhất tại giữa nhịp. Với M_{max} tính được $F_a = 2\phi 22 + 1\phi 18 \rightarrow$ vẽ đường biểu diễn khả năng chịu lực của dầm có $2\phi 22 + 1\phi 18$ như trên (đường 1). Nhưng tại gần 2 đầu dầm M giảm nhưng Q lớn nên ta dự định uốn $1\phi 18$ lên thành cốt xiên. Sau khi uốn cốt thép chịu kéo chỉ còn $2\phi 22$, ta lại vẽ đường biểu diễn M_{VL} chỉ với $2\phi 22$ (đường 2).



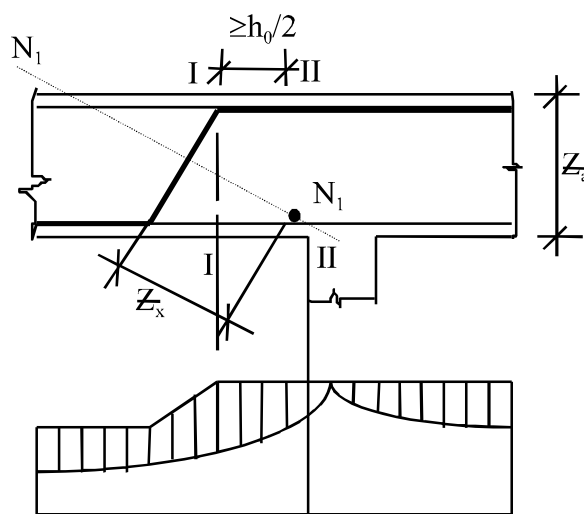
Đường (1) và (2) được nối với nhau bằng đoạn xiên tương ứng với vị trí các điểm uốn của cốt xiên. Đường gấp khúc bao ngoài BDBM là BDBVL.



2. Uốn cốt dọc:

Khoảng cách từ khởi điểm của cốt xiên trong vùng kéo (Tiết diện I-I) đến TD mà tại đó cốt dọc được tận dụng hết khả năng chịu lực (Tiết diện II-II) phải $\geq (h_0/2)$. Nếu điều kiện này không đảm bảo thì điều kiện cường độ trên TD nghiêng chịu M sẽ không được đảm bảo.

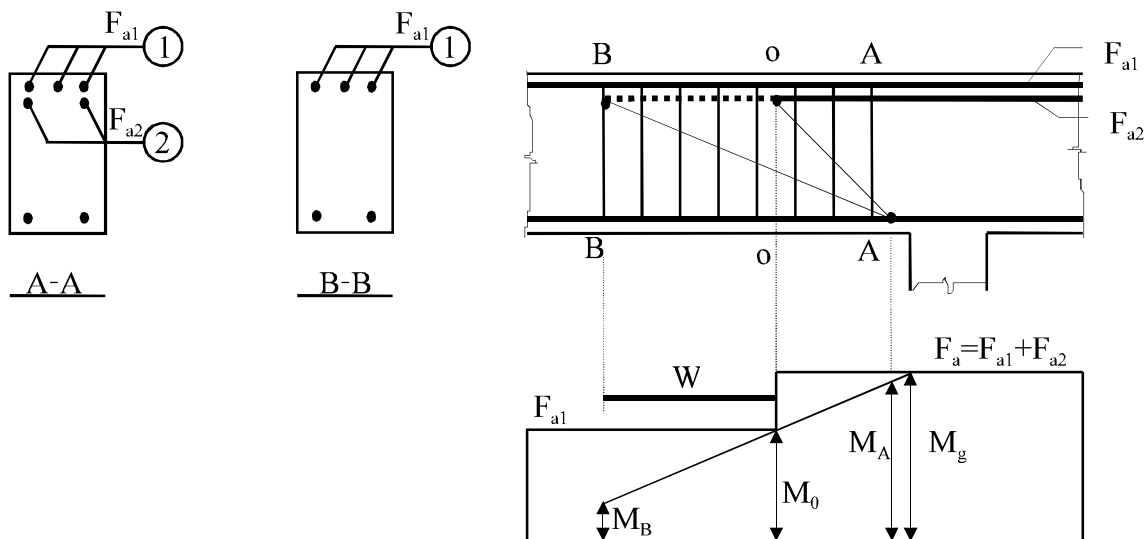
Thực vậy, để đảm bảo cường độ trên tđng N_1-N , thì cánh tay đòn Z_x phải không nhỏ hơn cánh tay đòn Z_a . Điều này xảy ra khi khoảng cách từ (I-I) đến (II-II) $\geq h_0/2$.



c. Cắt cốt dọc chịu kéo:

Để tiết kiệm thép, người ta thường cắt bớt một số cốt thép chịu kéo ở ngoài phạm vi gối tựa (của dầm liên tục) mà theo tính toán thì không cần thiết nữa (do M giảm nhiều).

Giả sử ta có dầm BT cốt thép liên tục như hình vẽ. Tại gối diện tích cốt thép chịu kéo yêu cầu là $F_a = F_{a1} + F_{a2}$. Nhưng khi ra xa gối M giảm đi nhiều, tại tiết diện o-o theo tính toán ta có thể cắt bỏ cốt thép F_{a2} , TD o-o gọi là mặt cắt lý thuyết.



Nhưng nếu cắt ngay tại đó thì khả năng chịu uốn trên TD nghiêng (Chẳng hạn oA) sẽ không được đảm bảo, vì thực tế M tác dụng lên tđng đó là $M_A > M_0$ nhưng cốt chịu kéo vẫn là $F_{a1} = F_a - F_{a2}$ và có thêm một số ít cốt đai chịu mô men uốn mà thôi. Số cốt đai mà tđng oA cắt qua không đủ để chịu phần mômen $M_A - M_0$. Để không bị phá hoại trên TD nghiêng do mô men ta phải kéo cốt thép F_{a2} ra ngoài mặt cắt lý thuyết o-o một đoạn W nữa (đến điểm B). Xét TD nghiêng AB thì tuy $M_0 < M_A$ nhưng lượng cốt đai đi qua mặt cắt nghiêng AB đủ lớn để chịu được phần mômen $M_A - M_0$ đó.

Người ta đã chứng minh được rằng:

$$W = \frac{0,8.Q}{2.q_d} + 5d \text{ và } W \geq 20d;$$

Trong đó Q: Lực cắt tại điểm cắt lý thuyết, lấy bằng độ dốc của biểu đồ mômen.

d: Đường kính cốt dọc bị cắt.

$$q_d = \frac{R_{ad} \cdot n \cdot f_d}{u}$$

5d: Đoạn cần thiết để cốt dọc bắt đầu chịu lực.

Khi trong vùng cắt thép có cốt xiên thì:

$$W = \frac{0,8.Q - Q_x}{2.q_d} + 5d \text{ và } W \geq 20d;$$

Trong đó $Q_x = \Sigma R_{ad} \cdot F_x \cdot \sin \alpha$ với ΣF_x diện tích những lớp cốt xiên trong vùng cắt thép. Để đơn giản và an toàn ΣF_x là diện tích lớp cốt xiên cắt qua TD cắt lý thuyết, là diện tích lớp cốt xiên nằm phía trước mặt cắt lý thuyết.

Thí dụ: Xem sách.

