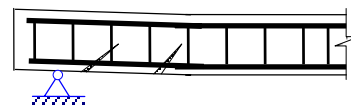


TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ TRÊN TIẾT DIỆN NGHIÊNG:

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:

$$\text{Kết quả nghiên cứu cho thấy khi: } Q \leq k_1 \cdot R_x \cdot b \cdot h_0 \quad (4 - 39)$$

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:

$$Q \leq k_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0 \quad (4 - 40)$$

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:

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

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 nứt nghiêng.

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

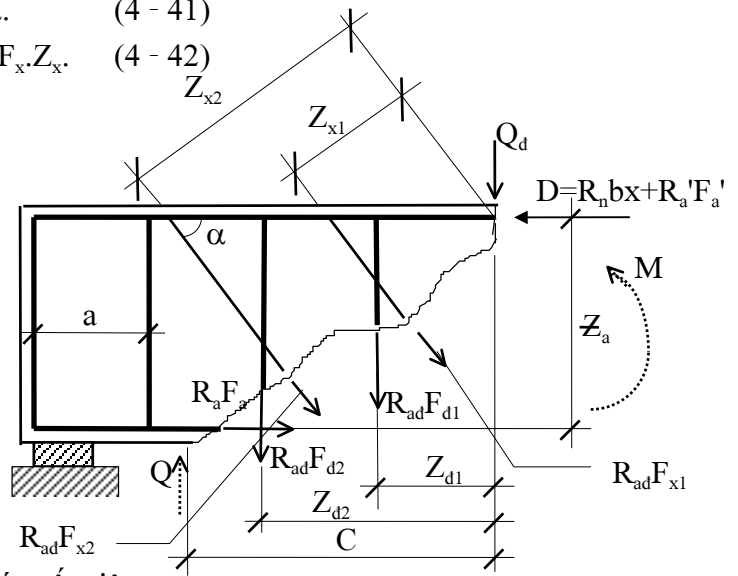
F_d, F_x : Diện tích tiết diện 1 lớp cốt đai, 1 lớp cốt xiên.

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

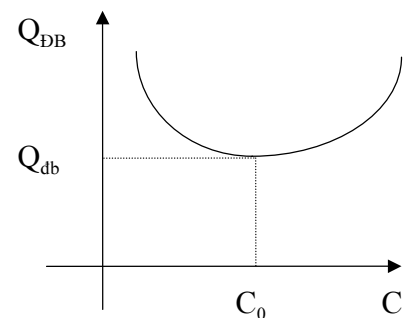
Gọi $Q_{DB} = \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{C} + q_d \cdot C$ là khả năng chịu cắt trên TD nghiêng C.

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 $Q \leq Q_{DB}$.



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}) chứng tỏ 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.

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

Rút ra $C_0 = \sqrt{\frac{2R_k b h_0^2}{q_d}}$ (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} :

$$Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 \cdot q_d} \approx 2,8 h_0 \sqrt{R_k b \cdot q_d}$$
 (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:

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

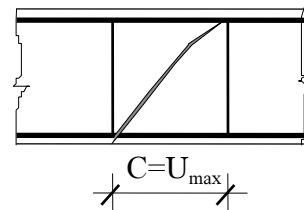
$$\Rightarrow q_d \geq \frac{Q^2}{8R_k b h_0^2};$$
 (4 - 49)

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

Nên $u \leq R_{ad} \cdot n \cdot f_d \cdot \frac{8R_k b h_0^2}{Q^2} = u_{tt}$ (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.

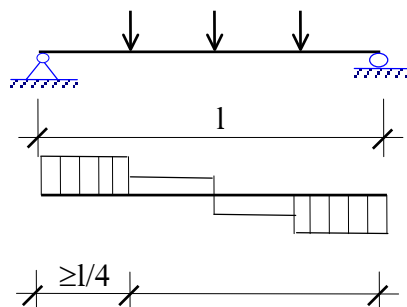
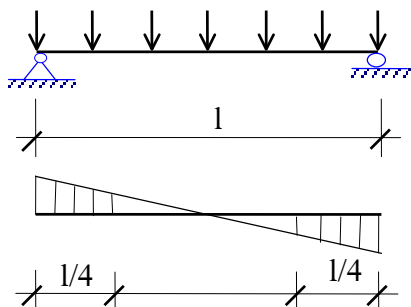


Lúc đó $Q \leq Q_b = \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{u} \Rightarrow u \leq \frac{2R_k b \cdot h_0^2}{Q} = u_{max}$.

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

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

khi $h \leq 45$ cm $\rightarrow u_{ct} \leq \begin{cases} h/2 \\ 15$ cm.
 $h > 45$ cm $\rightarrow u_{ct} \leq \begin{cases} h/3 \\ 30$ cm.
 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 phần lực cắt vượt quá khả năng của đai và BT.

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

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

* 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 $q_d = \frac{R_{aa} n . f_d}{u}$.

- Tính $C_0 = \sqrt{\frac{2R_k b h_0^2}{q_d}}$ (Giống như chỉ có cốt đai).

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

- 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 $\Sigma F_x = \frac{Q_i - Q_{DB}}{R_{aa} \sin \alpha}$

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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:

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

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

....

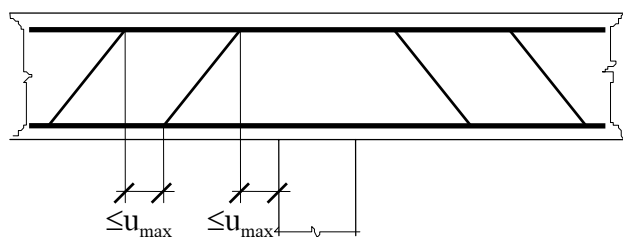
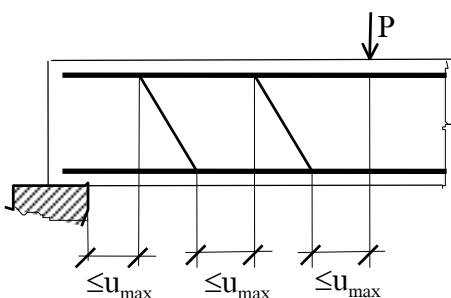
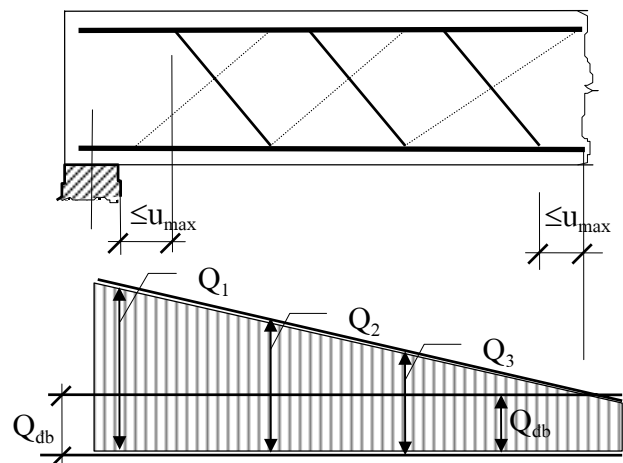
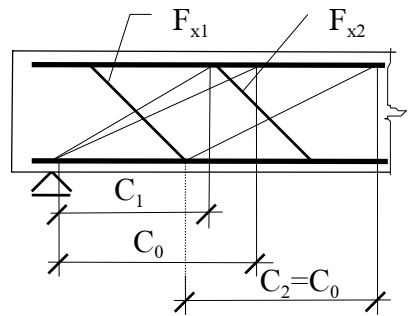
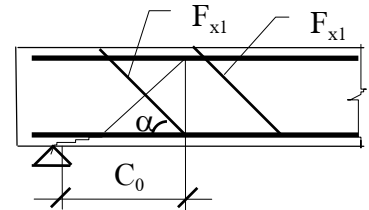
Trong đó Q_1, Q_2, \dots

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

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

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 $d \leq 10$.

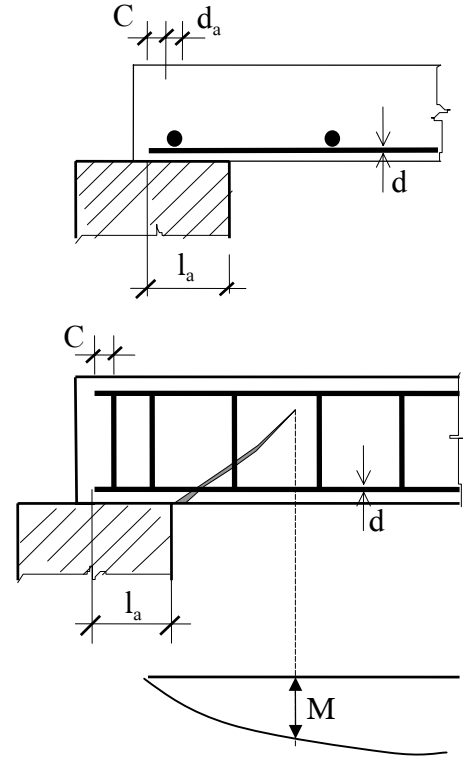
$C \leq 1,5d$ khi $d > 10$.

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:

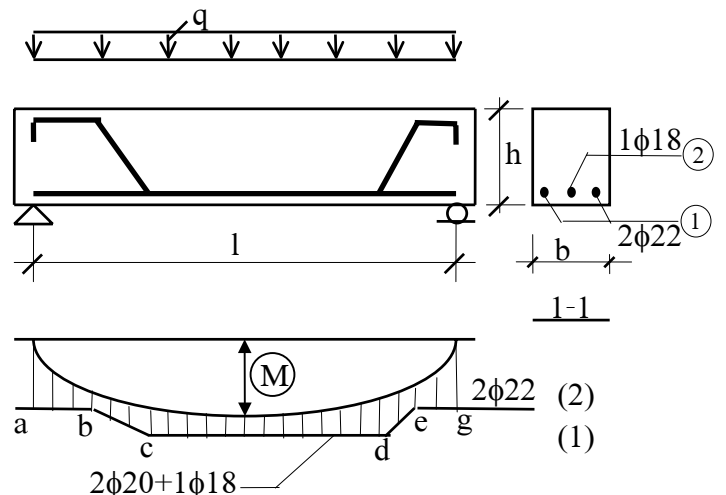
1. Biểu đồ bao vật liệu: (BĐBV).

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:

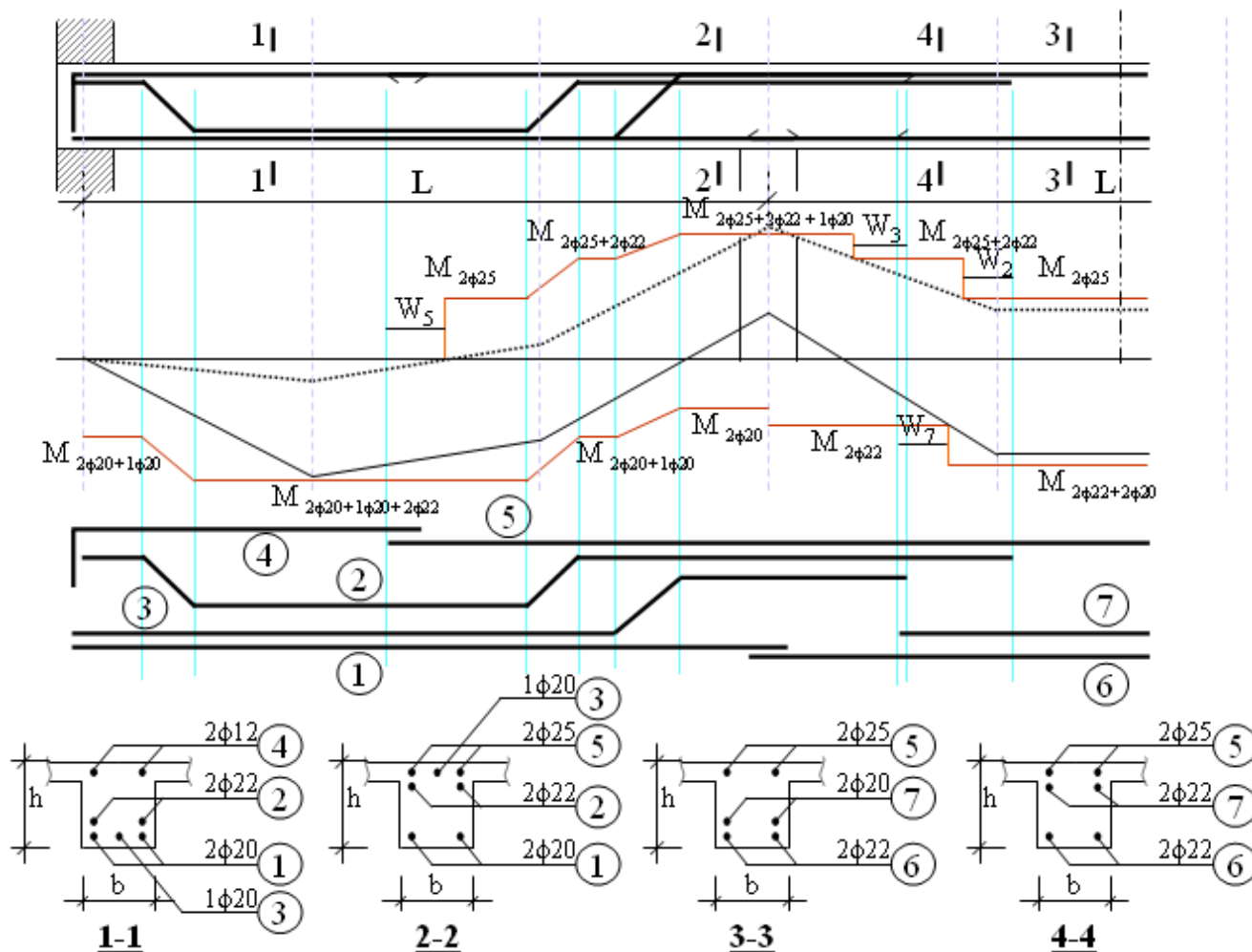
Dầm đã biết b, h, $F_a \rightarrow$ Tính $\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0^2} \rightarrow A \rightarrow$ Tính $M_{VL} = A \cdot R_n \cdot b \cdot h_0^2 \rightarrow$ Vẽ M_{VL} trên trục

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).



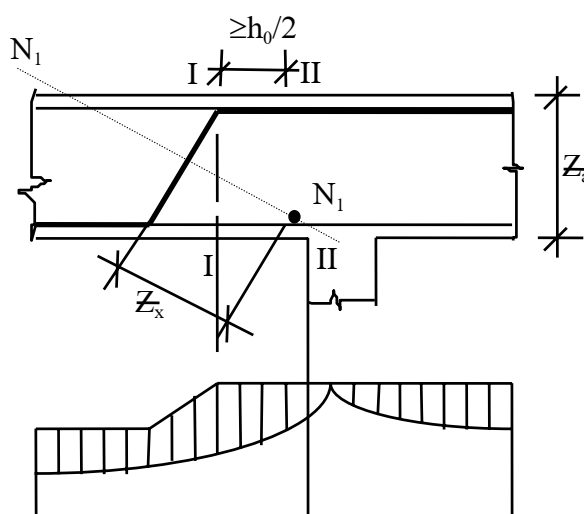
Đường (1) và (2) được nối với nhau bằng đoạn xiên tương ứng với vị trí các điểm uốn của cốt xiên. Đường gấp khúc bao ngoài BDBM là BDBVL.



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.

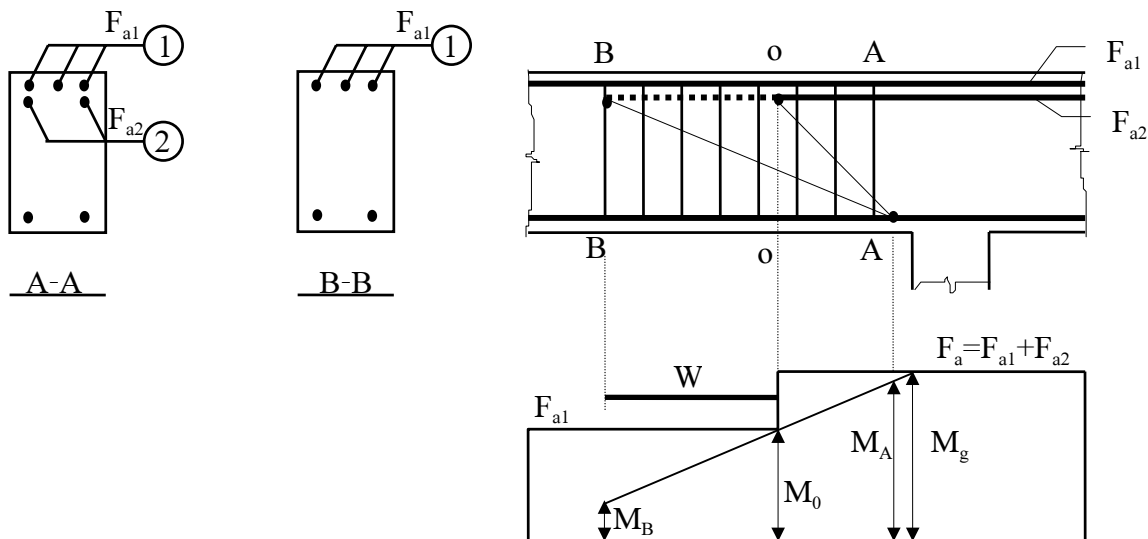
Thực vậy, để đảm bảo cường độ trên trục N_1-N , thì cánh tay đòn Z_x phải không nhỏ hơn cánh tay đòn Z_a . Điều này xảy ra khi khoảng cách từ (I-I) đến (II-II) $\geq h_0/2$.



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.

