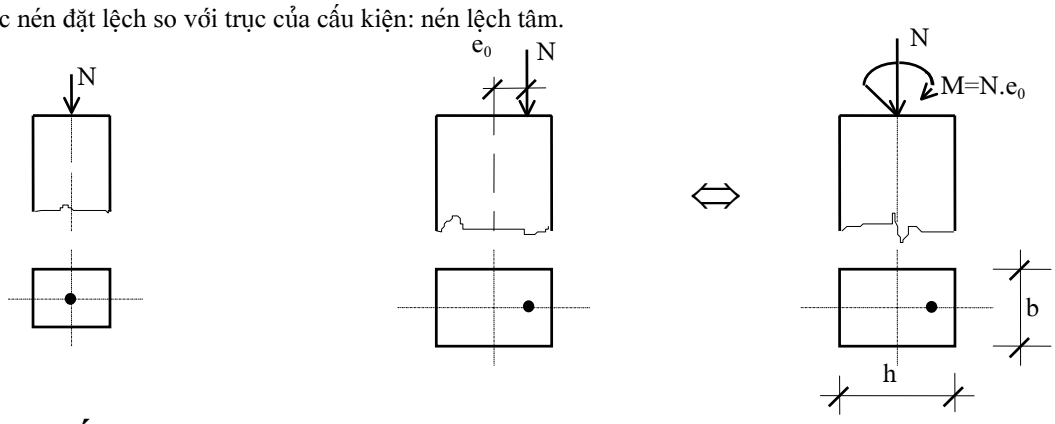
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

CẤU KIỆN CHỊU NÉN.

1. CẤU TẠO:

Cấu kiện chịu nén thường gặp trong cột của khung nhà, trong thân vòm, thanh dàn, v.v.. Lực nén N tác dụng theo phương trục dọc của cấu kiện.

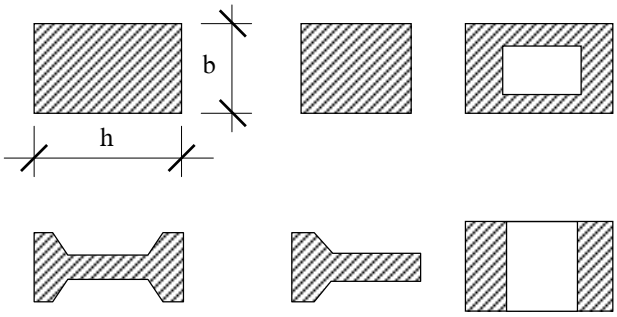
- Khi lực nén trùng với trọng tâm TD ngang cấu kiện: nén trung tâm.
- Khi lực nén đặt lệch so với trục của cấu kiện: nén lệch tâm.



1.1. Tiết diện ngang :

Đối với cấu kiện chịu nén trung tâm thường dùng tiết diện vuông, chữ nhật, tròn, hay đa giác đều..

Cấu kiện chịu nén lệch tâm thường dùng tiết diện chữ nhật, chữ T, chữ I, cột rỗng hai nhánh, vành khuyên... (Chiều cao TD là cạnh // mặt phẳng uốn).



Tỉ số h/b = 1.5 - 3;

Diện tích TD có thể chọn sơ bộ: $F_b = \dfrac{k.N}{R_n}$

Trong đó:
- N: lực dọc tính toán.
- k=0,9÷1,1 khi nén trung tâm.
- k=1,2÷1,5 khi nén lệch tâm.

Khi chọn kích thước TD nên chú ý đến điều kiện ổn định của cấu kiện. Độ ổn định được đặc trưng qua độ mãnh λ:

Với TD bất kỳ: $\lambda = \dfrac{l_0}{r} \le \lambda_0$

Với TD chữ nhật: $\lambda = \dfrac{l_0}{b} \le \lambda_{0b}$ (b là cạnh bé của TD)

λ_0, λ_{0b} : độ mãnh giới hạn. Đối với cột nhà λ_0 =120, λ_{0b} =31

Đối với cấu kiện khác λ_0 =200, λ_{0b} =52

Trong đó: l_0 là chiều dài tính toán của cấu kiện tùy thuộc vào điều kiện liên kết hai đầu cấu kiện ...

1.2. Cấu tạo cốt thép :

Cốt thép dọc chịu lực có ϕ12÷40. Khi b >200 thì nên dùng ϕ ≥16.

Hàm lượng cốt thép trên tiết diện của cấu kiện nén trung tâm:

$$\mu_{min} \le \mu_t = \frac{F_a}{F} 100\% \le 3\% ;$$

Cấu kiện chịu nén lệch tâm: $F_a \ne F_a'$ và $F_a = F_a'$ (Đối xứng).

http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$$\mu = \frac{F_a}{F_b} 100\% ; \quad \mu' = \frac{F_a'}{F_b} 100\% ;$$

$$\mu_{min} \le \mu + \mu' \le 3,5\%$$

Thường $\mu_t = \mu + \mu' = 0,5\% \div 1,5\%$.

μ_{min} đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm:

μ_{min} =0,05 khi độ mảnh $\lambda \le 17$ hoặc $\lambda_h \le 5$.

=0,1 $17 < \lambda \le 35$ hoặc $\lambda_h \le 10$.

=0,2 $35 < \lambda \le 83$ hoặc $\lambda_h \le 24$.

=0,25 $\lambda > 83$.

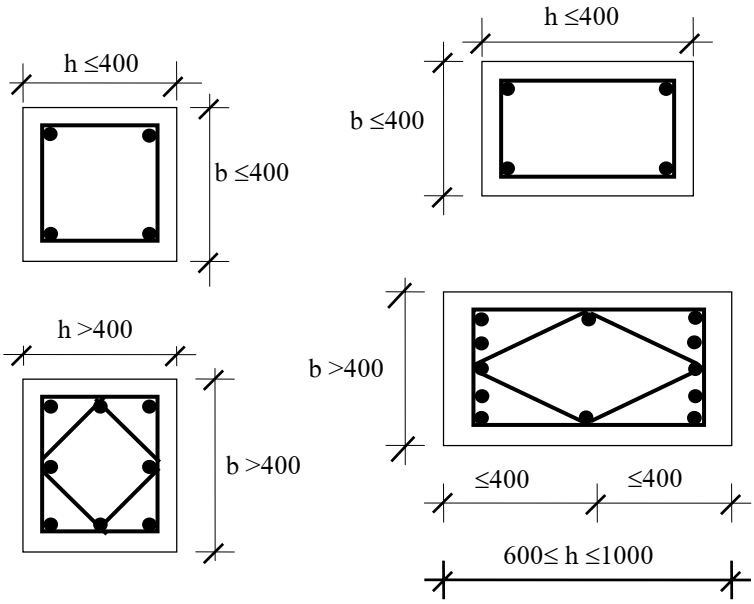
Đối với cấu kiện chịu nén trung tâm thì tính λ theo cạnh bé và μ_{min} lấy giá trị gấp đôi giá trị trên.

*** Bố trí cốt thép dọc:**

Khi chiều cao h > 500 thì với cấu kiện chịu nén lệch tâm cần bố trí cốt dọc cấu tạo trên cạnh h: d ≥ 12 và khoảng cách giữa chúng ≤ 400.

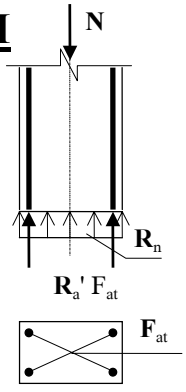
Cốt đai: Vai trò của cốt đai rất quan trọng: ổn định cho cốt dọc chịu nén, định vị cốt dọc khi thi công, chịu lực cắt, chịu các ứng suất do co ngót và thay đổi nhiệt độ.. Ngoài ra cốt đai còn có tác dụng tăng khả năng chịu nén của BT (hạn chế biến dạng nở ngang của BT).

Đường kính cốt đai ≥ ϕ 5, ≥ 0,25d cốt dọc max, khoảng cách các cốt đai ≤ 15d cốt dọc chịu nén min. Trong đoạn nối buộc cốt dọc thì khoảng cách cốt đai ≤ 10d dọc min. Thường cốt đai không tính toán mà chỉ đặt theo cấu tạo, chỉ khi nào lực cắt lớn mới tính.



Khi có yêu cầu độ bền cao hoặc tính dẻo cao, các thanh cốt dọc chịu lực được bố trí trong một đường tròn và cốt đai vuông góc được thay bằng cốt đai uốn tránh hình xoắn ốc.với độ nghiêng khoảng 35-85mm.. Các cột có cốt đai xoắn thường có TD tròn, cũng có thể vuông hoặc đa giác đều cạnh.

2. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU NÉN TRUNG TÂM



2.1. Sơ đồ ứng suất:

Xét 1 thanh BTCT chịu nén trung tâm cho đến khi bị phá hoại:

- Ứng suất trong BT đạt R_n;
- Ứng suất trong cốt thép đạt R_a';

2.2. Căng thæïc cả baín:

Điều kiện cường độ: $N \le \varphi.(R_n.F_b + R_a'.F_{at})$. (6 - 1)

Trong đó:

N: Lực dọc tính toán.

F_b: Diện tích làm việc BT, khi $\mu_1 \le 3\%$ thì $F_b = F$.

$\mu_1 > 3\%$ thì $F_b = F - F_{at}$.

R_n: cường độ chịu nén bê tông .

Chú ý hệ số điều kiện làm việc m_b của BT khi xác định R_n m_b =0,85: Đổ BT theo phương đứng.

m_b =0,85 khi cạnh lớn TD <300..

φ: Hệ số uốn dọc tra bảng phụ thuộc $\lambda = l_0/r$, $\lambda_b = l_0/b$.

http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

2.3.Tính toán tiết diện:

Bài toán 1: Biết kích thước tiết diện F, chiều dài tính toán l_0, lực dọc N, mác bê tông loại cốt thép . Tính F_{at}?

Giải: - Tính $\lambda = l_0/r$ (Hay $\lambda_b = l_0/b$) $\xrightarrow{tra\ bang}$ φ.

- Tính $F_{at} = \dfrac{\dfrac{N}{\varphi} - R_n F}{R'_a}$ (6 - 2)

- Kiểm tra hàm lượng cốt thép: $\mu_{min} \le \mu_t = \dfrac{F_{at}}{F} 100 \le 3\%$

+ Nếu $\mu_t < \mu_{min}$ thì nên giảm kích thước tiết diện, hoặc lấy $F_{at} = \mu_{min}.F$ để bố trí cho TD.

+ Nếu $\mu_t > 3\%$ thì tăng kích thước tiết diện hoặc tăng mác BT. Nếu không tăng được thì lấy $F_b = F - F_{at}$ để tính lại F_{at} và khi $\mu_t > 3\%$ thì phải đặt cốt đai dày hơn.

Bài toán 2: Kiểm tra khả năng chịu lực tiết diện. Biết kích thước TD, F_{at} , l_0, mác bê tông, loại thép. Tính [N]?

Giải: - Tính $\lambda \rightarrow \varphi$ thay vào công thức cơ bản (6-1) để tính [N].

- So sánh khả năng chịu lực của tiết diện với nội lực tính toán $N \le [N]$.

3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM

3.1.Độ lệch tâm ngẫu nhiên:

Độ lệch tâm ban đầu $e_{o1} = M/N$.

Độ lệch tâm ngẫu nhiên e_{ng} do sai lệch kích thước, vị trí khi thi công, do cốt thép bố trí không đối xứng, do BT không đồng nhất ...

Độ lệch tâm tính toán $e_0 = e_{o1} + e_{ng}$.

Độ lệch tâm ngẫu nhiên e_{ng} lấy theo thực tế, nếu chưa có số liệu thực tế thì lấy:

e_{ng} < 1/25h (chiều cao TD).

< 2 cm đối với cột và tấm có chiều dày ≥25 cm.

< 1,5 cm đối với cột và tấm có chiều dày 15÷25 cm.

< 1 cm đối với cột và tấm có chiều dày ≤15 cm.

3.2.Các trường hợp lệch tâm:

Trường hợp lệch tâm lớn: Khi M lớn, N nhỏ → $e_{o1} = M/N$ tương đối lớn. Tiết diện ngang phân ra hai vùng kéo nén rõ rệt. Sự phá hoại bắt đầu từ vùng kéo giống cấu kiện chịu uốn có cốt kép (nếu cốt thép hợp lý). Trường hợp này xảy ra khi $x \le \alpha_0 h_0$.

Thực tế lấy lệch tâm lớn khi $e_0 \ge e_{onh}$. (Độ lệch tâm giới hạn)

Trường hợp lệch tâm bé: Khi N lớn, M bé → e_{o1} tương đối bé, tiết diện ngang cấu kiện chịu nén toàn bộ hoặc có một phần nhỏ chịu kéo. Sự phá hoại thường xảy ra từ miền chịu nén lớn. Khi bị phá hoại : $x > \alpha_0 h_0$.

Thực tế $e_0 < e_{ogh}$.

Độ lệch tâm giới hạn: $e_{0gh} = 0{,}4\ (1{,}25h - \alpha_0 h_0)$. (6 - 3)

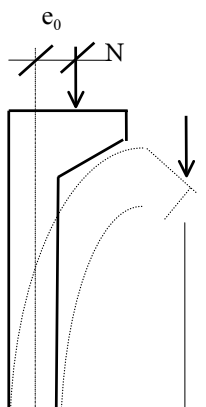
3.3.Ảnh hưởng của hiện tượng uốn dọc:

Xét 1 cấu kiện chịu nén lệch tâm: lực N lệch tâm e_0 làm cho cấu kiện bị võng, do độ võng mà độ lệch tâm e_0 tăng lên thành ηe_0 .

Độ lệch tâm ban đầu e_0.

Độ lệch tâm cuối cùng ηe_0.

Hệ số η xét đến ảnh hưởng của uốn dọc, theo tính toán ổn định:



http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$$\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{th}}} \qquad (6-4)$$

Trong đó N_{dh}: Lực dọc tới hạn của cấu kiện xác định theo công thức thực nghiệm:

$$N_{dh} = \frac{6.4}{l^2}\left(\frac{S}{k_{dh}}E_b J_b + E_a J_a\right) \qquad (6-5)$$

J_a , J_b: Mô men quán tính của toàn bộ diện tích cốt thép dọc, và của tiết diện BT đối với trục qua trọng tâm TD và vuông góc với mp uốn.

S: Hệ số kể đến ảnh hưởng độ lệch tâm ban đầu.

- $e_0 < 0.05$ h lấy S=0.84.
- $e_0 > 5$ h lấy S=0.122.
- $0.05h < e_0 < 5h$ lấy $S = \frac{0.11}{0.1+\frac{e_0}{h}} + 0.1$ (6 - 6)

k_{dh}: Hệ số kể đến ảnh hưởng của tải trọng dài hạn theo công thức thực nghiệm:

$$k_{dh} = 1 + \frac{M_{dh} + N_{dh}.y}{M+N.y} \qquad (6-7)$$

y: kh/cách từ trọng tâm TD đến mép chịu kéo hay chịu nén bé khi chịu tải trọng toàn phần.

M, N: Nội lực do toàn bộ tải trọng gây ra.

M_{dh}, N_{dh}: Phần nội lực do tải trọng dài hạn gây ra.

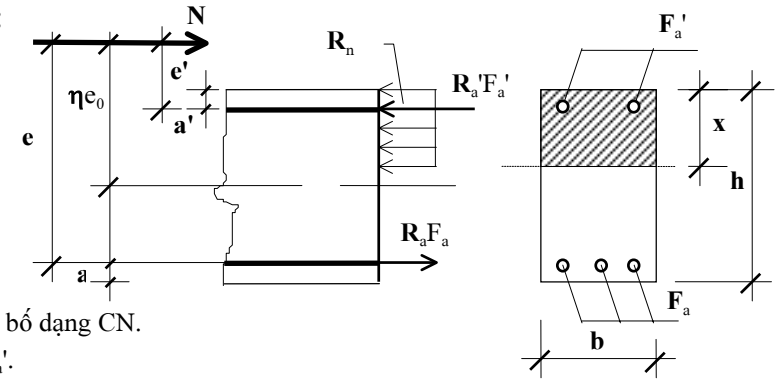
Nếu M_{dh} ngược chiều với M thì M_{dh} mang dấu (-).

Khi tính ra $k_{dh}<1$ thì lấy $k_{dh}=1$ để tính.

Khi $l_0/r \le 28$ (hoặc $l_0/h \le 8$) thì bỏ qua ảnh hưởng uốn dọc.

3.4. Tính toán cấu kiện có tiết diện chữ nhật:

a. Trường hợp lệch tâm lớn:



a) **Sơ đồ ứng suất**:

Gọi e là khoảng cách từ điểm đặt N đến trọng tâm cốt thép F_a;

Gọi e' là khoảng cách từ điểm đặt N đến trọng tâm cốt thép F_a';

Theo sơ đồ bên thì:

$e = \eta e_0 + 0.5h - a$ (6 - 8)

- Ứng suất trong BT vùng nén đạt R_n phân bố dạng CN.
- Ứng suất trong cốt thép chịu nén F_a' là R_a'.
- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo F_a là R_a.

(Ta thấy rằng sơ đồ ứng suất giống như cấu kiện chịu uốn đặt cốt kép).

b) **Công thức cơ bản**:

$\sum X = 0$: $N = R_n b.x + R_a'F_a' - R_aF_a$. (6 - 9)

$\sum M_{Fa} = 0$: $N\,e \le R_n b.x\,(h_0 - 0.5x) + R_a'F_a'(h_0 - a')$. (6 - 10)

Hay $N = \alpha R_n b.h_0 + R_a'F_a' - R_aF_a$.

$N\,e \le A\,R_n b.h_0^2 + R_a'F_a'(h_0 - a')$.

c) **Điều kiện hạn chế**:

- Để đến TTGH ứng suất trong cốt thép chịu kéo $F_a \to R_a$: thì $\alpha \le \alpha_0$ hay $A \le A_0$.
- Để ứng suất trong cốt thép chịu nén F_a' đạt đến R_a' : $x \ge 2a'$.

d) **Các bài toán áp dụng**:

Bài toán 1: Biết b, h, M, N, R_n, R_a, R_a', l_0. Tính F_a, F_a' ?

http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Giải:

Để xác định hệ số uốn dọc η phải giả thiết hàm lượng cốt thép μ_t:

$$\mu_t\% = \frac{F_a + F_a'}{F} 100 = (0{,}8 \div 1{,}2)\%$$

Tính η theo (6-4) → Tính e theo (6-8) .

Bài toán với 2 ptrình (6-9) & (6-10) chứa 3 ẩn: F_a, F_a' và x. Tương tự trường hợp cấu kiện chịu uốn đặt cốt kép loại bớt ẩn bằng cách chọn trước $x = \alpha_0 h_0$. (Tức là đã tận dụng hết khả năng chịu lực vùng nén).

$$F_a' = \frac{N.e - A_0 R_n b.h_0^2}{R_a'(h_0 - a')} \qquad (6-11)$$

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n b.h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a}.F_a' \qquad (6-12)$$

Sau khi tính được cốt thép phải kiểm tra lại so với cốt thép giả thiết ban đầu có xấp xỉ không nếu sai lệch nhiều phải giả thiết lại để tính lại và phải so sánh > μ_{min}.

Bài toán 2: Biết b, h, M, N, R_n, R_a, R_a', l_0 và F_a'. Tính F_a ?

Giải:

Cũng giả thiết μ_T để tính η và e.

Theo (6-10) tính $A = \frac{N.e - R_a'.F_a'(h_0 - a')}{R_n b.h_0^2}$ (6-13)

Nếu: $A > A_0$ Tức F_a' quá ít, xem F_a' chưa biết, tính lại như bài toán 1.

Nếu: $A \le A_0 \xrightarrow{tra\ bang} \alpha$

Nếu: $\frac{2.a'}{h_0} \le \alpha \le \alpha_0$ thì $F_a = \frac{\alpha.R_n b.h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a}.F_a'$ (6-14)

Nếu: $\alpha < \frac{2.a'}{h_0}$ Tức ứng suất trong F_a' chưa đạt R_a', xem trọng tâm vùng nén trùng với trọng tâm F_a':

$\Sigma M_{Fa'} = 0$: $Ne' \le R_a F_a (h_0 - a')$. (6-15)

$\Rightarrow$ $F_a = \frac{N.e'}{R_a(h_0 - a')}$; (6-16)

Trong đó $e' = \eta e_0 - 0.5h + a'$. (6-17)

Bài toán 3: Khi đặt cốt thép đối xứng ($F_a = F_a'$). Biết b, h, l_0, M, N, R_a, R_a', R_n. Tính F_a=F_a' ?

Giải:

Giả thiết μ_t để tính η và e như bài toán 1.

Khi đặt cốt thép đối xứng F_a=F_a' và với loại cốt thép thường R_a= R_a' thì (6-9) trở thành:

$N=R_n b.x$ Suy ra $x = \frac{N}{R_n b}$ (6-18)

Nếu: $2a' \le x \le \alpha_0 h_0$ từ (6-10): $F_a = F_a' = \frac{N.(e - h_0 + 0.5x)}{R_a'(h_0 - a')}$ (6-19)

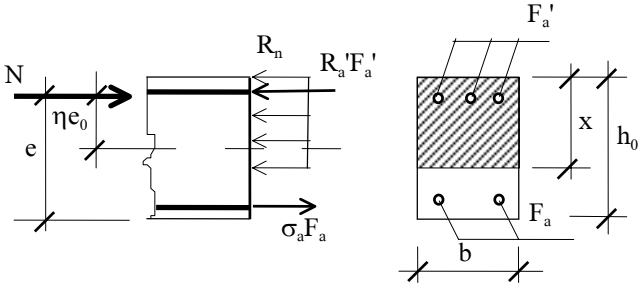
Nếu: $x < 2a'$ tính $F_a = F_a'$ theo (6-16).

Nếu: $x > \alpha_0 h_0$ tính theo lệch tâm bé.

b. Trường hợp lệch tâm bé:

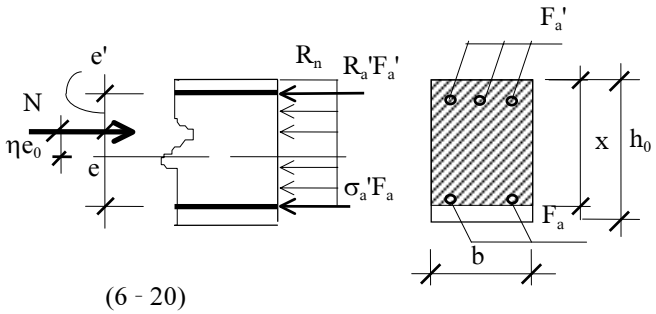
a) **Sơ đồ ứng suất**:

Tùy theo độ lệch tâm e_0 và cấu tạo cốt thép mà trên tiết diện hoặc có một vùng chịu kéo bé hoặc toàn bộ tiết diện chịu nén.



http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam



Biểu đổ ứng suất trong BT có dạng đường cong nhưng để đơn giản tính toán người ta đổi thành hình chữ nhật có chiều cao vùng nén x.

Ứng suất trong F_a' đạt R_a'

Ứng suất trong F_a chỉ đạt σ_a kéo hoặc nén.

Khi e_0 khá bé thì F_a chịu nén, nếu F_a khá bé thì $\sigma_a' \rightarrow R_a'$.

b) **Công thức cơ bản**:

$\sum M_{Fa}= 0$: $Ne \le R_n b.x\ (h_0 - 0.5x) + R_a'F_a'(h_0 - a')$. (6 - 20)

(Hình thức thì giống trên nhưng $x > \alpha_0 h_0$).

$\sum M_{Fa'} = 0$: $Ne' \le R_n b.x\ (0{,}5x - a') \pm \sigma_a F_a(h_0 - a')$. (6 - 21)

$\sum X = 0$: $N = R_n b.x + R_a F_a \pm \sigma_a F_a$. (6 - 22)

Dấu (+) khi F_a chịu nén, dấu (-) khi F_a chịu kéo.

$e' = 0{,}5h - \eta e_0 - a'$. (6 - 23)

Khi tính e' có thể không kể đến e_{ng} hoặc nếu có thì lấy e_{ng} theo hướng làm ↑ e'.

Từ sơ đồ ứng suất ta thấy rằng việc xác định σ_a và x cho các công thức trên cần phải lập thêm điều kiện về quan hệ giữa biến dạng và ứng suất. Với BTCT quan hệ này rất phức tạp, vì vậy để đơn giản có thể dùng một số công thức gần đúng sau:

Khi $\eta e_0 \le 0{,}2h_0$ thì $x = h - \left(\frac{0.5h}{h_0} + 1.8 - 1.4\,\alpha_0\right)\eta e_0$. (6 - 24)

Khi $\eta e_0 > 0{,}2\,h_0$ thì $x = 1{,}8\,(e_{0gh} - \eta e_0) + \alpha_0 h_0$. (6 - 25)

Nhưng không bé hơn $\alpha_0 h_0$ (nếu tính được $x < \alpha_0 h_0$ thì lấy $x = \alpha_0 h_0$).

c) **Điều kiện hạn chế:** $x > \alpha_0 h_0$.

d) **Các bài toán áp dụng:**

Bài toán 1: Biết b, h, l_0, M, N, R_a, R_a', R_n. Tính F_a, F_a' ?

Giải:

Giả thiết μ_t để tính η, e, và e'.

Tùy theo giá trị của ηe_0 mà xác định x theo (6-24) hoặc (6-25)

Biết x sẽ tính được F_a' theo (6-20):

$$F_a' = \frac{N.e - R_n b.x(h_0 - 0.5x)}{R_a'(h_0 - a')} \qquad (6 - 26)$$

Khi $e_0 \ge 0{,}15h_0$ cốt thép F_a được đặt theo cấu tạo (F_a chịu kéo với ứng suất σ_a khá bé).

Khi $e_0 < 0{,}15h_0$ cốt thép F_a chịu nén với ứng suất đáng kể và phải được tính toán theo điều kiện (6-21):

$$F_a = \frac{N.e' - R_n b.x\,(0.5x - a)}{\sigma_a\,(h_0 - a')} \qquad (6 - 27)$$

Trong đó: $$\sigma_0 = \left(1 - \frac{\eta.e_0}{h_0}\right).R_a' \qquad (6 - 28)$$

Kiểm tra lại $\mu_t \approx \mu_{gt}$.

Bài toán 2: Biết b, h, l_0, M, N, R_a, R_n. Tính cốt thép đối xứng $F_a = F_a'$?

Giải:

Giả thiết μ_t để tính η, e, e'.

Tính chiều cao vùng nén $x = \frac{N}{R_n b}$. (Giả sử rằng lệch tâm lớn)

Nếu $x \le \alpha_0 h_0$: Trường hợp lệch tâm lớn (đã xét ở trên)

Nếu $x > \alpha_0 h_0$ thì tính lại x theo (6-24) hoặc (6-25) rồi tính $F_a = F_a'$ theo (6-26).

Kiểm tra hàm lượng cốt thép μ_t có phù hợp với giả thiết không và kiểm tra $\mu_t > \mu_{min}$.

http://vietnam12h.com

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

c. Kiểm tra cường độ của cấu kiện:

Biết b, h, l_0, R_a', R_a, R_n, F_a, F_a'. Kiểm tra xem tiết diện có chịu được M, N không ?

Giải:

- Tính η theo (6-4).
- Xác định chiều cao vùng nén theo (6 - 9): (Giả sử rằng lệch tâm lớn)

$$x = \frac{N + R_a.F_a - R_a'.F_a'}{R_n.b} \qquad (6 - 29)$$

Nếu: $2a' \le x \le \alpha_0 h_0$ Lệch tâm lớn. Tính e theo (6 - 8) rồi kiểm tra theo điều kiện (6 - 10):

$Ne \le R_n b.x\ (h_0 - 0.5x) + R_a'F_a'(h_0 - a')$.

Nếu $x < 2a'$ thì xác định e' theo (6 - 17) rồi kiểm tra theo (6 - 15):

$Ne' \le R_a F_a\ (h_0 - a')$.

Nếu $x > \alpha_0 h_0$: Lệch tâm bé. Tính lại x theo (6-24) hoặc (6-25), tính e theo (6 - 8), e' theo (6 - 23). Rồi kiểm tra theo điều kiện (6 - 20):

$Ne \le R_n b.x\ (h_0 - 0.5x) + R_a'F_a'\ (h_0 - a')$.

Khi $x > 0{,}9\ h_0$ thì kiểm tra thêm theo điều kiện (6 - 21):

$Ne' \le R_n b.x\ (0{,}5x - a) \pm \sigma_a F_a\ (h_0 - a)$.

Với σ_a xác định theo (6 - 28) $\qquad \sigma_0 = \left(1 - \frac{\eta.e_0}{h_0}\right).R_a'$.

http://vietnam12h.com