

## Chương 2

### CAU KIỆN CHÒU NÉN, CAU KIỆN CHÒU KÉO

Cấu kiện chòu nén là cấu kiện chòu tải đứng của lõi nén  $N$  dọc theo trục của nó. Cấu kiện chòu nén thông gặp là các cột của khung, các tấm dầm, thanh vòm, hoặc các thanh chòu nén trong dầm. Tùy theo vị trí của lõi nén  $N$  mà phân biệt thành trường hợp nén thuần tâm và nén lệch tâm.

Cấu kiện chòu kéo là cấu kiện chòu tải đứng của lõi chịu yếu là lõi kéo  $N$ , ngoài ra còn thể chòu thêm mômen uốn  $M$ , lõi cắt  $Q$ . Khi chòu lõi kéo  $N$  tải đứng thuần trục ta có cấu kiện chòu kéo thuần tâm. Khi vò chòu  $N$  vò chòu  $M$  sẽ có trường hợp kéo lệch tâm. Cấu kiện chòu kéo thông gặp là các thanh căng trong vòm, thanh kéo trong dầm, thanh của nòng ống dẫn hơi áp, thanh của bãi chòu, thanh của xilo.

#### 2.1. Những kiến thức cơ bản

##### 2.1.1. Công thức tính toán cơ bản

###### a. Cấu kiện chòu nén thuần tâm

###### Công thức cơ bản

- Phương trình hình chiếu lên trục cấu kiện:

$$N \leq \varphi \cdot (R_n F_b + R_a F_a') \quad (2.1)$$

$$\text{Trong đó } N = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} \quad (2.2)$$

$N_{dh}$ ,  $N_{ngh}$  - lõi dọc tính toán do tải trọng tải đứng dài hạn và ngắn hạn gây ra;  $m_{dh}$  - hệ số kể đến ảnh hưởng của tải trọng dài hạn tra trong (phụ lục 9);  $\varphi$  - hệ số uốn dọc (phụ lục 8);

$F_b$  - diện tích làm việc của bê tông: khi  $\mu_t \leq 3\%$  lấy  $F_b = F$  (diện tích tiết diện của cấu kiện); khi  $\mu_t > 3\%$  lấy  $F_b = F - F_a'$ ;

$F_a'$  - diện tích tiết diện cốt thép.

Bài toán 1: Tính cốt thép  $F_a$  khi biết kích thước tiết diện, chiều dài tính toán  $l_0$ , lõi dọc  $N$  và công nghệ của vật liệu.

- Tiết diện vuông, chiều nhất độ mảnh  $\lambda = \frac{l_0}{b} \leq 30$ , các tiết diện khác nữa mảnh

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{\min}} \leq 120.$$

+ Liên kết 2 đầu khớp  $L_0 = L$  chiều dài thực.

+ Liên kết hai đầu ngàm:  $L_0 = 0,5L$ ;

+ Liên kết một đầu ngàm một đầu khớp:  $L_0 = 0,7L$ ;

+ Liên kết một đầu ngàm một đầu tời do:  $L_0 = 2L$ .

- Khi công cốt thép theo hình vẽ ta có  $N \leq \varphi \cdot (m_b \cdot R_n \cdot F_b + R'_a \cdot F'_a)$

Khi cánh cốt < 30cm, nước theo phòng nông thay:  $m_b = 0,85$ .

$$F'_a = \frac{\frac{N}{\varphi} - R_n \cdot m_b \cdot F_b}{R'_a}$$

He số uốn dọc  $\varphi$  tra bảng phụ lục 8, ta có

+ Kiểm tra điều kiện:  $\mu_{\min} \leq \mu_t = \frac{F'_a}{F_b} \cdot 100\% \leq 3\%$

+ Nếu  $\mu_t < \mu_{\min}$  thì giảm kích thước tiết diện.

+ Nếu  $\mu_t > 3\%$  thì tăng kích thước tiết diện hoặc mật độ cốt thép. Nếu không tăng nước như vậy thì phải lấy  $F_b = F - F'_a$  thay vào công thức tính  $F'_a$  để tính lại.

Khi  $\mu_t > 3\%$  thì phải đặt cốt đai dày hơn quy định.

Sau khi chọn nước kính cốt thép, số cốt thép và bố trí nước yêu cầu cấu tạo.

Bài toán 2: Xác định kích thước tiết diện, tính  $F'_a$  khi biết lực dọc  $N$ .

Tổng cốt thép:  $N \leq \varphi \cdot (m_b \cdot R_n \cdot F_b + R'_a \cdot F'_a)$

Chọn  $\mu = \frac{F'_a}{F_b} = (0,5 \div 1,5)\%$  và giả thiết  $\varphi = 1$  thay vào công thức trên, ta có

$$N \leq F_b \cdot (R_n + \mu \cdot R'_a) \Rightarrow F_b = \frac{N}{R_n + \mu \cdot R'_a}$$

Sau khi có kích thước tiết diện (cốt vuông, tròn, chữ nhật), tính diện tích cốt thép  $F'_a$  theo bài toán 1.

Bài toán 3: Kiểm tra công nước – tìm  $N_{gh}$  khi biết các điều kiện khác.

- Tính nước mảnh  $\lambda$ , tra bảng nước giới hạn  $\varphi$ , thay vào công thức (2.1), các điều kiện bảo nước khả năng chịu lực nếu thỏa mãn điều kiện sau:

$$N \leq N_{gh} = \varphi \cdot (R_n \cdot F_b + R'_a \cdot F'_a)$$

b) Các điều kiện chịu uốn lệch tâm (tiết diện chữ nhật) cốt thép không nước xoắn ( $F_a \neq F'_a$ )

Trường hợp lệch tâm lớn.

Công thức cô bản

- Phương trình cân bằng hình chiếu

$$N \leq R_n \cdot b \cdot x + R'_a \cdot F'_a - R_a \cdot F_a \quad (2.3)$$

$$N \leq R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha + R'_a \cdot F'_a - R_a \cdot F_a \quad (2.4)$$

- Phương trình cân bằng mômen với nước nứt của hộp lõi cốt thép

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot x \cdot \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') \quad (2.5)$$

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot h_0^2 \cdot A + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') \quad (2.6)$$

- Điều kiện hạn chế

$$2a' \leq x \leq \alpha_0 \cdot h_0 \text{ hoặc } \frac{2a'}{h_0} \leq \alpha \leq \alpha_0 \quad (2.7)$$

Bài toán 1: Tính  $F_a$  và  $F_a'$  khi biết các điều kiện  $b, h, l_0, M, N, \dots$

- Nếu  $\eta \cdot e_0 \geq e_{ogh} = 0,4 \cdot (1,25 \cdot h - \alpha_0 \cdot h_0)$  tính theo các điều kiện lệch tâm lớn.

Thay  $A = A_0$  vào công thức (2.4) ta có:

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

- Nếu  $F_a' \geq \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$  ( $\mu_{\min}$  theo bảng 1001), thay  $\alpha = \alpha_0$  vào (2.4) ta có:

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n \cdot b \cdot h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a} \cdot F_a'$$

- Nếu  $F_a' < \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$ , lấy  $F_a' = \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$  và tính  $F_a$  nhờ bài toán đối ngẫu.

Bài toán 2: Tính  $F_a$  khi biết  $F_a'$  và các điều kiện khác:

Từ công thức (2-6) tính nội lực  $A$ :

$$A = \frac{N \cdot e - R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a')}{R_n \cdot b \cdot h_0^2}$$

Từ  $A$  tính hoặc tra bảng nội lực giá trị của  $\alpha$ .

- Nếu  $\frac{2a'}{h_0} \leq \alpha \leq \alpha_0 \cdot h_0$  (hoặc  $2a' \leq x = \alpha_0 \cdot h_0$ ), thay  $\alpha$  vào (2-4):

$$F_a = \frac{\alpha \cdot R_n \cdot b \cdot h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a} \cdot F_a'$$

- Nếu  $\alpha \leq \frac{2a'}{h_0}$  (hoặc  $x < 2a'$ ), lấy  $x = 2a'$ . Từ phương trình mômen với trục tâm

$F_a'$  ta tính nội lực:

$N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a')$ ; từ đây rút  $F_a$  ra, ta nội lực:

$$F_a = \frac{N \cdot e'}{R_a \cdot (h_0 - a')}$$

- Nếu  $\alpha > \alpha_0$  ( $A > A_0$ ), tính chung theo các điều kiện lệch tâm nhỏ

Trường hợp lệch tâm nhỏ Trường hợp này  $e$  và  $e'$  tính theo biểu thức

$$\text{sau: } e = \eta \cdot e_0 + \frac{h}{2} - a; \quad e' = \frac{h}{2} - \eta \cdot e_0 - a'$$

Công thức cốt thép

- Phương trình mômen nối với trục qua trọng tâm  $F_a$  ta có:

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a') \quad (2.8)$$

- Phương trình hình chiếu ta có:

$$N \leq R_n \cdot b \cdot x + R_a' \cdot F_a' \pm \sigma_a F_a \quad (2.9)$$

Trong nội lực lấy (-) khi  $x < h_0$  và dấu (+) khi  $x \geq h_0$  (do có thể có mặt phần hoặc toàn bộ tiết diện bê tông chúi nên) và  $\sigma_a$  trong (2.9) tính theo công thức

$$\sigma_a = \left(1 - \frac{\eta \cdot e_0}{h_0}\right) \cdot R_a \quad (2.10)$$

Có thể tính gần đúng x theo công thức:

$$x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_0} - 1,4 \cdot \alpha_0\right) \cdot \eta \cdot e_0, \text{ khi } \eta \cdot e_0 \leq 0,2 \cdot h_0 \quad (2.11)$$

$$x = 1,8 \cdot (0,3 \cdot h_0 - \eta \cdot e_0) + \alpha_0 \cdot h_0, \text{ khi } 0,2 \cdot h_0 < \eta \cdot e_0 \quad (2.12)$$

- Nếu kiểm tra sai

$$x > \alpha_0 \text{ hoặc } \alpha > \alpha_0 \quad (2.13)$$

Bài toán thiết kế Tính  $F_a$  và  $F_a'$  khi biết  $b, h, l_0, M, N, R_a, R_a', R_n$  và các hệ số.

- Xét hệ số uốn dọc:  $\frac{l_0}{h} \leq 10$  ta coi  $\eta = 1$ ;  $\frac{l_0}{h} > 10$  tính  $\eta$  theo công thức sau:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{400 \cdot R_n \cdot F} \left(\frac{l_0}{h}\right)^2} \quad (2.14)$$

Trong nội h – cánh theo phương song song với mặt phẳng uốn.

- Xét trường hợp tính toán:  $\eta \cdot e_0 = \eta \cdot \frac{M}{N} < 0,3h_0$  tính cấu kiện nhỏ nên lệch tâm nhỏ

- Tính x theo (2.11), (2.12) thay x vào (2.8), (2.9) ta có

$$F_a' = \frac{N \cdot e - R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x)}{R_a' \cdot (h_0 - a')} \quad (2.15)$$

$$F_a = \frac{1}{\sigma_a} \cdot (R_n \cdot b \cdot x + R_a' \cdot F_a' - N) \quad (2.16)$$

Sau khi tính toán kiểm tra lại hàm lượng cốt thép, chọn và bố trí theo yêu cầu cấu tạo.

$$\mu_a \text{ và } \mu_a' \text{ phải } > 0,002 \cdot b \cdot h_0$$

$$\mu_{\min} < \mu = \mu_a + \mu_a' < \mu_{\max}$$

$$\Delta\mu = |\mu - \mu_t| \leq 0,25\%$$

Nếu  $\Delta\mu > 0,25\%$  tính lại  $N_{th}$  và  $\eta$ .

$$\text{Với } \bar{\mu} = \frac{\mu + \mu_t}{2}$$

c) Tính cấu kiện chịu nén lệch tâm tiết diện chữ nhật cốt thép nối xing ( $F_a = F_a'$ )

Kết cấu bê tông cốt thép nén lệch tâm nhất thép nối xing nối tính toán nhỏ sau:

- Xét hệ số uốn dọc:  $\frac{l_0}{h} \leq 10$  ta coi  $\eta = 1$ ;  $\frac{l_0}{h} > 10$  tính  $\eta$  theo (2.14).

Giải thiết lập nên lệch tâm lớn, từ (2.3) tính nối chiều cao vung nên:

$$x = \frac{N}{R_n \cdot b} \quad (2.17)$$

- Nếu  $2a' \leq x < \alpha_0 \cdot h_0$ : thì dùng làm nền lệch tâm lôn, thay x vào (2.5) tính nội:

$$F_a = F'_a = \frac{N \cdot e - R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x)}{R'_a \cdot (h_0 - a')} \quad (2.18)$$

- Nếu  $x < 2a'$ : cấu kiện làm nền lệch tâm lôn không thoả mãn nhiều kiện (2.13), đồng thời  $N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a')$  tính nội:

$$F_a = F'_a = \frac{N \cdot e'}{R'_a \cdot (h_0 - a')} \quad (2.19)$$

- Nếu  $x \geq \alpha_0 \cdot h_0$ : cấu kiện làm nền lệch tâm bị cần tính lại x theo (2.11), (2.12), thay vào (2.8) tính nội:

$$F_a = F'_a = \frac{N \cdot e - R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x)}{R'_a \cdot (h_0 - a')} \quad (2.20)$$

Sau khi tính cần kiểm tra hàm lượng cốt thép, chọn và bố trí chúng theo yêu cầu cấu tạo.

#### d. Kiểm tra công năng cấu kiện chịu nén lệch tâm tiết diện chữ nhật

Có hai bài toán kiểm tra công năng như sau: kiểm tra kết cấu có đủ khả năng chịu lực hay không? Và xác định  $N_{gh}$  ứng với nội lệch tâm  $e_0$  nào đó. Thông thường người ta kiểm tra theo trường hợp như trên. Với momen M và lực dọc N tại tiết diện có b, h,  $l_0$ ,  $R_a$ ,  $R'_a$ ,  $F_a$ ,  $F'_a$  và các hệ số qua trình tính toán như sau:

- Xét uốn dọc tính nội hệ số  $\eta$ :

Giả thiết cấu kiện chịu nén lệch tâm lôn, đồng thời (2.3) suy ra:

$$x = \frac{N + R_a \cdot F_a - R'_a \cdot F'_a}{R_n \cdot b} \quad (2.21)$$

- Nếu  $2a' \leq x < \alpha_0 \cdot h_0$ : thì kiểm tra công năng theo (2.5).

- Nếu  $x < 2a'$ : thì kiểm tra theo công thức  $N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a')$ .

- Nếu  $x \geq \alpha_0 \cdot h_0$ : cấu kiện làm nền lệch tâm bị. Tính x theo (2.11), (2.12),  $\sigma_a$  theo (2.10), thay vào công thức (2.9) và (2.8) cả hai công thức này thoả mãn cấu kiện mới đảm bảo an toàn về công năng.

#### e) Cấu kiện chịu kéo nghiêng tâm

- Khi tính toán cấu kiện chịu kéo nghiêng tâm, coi bê tông không tham gia chịu lực vì nằm bên trong, toàn bộ lực kéo do cốt thép chịu. Nhiều kiện và khả năng chịu lực là

$$N \leq R_a \cdot F_a \quad (2.22)$$

- Đồng thời (2.22) để dạng tính ra diện tích cốt thép khi biết lực kéo. Diện tích tiết diện bê tông thông nội chọn theo cấu tạo.

#### f. Tính cấu kiện chịu kéo lệch tâm tiết diện chữ nhật

\* Trường hợp lệch tâm lôn

- Cấu kiện chịu kéo lệch tâm lớn khi lực dọc lệch tâm  $N$  nằm ngoài phạm vi  $F_a$  và  $F_a'$ . Với tiết diện chữ nhật:

$$e_0 = \frac{M}{N} > \frac{h}{2} - a$$

Công thức cô bán

$$N \leq R_a \cdot F_a - R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha - R_a' \cdot F_a' \quad (2.23)$$

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot h_0^2 \cdot A + R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a') \quad (2.24)$$

Nhieu kiện hạn chế

$$2a' \leq x < \alpha_0 \cdot h_0 \quad (2.25)$$

và 
$$e_0 \geq \frac{h}{2} - a \quad (2.26)$$

Các bài toán:

Bài toán 1: Tính  $F_a$  và  $F_a'$  khi biết  $b, h, M, N, R_a, R_a'$  và các hệ số

Khi  $e_0 \geq \frac{h}{2} - a$  tính theo kéo lệch tâm lớn.

Lấy  $x = \alpha_0 \cdot h_0$  (tức là  $\alpha = \alpha_0; A = A_0$ ). Thay  $A = A_0$  vào (2.24) ta có

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

- Nếu  $F_a' \geq \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$  thay  $\alpha = \alpha_0$  vào (2-23) ta có

$$F_a = \frac{1}{R_a} \cdot (N + R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha_0 + R_a' \cdot F_a')$$

- Nếu  $F_a' < \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$  lấy  $F_a' = \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$ , bài toán trở thành biết  $F_a'$  tính  $F_a$  theo dạng bài toán hai dôi này

Bài toán 2: Tính  $F_a$  khi biết  $F_a', b, h, M, N, R_a, R_a'$  và các hệ số

Từ công thức (2.24) tính được:

$$A = \frac{N \cdot e - R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a')}{R_n \cdot b \cdot h_0^2}$$

Từ A xác định được  $\alpha$ .

- Nếu  $\frac{2a'}{h_0} \leq \alpha \leq \alpha_0$  hoặc  $2a' \leq x = \alpha \cdot h_0 \leq \alpha_0 \cdot h_0$ , từ (2-23) suy ra:

$$F_a = \frac{1}{R_a} \cdot (N + R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha + R_a' \cdot F_a')$$

- Nếu  $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$  hoặc  $x < 2a'$ , có thể  $F_a'$  nằm  $\sigma_a' < R_a'$ , cho phép dùng  $x = 2a'$ , từ

phương trình momen với trục tâm  $F_a'$  ta có

$$N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a')$$

Vậy 
$$F_a = \frac{N \cdot e'}{R_a \cdot (h_0 - a')}$$

Bài toán 3: Kiểm tra công nợ

- Chặt tính nhỏ khi lệch tâm lớn khi  $e_0 \geq \frac{h}{2} - a$ . Có hai trường hợp trong bài toán kiểm tra công nghệ

- Thông thường chặt kiểm tra xem cấu kiện chịu lệch tâm có tuân theo và công nghệ hay không với M và N tại tiết diện có b, h,  $R_n$ ,  $R_a$ ,  $F_a'$  và các hệ số

- Ta tính nội lực chiều cao vung nên x theo công thức sau:

$$x = \frac{R_a \cdot F_a - R_a' \cdot F_a' - N}{R_n \cdot b}$$

- Nếu  $2a' \leq x < \alpha_0 \cdot h_0$  thay x hoặc  $A = \alpha \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{z}\right)$ , trong nội  $\alpha = \frac{x}{h_0}$  vào (2.24) để kiểm tra.

- Nếu  $x < 2a'$ : kiểm tra theo điều kiện:  $N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a')$ .

- Nếu  $x > \alpha_0 \cdot h_0$  thay  $x = \alpha_0 \cdot h_0$  hoặc  $A = A_0$  vào (2-24) để kiểm tra.

\* Trường hợp lệch tâm bé

Khi lệch tâm bé xảy ra khi  $e_0 \geq \frac{h}{2} - a$

### Công thức cơ bản

- Điều kiện về công nghệ nội lực suy từ phương trình cân bằng mômen nội với các trục đi qua trọng tâm cốt thép  $F_a$  và  $F_a'$ :

$$N \cdot e \leq R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a') \quad (2.27)$$

$$N \cdot e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a') \quad (2.28)$$

Các bài toán:

Bài toán 1: Tính cốt thép  $F_a$  và  $F_a'$  khi biết các điều kiện khác.

Theo (2.27), (2.28) tính nội lực  $F_a$  và  $F_a'$ . Diện tích cốt thép phải thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{F_a}{b \cdot h_0} > \mu_{\min} \quad \text{và} \quad \frac{F_a'}{b \cdot h_0} \geq \mu_{\min}$$

Bài toán 2: Kiểm tra công nghệ

Khi  $e_0 < \frac{h}{2} - a$ , cấu kiện chấp an toàn khi bảo đảm cả hai điều kiện (2.27) và (2.28).

## 2.2. Bài tập và lời giải

### 2.2.1. Cấu kiện chịu nén nghiêng tâm

Bài 1: Cho một cột bê tông cốt thép nghiêng theo phương thẳng đứng, chịu nén nghiêng tâm. Hai đầu ngàm, chiều dài cột 3,6m. Kích thước tiết diện cột  $(b \times h) = (20 \times 20) \text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Tải trọng tác dụng lên cột bao gồm: Tải trọng dài hạn  $P_{dh} = 27,15 \text{ T}$ ; và tải trọng ngắn hạn  $P_{ng} = 15 \text{ T}$ .

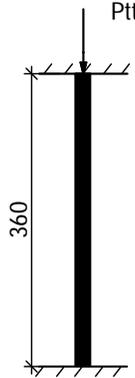
Yêu cầu hãy tính toán và bố trí cốt thép cho cấu kiện trên?

Giai:

Từ việc kiến trúc bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$R_a = 2100 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2.$$

Bước 1: Chọn số nội tính toán:



Bước 2: Xác định tải trọng tính toán:

Áp dụng công thức:  $P_{tt} = \frac{P_{dh}}{m_{dh}} + N_{nh}$

+ Xác định  $m_{dh}$ : từ số mảnh  $\lambda = \frac{l_0}{b} = \frac{0,5 \cdot 3,6}{0,2} = 9$

Tra phải lực 8 và nội suy bậc nhất ta được  $\phi = 0,99 \Rightarrow m_{dh} = 0,99$

Thay số  $P_{tt} = \frac{27,15}{0,99} + 15 = 42,42 \text{ (T)}$ .

Bước 3: Xác định nội lực lớn nhất:  $N_{max} = P_{tt} = 42,42 \text{ (T)}$ .

Bước 4: Tính toán cốt thép

$$F'_a = \frac{\frac{N_{max} - R_n \cdot m_b \cdot F_b}{\phi}}{R_a} = \frac{\frac{42,42 \cdot 10^3 - 90 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 20 \cdot 20}{0,99}}{2100} = 8,02 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Bước 5: Bố trí cốt thép và kiểm tra:

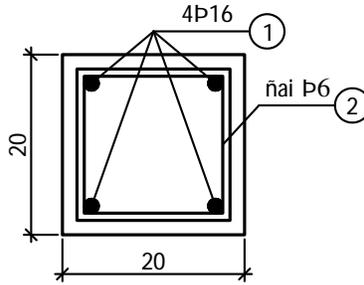
- Chọn 4φ16 có  $F_a = 8,04 \text{ cm}^2$ ,

- Kiểm tra hàm lượng cốt thép:

$$\mu_{min} = 0,05\% < \mu_t = \frac{F_a^{chon}}{F} \cdot 100\% < \mu_{max} = 3\%$$

$$\mu_t = \frac{F_a^{chon}}{F} \cdot 100\% = \frac{8,04}{20 \cdot 20} \cdot 100\% = 2,01\% < \mu_{max} = 3\%$$

Chọn cốt đai φ6 khoảng cách cốt đai là 20cm.



**Kết luận:** Chọn và bố trí thép: 4P16 nải P6 ở 4 góc của tiết diện.

**Bài 2:** Cho một cột bê tông cốt thép có tiết diện tròn, ngoài toàn khối theo phòng thang nóng, chịu nén trung tâm. Một nầu ngàm một nầu khớp, chiều dài cột 4m. Thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Tải trọng tác dụng lên cột bao gồm: Tải trọng dài hạn  $N_{dh} = 30,5 T$ ; và tải trọng ngắn hạn  $N_{ngh} = 2,1T$ .

**Yêu cầu:** Chọn kích thước tiết diện, tính cốt thép chịu lực?

**Giải:**

Tổn hiệu kiến trúc bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%.$$

**Bước 1:** Chọn sơ bộ tính toán

**Bước 2:** Chọn kích thước:

- Giả thiết:  $\mu = 1\%$  và  $\varphi = 1$ ; thay vào công thức ta có

$$N_{tt} = 30,5 + 2,1 = 32,6 T.$$

$$F_b = \frac{N_{tt}}{R_n + \mu \cdot R_a} = \frac{32,6 \cdot 10^3}{90 + 0,01 \cdot 2700} = 278,632 \text{ cm}^2$$

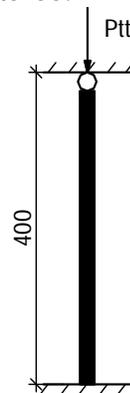
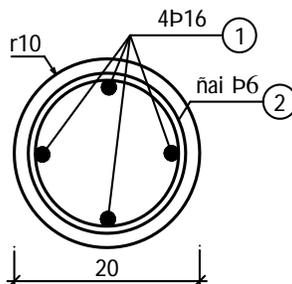
- Với  $F_b = \pi \cdot r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{F_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{278,632}{3,14}} = 9,42 \text{ cm}$

Chọn  $r = 10 \text{ cm}$

**Bước 3:** Tính cốt dọc:

Xét uốn dọc:  $\lambda = \frac{L_0}{r} = \frac{\mu \cdot l}{r} = \frac{0,7 \cdot 400}{10} = 28 > 10 \rightarrow m_{dh} = 1$  và  $\varphi = 0,98$

$$N_{tt} = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} = \frac{30,5}{1} + 2,1 = 32,6 T.$$



$$F'_a = \frac{\frac{N}{\varphi} - m_b \cdot R_n \cdot F_b}{R_a} = \frac{\frac{40,5 \cdot 10^3}{0,98} - 0,85 \cdot 0,85 \cdot 90 \cdot 3,14 \cdot 10^2}{2700} = 4,512 \text{ cm}^2$$

**Böôic 4:** Kiểm tra

$$3\% > \frac{F'_a}{F_b} = \frac{4,533}{346,154} \cdot 100 = 1,31\% > \mu_{\min} = 0,1\%$$

Chọn vào bố trí cốt thép: 4φ12 làm cốt ch÷u lõi.

**Bài 3:** Cho một cột bê tông cốt thép có tiết diện vuông, ngoài toàn khối theo phương thẳng đứng, chịu nén ñiing tâm  $N_{tt} = 137,3 \text{ T}$ . Chiều dài tính toán cột  $L_0 = 4,2 \text{ m}$ . Thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Hệ số làm việc của bê tông  $m_b = 0,85$ .

Yêu cầu: Xác ñinh kích thước tiết diện, tính cốt thép ch÷u lõi?

**Giai:**

Từ ñiều kiện ñầu bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$R_a = 2300 \text{ kg/cm}^2; R_n = 90 \text{ kg/cm}^2; \mu_{\min} = 0,4\%.$$

**Böôic 1:** Chọn kích thước:

Giai thiết:  $\mu = 1,05\%$  và  $\varphi = 1$

thay vào công thức ta có

$$F_b = \frac{N_{tt}}{R_n + \mu \cdot R_a} = \frac{137,3 \cdot 10^3}{90 + 0,0105 \cdot 2300} = 1202,8 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{F_b} = \sqrt{1202,8} = 34,681 \text{ cm}.$$

- Chọn tiết diện cột: (40x40) cm.

**Böôic 2:** Tính cốt dọc

$$\text{- Tính } \lambda = \frac{L_0}{b} = \frac{420}{40} = 10,5;$$

Tra bảng và ñối suy bậc nhất ta ñöôic  $\varphi = 0,97375$

- Tính diện tích cốt thép:

$$F'_a = \frac{\frac{N}{\varphi} - m_b \cdot R_n \cdot F_b}{R_a} = \frac{\frac{137,3 \cdot 10^3}{0,97375} - 0,85 \cdot 0,85 \cdot 90 \cdot 40^2}{2300} = 16,07 \text{ cm}^2$$

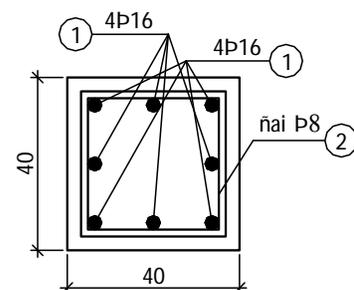
**Böôic 3:** Kiểm tra vào bố trí

$$\mu_{\min} = 0,4\% < \mu = \frac{F'_a}{F_b} \cdot 100\% = \frac{16,07}{40 \cdot 40} \cdot 100\% = 1,004\% < \mu_{\max} = 3\%.$$

$$\Delta\mu = \frac{\mu_{\text{gt}} - \mu}{\mu} = \frac{1,05 - 1,004}{1,004} \cdot 100\% = 4,54\%$$

- Chọn 8φ16 có  $F_a = 16,08 \text{ cm}^2$  làm cốt dọc ch÷u lõi.

- Chọn cốt ñai: φ6, a200.



**Bài 4:** Cho một cột bê tông cốt thép nổi toan khỏi theo phương thẳng đứng, chịu nén trung tâm, cốt thép nhóm AI có kích thước tiết diện  $b \times h = (25 \times 25) \text{ cm}$ . Một đầu ngàm một đầu khớp, chiều dài cột 4,3m. Thuộc công trình cấp III, dung bê tông mác 200, cốt thép nhất  $4\phi 16(8,04) \text{ cm}^2$ . Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $N_{dh} = 35 \text{ T}$ ,  $N_{ngh} = 10 \text{ T}$ .

**Yêu cầu:** Kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện?

**Giai:**

Từ điều kiện bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$R_a = 2100 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%.$$

$$\text{Xét uốn dọc: } \frac{l_0}{b} = \frac{\mu \cdot l}{b} = \frac{0,7 \cdot 430}{25} = 12,04 > 10 \rightarrow m_{dh} = 0,9545, \varphi = 0,9545$$

$$N_{tt} = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} = \frac{35}{0,9545} + 10 = 46,67 \text{ (T)}.$$

$$N_{tt} \leq N_{gh} = \varphi \cdot (m_b \cdot R_n \cdot F_b + R_a \cdot F_a) = 0,96 \cdot (0,85 \cdot 90 \cdot 25 \cdot 25 + 2100 \cdot 8,04) = 61753 \text{ (kG)} = 61,753 \text{ T}.$$

$$N_{tt} = 46,67 \text{ T} < N_{gh} = 61,753 \text{ T}.$$

**Kết luận:** Cấu kiện đủ khả năng chịu lực.

## 2.2.2. Cấu kiện chịu nén lệch tâm

### a) Nén lệch tâm lớn

**Bài 5:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, Một đầu ngàm một đầu gối đỡ, có tiết diện chôn nhất  $(b \times h) = (40 \times 60) \text{ cm}$ , thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 3,6m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Nội lực do tải trọng tính toán gây ra  $M_{dh} = 24 \text{ Tm}$ ,  $M_{ngh} = 10 \text{ Tm}$ ,  $N_{dh} = 65 \text{ T}$ ,  $N_{ngh} = 30 \text{ T}$ . Với  $a = a' = 4 \text{ cm}$ .

**Yêu cầu:** Hãy tính toán cốt thép  $F_a, F_a'$ .

**Giai:**

Từ điều kiện bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,65; A_0 = 0,439; R_a = 2100 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,2\%;$$

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56 \text{ (cm)}.$$

$$\text{Xét uốn dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{\mu \cdot l}{h} = \frac{2 \cdot 360}{60} = 12 > 10 \rightarrow m_{dh} = 0,955$$

$$e_{0dh} = \frac{M_{dh}}{N_{dh}} = \frac{24}{65} \approx 0,36923 \text{ (m)} \approx 36,923 \text{ cm}.$$

$$M_{edh} = \frac{m_{dh} + 2 \cdot \frac{e_{0dh}}{h}}{1 + 2 \cdot \frac{e_{0dh}}{h}} = \frac{0,955 + 2 \cdot \frac{36,923}{60}}{1 + 2 \cdot \frac{36,923}{60}} = 0,9798.$$

$$N = \frac{N_{dh}}{m_{edh}} + N_{ngh} = \frac{65}{0,9798} + 30 = 96,338 \text{ (T)}.$$

$$M = \frac{M_{dh}}{m_{edh}} + M_{ngh} = \frac{24}{0,9798} + 10 = 34,49 \text{ (Tm)}.$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{34,49}{96,338} = 0,358 \text{ (m)} = 35,8 \text{ cm}.$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{400 \cdot R_n \cdot F} \left( \frac{l_0}{h} \right)^2} = \frac{1}{1 - \frac{96338}{400 \cdot 90 \cdot 40 \cdot 60} \left( \frac{720}{60} \right)^2} = 1,191$$

$$\eta e_0 = 1,191 \cdot 35,8 \approx 42,64 \text{ (cm)} > 0,3 \cdot h_0 = 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ (cm)} \rightarrow \text{nein lech tam lon.}$$

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 42,64 + \frac{60}{2} - 4 = 68,64 \text{ cm}$$

$$F'_a = \frac{N \cdot e - A_0 \cdot R_n \cdot b \cdot h_0^2}{R'_a (h_0 - a')} = \frac{96388 \cdot 68,64 - 0,439 \cdot 90 \cdot 40 \cdot 56^2}{2100 \cdot (56 - 4)}$$

$$\approx 15,2 \text{ cm}^2 > 0,002 \cdot b \cdot h_0 = 0,002 \cdot 40 \cdot 56 = 4,48 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

$$F_a = \frac{R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha_0 - N}{R_a} + F'_a = \frac{90 \cdot 40 \cdot 56 \cdot 0,65 - 96388}{2100} + 15,2 \approx 31,7 \text{ (cm}^2\text{)} > 4,48 \text{ (cm}^2\text{)}$$

**Ket luan:** Chọn va bo trí cốt thép:  $F'_a = 2\phi 22$ ; va  $F_a = 4\phi 32$ .

**Bai 6:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, cốt thép diện chôn nhất (bxh) = (30x50)cm, thuộc công trình cấp III, chiều dài tính toán cột  $L_0 = 4\text{m}$ . Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán gây ra  $M_{dh} = 10\text{Tm}$ ,  $M_{ngh} = 5\text{Tm}$ ,  $N_{dh} = 45\text{T}$ ,  $N_{ngh} = 30\text{T}$ . Biết miền nén nào nhất  $2\phi 20(6,28)\text{cm}^2$ . Với  $a = a' = 3,5\text{ cm}$ .

**Yêu cầu:** Hãy tính toán cốt thép  $F_a$  cho cấu kiện trên.

**Giai:**

Tồn hiệu kiện nào bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta coi

$$\alpha_0 = 0,6; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$h_0 = h - a = 50 - 3,5 = 46,5 \text{ (cm)}.$$

$$\text{Xét uốn dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{400}{50} = 8 < 10 \rightarrow \eta = 1; m_{edh} = 1$$

$$N = N_{dh} + N_{ngh} = 45 + 30 = 75 \text{ (T)}.$$

$$M = M_{dh} + M_{ngh} = 10 + 5 = 15 \text{ (T.m)}.$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{15}{75} = 0,20 \text{ (m)} = 20 \text{ cm} > 0,3h_0 = 0,3 \cdot 46,5 = 13,95 \text{ (cm)}.$$

$\rightarrow$  nein lech tam lon

$$e = \eta \cdot e_0 + \frac{h}{2} - a = 1 \cdot 20 + \frac{50}{2} - 3,5 = 41,5 \text{ (cm)}.$$

$$A = \frac{N \cdot e - R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a')}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot 41,5 - 2700 \cdot 6,28 \cdot (46,5 - 3,5)}{90 \cdot 30 \cdot 46,5^2} = 0,408 < A_0$$

$$\frac{2.a'}{h_0} = \frac{2.3,5}{46,5} = 0,1505 < \alpha = 0,57 < \alpha_0 = 0,6. \text{ Vậy thỏa mãn nhiều kiến hạn chế}$$

$$F_a = \frac{R_n b h_0 \alpha_0 - N}{R_a} + F'_a = \frac{90.30.46,5.0,6 - 75.10^3}{2700} + 6,28 = 5,007(\text{cm}^2).$$

$$F_a = 5,007 > F_{\min} = 0,001.b.h_0 = 0,001.30.46,5 = 1,395(\text{cm}^2).$$

Chọn vào bố trí cốt thép:  $F'_a = 2\phi 20$ ,  $F_a = 2\phi 18$ .

**Bài 7:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, một đầu ngàm một đầu tự do, cốt thép diện chôn nhất (b x h) = (50 x 70) cm, thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 3m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán gây ra  $M_{dh} = 26\text{T.m}$ ,  $M_{ngh} = 20\text{T.m}$ ,  $N_{dh} = 40\text{T}$ ,  $N_{ngh} = 70\text{T}$ . Với  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép nội xung  $F_a$ ?

**Giai:**

Từ nhiều kiến thức bài tra phải lực 10 (phan Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,6; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$h_0 = h - a = 70 - 4 = 66\text{cm}.$$

$$\text{Xét uốn dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{\mu.l}{h} = \frac{2.300}{70} = 8,571 < 10 \rightarrow \eta = 1; m_{edh} = 1$$

$$N = N_{dh} + N_{ngh} = 40 + 70 = 110(\text{T}).$$

$$M = M_{dh} + M_{ngh} = 26 + 20 = 46(\text{T.m}).$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{46}{110} = 0,4182(\text{m}) = 41,82\text{cm} > 0,3h_0 = 0,3.66 = 19,8(\text{cm}).$$

→ nén lệch tâm lớn.

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1.41,82 + \frac{70}{2} - 4 = 72,82(\text{cm}).$$

$$x = \frac{N}{R_n \cdot b} = \frac{110.10^3}{90.50} = 24,44(\text{cm}).$$

$$2a' = 2.4 = 8 < x = 24,44 < \alpha_0 \cdot h_0 = 0,6.66 = 39,6(\text{cm}).$$

$$F_a = F'_a = \frac{N \cdot e - R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x)}{R'_a (h_0 - a')} \\ = \frac{110.10^3 \cdot 72,82 - 90.50 \cdot 24,44 \cdot (66 - 0,5 \cdot 24,44)}{2700 \cdot (66 - 4)} = 12,52(\text{cm}^2).$$

Chọn vào bố trí cốt thép:  $F_a = F'_a = 4\phi 20$  với  $F_a = 12,56\text{cm}^2$ .

**Bài 8:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, một đầu ngàm một đầu khớp, cốt thép diện chôn nhất (b x h) = (40 x 70) cm, thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 7m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M_{tt} = 40\text{T.m}$ ,  $N = 120\text{T}$ . Biết miền nén nhất nhất  $4\phi 20$  ( $F'_a = 12,56$ )  $\text{cm}^2$ , miền kéo nhất bố trí  $4\phi 22$  ( $F_a = 15,2$ )  $\text{cm}^2$ , Với  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chịu lực của cầu kiến?

Giai:

Tổn hiệu kiến này bài tra phải lực 10 (phần kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$\alpha_0 = 0,6; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$h_0 = h - a = 70 - 4 = 66(\text{cm}).$$

$$\text{Hệ số dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{\mu \cdot l}{h} = \frac{0,7 \cdot 700}{70} = 7 < 10 \rightarrow \eta = 1; m_{\text{edh}} = 1$$

Gia thiết cầu kiến chịu nén lệch tâm lớn:

$$x = \frac{N_{\text{tt}} + R_a \cdot F_a - R'_a \cdot F'_a}{R_n \cdot b} = \frac{120 \cdot 10^3 + 2700 \cdot 15,2 - 2700 \cdot 12,56}{90 \cdot 40} = 31,353(\text{cm}).$$

$$2a' = 2 \cdot 4 = 8 < x = 31,353 < \alpha_0 \cdot h_0 = 0,6 \cdot 66 = 39,6(\text{cm}).$$

Do đó cầu kiến chịu nén lệch tâm lớn.

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{40}{120} = 0,3333(\text{m}) = 33,33\text{cm}.$$

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1 \cdot 33,33 + \frac{70}{2} - 4 = 64,33(\text{cm}).$$

- Cầu kiến sẽ nứt khả năng chịu lực nếu thỏa mãn hiệu kiến (\*):

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') \quad (*)$$

$$N \cdot e = 120 \cdot 10^3 \cdot 64,33 = 7720000(\text{kG} \cdot \text{cm}) = 77,2\text{T} \cdot \text{m} \quad (1)$$

$$R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') = 90 \cdot 40 \cdot 31,353 \cdot (66 - 0,5 \cdot 31,353) + 2700 \cdot 12,56 \cdot (66 - 4) = 8224575(\text{kG} \cdot \text{cm}) = 82,22475\text{T} \cdot \text{m} \quad (2)$$

Kết luận: (1) < (2)  $\rightarrow$  (\*) thỏa mãn vậy cầu kiến nứt khả năng chịu lực.

b) Nén lệch tâm nhỏ

Bài 9: Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, cốt thép diện chôn nhai (b x h) = (30 x 60) cm, hai này liên kết khớp, thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 5m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AIII. Nội lực do tải trọng tính toán gây ra  $M_{\text{dh}} = 15,6\text{T} \cdot \text{m}$ ,  $M_{\text{ngh}} = 4\text{T} \cdot \text{m}$ ,  $N_{\text{dh}} = 76\text{T}$ ,  $N_{\text{ngh}} = 41\text{T}$ . Với  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép  $F_a$  và  $F'_a$ ?

Giai:

Tổn hiệu kiến này bài tra phải lực 10 (phần kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$\alpha_0 = 0,6; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56(\text{cm}).$$

$$\text{Hệ số dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{\mu \cdot l}{h} = \frac{1 \cdot 500}{60} = 8,33 < 10 \rightarrow \eta = 1; m_{\text{edh}} = 1$$

$$N = \frac{N_{\text{dh}}}{m_{\text{edh}}} + N_{\text{ngh}} = \frac{76}{1} + 41 = 117(\text{T}).$$

$$M = \frac{M_{\text{dh}}}{m_{\text{edh}}} + M_{\text{ngh}} = \frac{15,6}{1} + 4 = 19,6(\text{T} \cdot \text{m}).$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{19,6}{117} = 0,1675(\text{m}) = 16,75\text{cm} < 0,3.h_0 = 0,3.56 = 16,8(\text{cm}).$$

→ nên lệch tâm bé

$$\eta e_0 < 0,2.h_0 = 0,2.56 = 11,2 \rightarrow x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_0} - 1,4.\alpha_0\right).\eta.e_0$$

$$= 60 - \left(1,8 + \frac{0,5.60}{56} - 1,4.0,6\right)1.16,75 = 34,94(\text{cm}) < h_0 = 56\text{cm}.$$

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1.16,75 + \frac{60}{2} - 4 = 42,75(\text{cm}).$$

$$\sigma_a = \left(1 - \frac{\eta.e_0}{h_0}\right).R_a = \left(1 - \frac{1.16,75}{56}\right)2700 = 1892,4(\text{kG/cm}^2).$$

$$F'_a = \frac{N.e - R_n.b.x.(h_0 - 0,5.x)}{R'_a.(h_0 - a')}$$

$$= \frac{117.10^3.42,75 - 90.30.34,94.(56 - 0,5.34,94)}{2700.(56 - 4)} \approx 9,736(\text{cm}^2).$$

$$F'_a = 9,736\text{cm}^2 > F_{\min} = 0,002.b.h_0 = 0,002.30.56 = 1,68(\text{cm}^2).$$

$$F_a = \frac{1}{\sigma_a}.(R_n.b.x + R'_a.F'_a - N)$$

$$= \frac{1}{1892,4}.(90.30.34,94 + 2700.9,736 - 117.10^3) = 1,921(\text{cm}^2) > F_{\min} = 1,68\text{cm}^2$$

Chọn vào bố trí cốt thép:  $F'_a = 2\phi 25$  và  $F_a = 1,921\text{cm}^2$  lấy bằng cốt thép cấu tạo là  $2\phi 16$ , với  $F_a = 4,02\text{cm}^2$ .

**Bài 10:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, hai đầu liên kết khớp, cốt thép diện chôn nhất  $(b \times h) = (20 \times 50)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 4m. Dùng bê tông mác 250, cốt thép nhóm AIII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M = 12\text{T.m}$ ,  $N = 110\text{T.m}$ . Miền nén nhất nhất  $4\phi 22$  ( $F'_a = 15,2\text{cm}^2$ ), miền kéo nhất bố trí  $2\phi 16$  ( $F_a = 4,02\text{cm}^2$ ), Với chiều dày bảo vệ  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện?

**Giải:**

Tổn hiệu kiện này bài tra phụ lục 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 110 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,1\%;$$

$$h_0 = h - a = 50 - 4 = 46(\text{cm}).$$

$$\text{Hệ số uốn dọc } \lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{\mu.l}{h} = \frac{1.400}{50} = 8 < 10 \rightarrow \eta = 1; m_{\text{edh}} = 1$$

Giải thiết cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn, cấu kiện sẽ nứt khả năng chịu lực nếu  $\sigma_a^{(*)}$  và  $\sigma_a^{(**)}$  nếu thỏa mãn:

$$N.e \leq R_n.b.x.\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R'_a.F'_a.(h_0 - a') \quad (*)$$

$$N \leq R_n \cdot b \cdot x + R_a' \cdot F_a' - \sigma_a F_a \quad (**)$$

- Tính  $e_0, x, e, \sigma_a$ :

$$+ e_0 = \frac{M}{N} = \frac{12}{110} = 0,109(\text{m}) = 10,9\text{cm}.$$

$$+ x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_0} - 1,4 \cdot \alpha_0\right) \cdot \eta \cdot e_0 = 50 - \left(1,8 + \frac{0,5 \cdot 50}{46} - 1,4 \cdot 0,6\right) \cdot 1 \cdot 10,9 = 33,6(\text{cm}).$$

$$+ e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1 \cdot 10,9 + \frac{50}{2} - 4 = 31,9(\text{cm}).$$

$$+ \sigma_a = \left(1 - \frac{\eta \cdot e_0}{h_0}\right) \cdot R_a = \left(1 - \frac{10,9}{46}\right) \cdot 2700 = 2060,2(\text{kG/cm}^2).$$

$$N \cdot e = 110 \cdot 10^3 \cdot 31,9 = 3509000(\text{kG.cm}) = 35,09\text{T.m.} \quad (1)$$

$$R_n \cdot b \cdot x \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a')$$

$$= 110 \cdot 20 \cdot 33,6 \cdot \left(46 - \frac{33,6}{2}\right) + 2700 \cdot 15,2 \cdot (46 - 4) = 3882144 \approx 38,82(\text{T.m}). \quad (2)$$

$$N = 110\text{T.} \quad (3)$$

$$R_n \cdot b \cdot x + R_a' \cdot F_a' - \sigma_a F_a =$$

$$= 110 \cdot 20 \cdot 33,6 + 2700 \cdot 15,2 - 2060,2 \cdot 24,02 \approx 106678(\text{kG}) \approx 106,678\text{T.} \quad (4)$$

*Kết luận:* (1) < (2) và (3) > (4) → (\*) thỏa mãn, nhưng (\*\*) không thỏa mãn, nên cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

### 2.2.3. Cấu kiện chịu kéo

#### a) Cấu kiện chịu kéo ứng tâm

**Bài 11:** Cho một cấu kiện chịu kéo ứng tâm có kích thước tiết diện là  $(b \times h) = (20 \times 20)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $N = 16,5\text{T}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép chịu lực  $F_a$ ?

**Giai:**

Từ nội dung kiến thức bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,4\%;$$

Áp dụng công thức:

$$N \leq R_a \cdot F_a \rightarrow F_a = \frac{N}{R_a} = \frac{16,4 \cdot 10^3}{2700} = 6,111(\text{cm}^2) > \mu_{\min} \cdot F_b = 0,004 \cdot 20 \cdot 20 = 1,6(\text{cm}^2).$$

*Kết luận:* Chọn và bố trí  $4\phi 14(6,16)\text{cm}^2$  nếu theo chu vi của tiết diện (tại 4 góc).

**Bài 12:** Cho một cấu kiện chịu kéo ứng tâm có kích thước tiết diện chữ nhật là  $(b \times h) = (20 \times 40)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $N = 20\text{T}$ . Nên nhất  $4\phi 16(8,04)\text{cm}^2$  tại 4 góc của tiết diện.

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chịu của cấu kiện.

Giai:

Từ điều kiện này bài tra phải lực 10 (phần kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,4\%;$$

Kiểm tra điều kiện bảo đảm an toàn theo công thức:

$$N \leq N_{gh} = R_a \cdot F_a \quad (*)$$

$$N = 20T. \quad (1)$$

$$N_{gh} = 2700 \cdot 8,04 = 21708(\text{kG}) = 21,708T. \quad (2)$$

(1) < (2). Vậy thỏa mãn điều kiện (\*), cấu kiện đủ khả năng chịu lực.

b) Cấu kiện chịu uốn lệch tâm:

- Chịu uốn lệch tâm:

Bài 13: Cho một cấu kiện chịu uốn lệch tâm có tiết diện chữ nhật (b x h) = (20 x 40) cm, thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm cân gây ra M = 15T.m, N = 31,2T. Với a = a' = 4 cm.

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt dọc cho cấu kiện trên.

Giai:

Từ điều kiện này bài tra phải lực 10 (phần kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,2\%;$$

$$h_0 = h - a = 40 - 4 = 36(\text{cm}).$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{15}{31,2} = 0,4808(\text{m}) = 48,08\text{cm} > \frac{h}{2} - a = \frac{40}{2} - 4 = 16(\text{cm}).$$

→ chịu uốn lệch tâm.

$$e = e_0 - \left(\frac{h}{2}\right) + a = 48,08 - \left(\frac{40}{2}\right) + 4 = 32,08(\text{cm}).$$

$$e' = e_0 + \left(\frac{h}{2}\right) - a' = 48,08 + \left(\frac{40}{2}\right) - 4 = 64,08(\text{cm}).$$

$$F_a' = \frac{N \cdot e - A_0 R_n b h_0^2}{R_a (h_0 - a')} = \frac{31,2 \cdot 10^3 \cdot 32,08 - 0,42 \cdot 90 \cdot 20 \cdot 36^2}{2700 \cdot (36 - 4)} = 0,243(\text{cm}^2).$$

Chọn vào bố trí cốt thép  $F_a'$  theo cấu tạo  $2\phi 14 (3,08)\text{cm}^2$

$$A = \frac{N \cdot e - R_a' \cdot F_a' (h_0 - a')}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{31,2 \cdot 10^3 - 2700 \cdot 3,08 \cdot (36 - 4)}{90 \cdot 20 \cdot 36^2} = 0,314.$$

$$\rightarrow \alpha = 0,39 > \frac{2a'}{h_0} = \frac{2 \cdot 4}{36} = 0,22 \text{ và } \alpha < \alpha_0.$$

$$F_a = \frac{N + R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha}{R_a} + F_a' = \frac{31,2 \cdot 10^3 + 90 \cdot 20 \cdot 36 \cdot 0,39}{2700} + 3,08 \approx 24(\text{cm}^2) > \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$$

Chọn vào bố trí:  $F_a : 4\phi 28 (24,63\text{cm}^2)$ .

Kiểm tra:  $\Delta\mu = \frac{24,63 - 24}{24} \cdot 100\% = 2,64\% \Rightarrow$  đạt yêu cầu.

**Bài 14:** Cho một cầu kiến chịu tải lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(bxh) = (40 \times 60)$ cm, thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AIII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M = 30,2$ Tm,  $N = 75$ T. Với  $a = a' = 4$ cm.

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt dọc cho cầu kiến trên?

**Giai**

Tổn hiệu kiến như bài tra phụ lục 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 3400 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,4\%;$$

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56(\text{cm}).$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{30,2}{75} = 0,4027(\text{m}) = 40,27\text{cm} > \frac{h}{2} - a = \frac{60}{2} - 4 = 26(\text{cm}).$$

$\rightarrow$  tải lệch tâm lớn.

$$e = e_0 - \left(\frac{h}{2}\right) + a = 40,27 - \left(\frac{60}{2}\right) + 4 = 14,27(\text{cm}).$$

$$e' = e_0 + \left(\frac{h}{2}\right) - a' = 40,27 + \left(\frac{60}{2}\right) - 4 = 66,27(\text{cm}).$$

$$F_a' = \frac{N \cdot e - A_0 R_n b h_0^2}{R_a (h_0 - a')} = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot 14 - 0,42 \cdot 90 \cdot 40 \cdot 56^2}{3400 \cdot (56 - 4)} \approx -20(\text{m}^2) < 0$$

Chọn vào bố trí cốt thép  $F_a'$  theo cầu tải  $3\phi 14 (4,62)\text{cm}^2$

Tính lại A:

$$A = \frac{N \cdot e - R_a' F_a' (h_0 - a')}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{75 \cdot 10^3 - 3400 \cdot 4,62 \cdot (56 - 4)}{90 \cdot 40 \cdot 56^2} \approx 0,02.$$

$$\rightarrow \alpha = 0,02 < \frac{2a'}{h_0} = \frac{2 \cdot 4}{56} = 0,13 \rightarrow$$
 lấy  $x = 2a'$  để tính toán.

$$F_a = \frac{N \cdot e'}{R_a \cdot (h_0 - a')} = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot 66,27}{3400 \cdot (56 - 4)} \approx 28,11(\text{cm}^2) > \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0 = 8,96(\text{cm}^2).$$

Chọn vào bố trí:  $F_a$  theo cầu tải  $4\phi 30$  có  $F_a = 28,27\text{cm}^2$ .

**Bài 15:** Cho một cầu kiến chịu tải lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(bxh) = (20 \times 50)$ cm, thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M = 150$ kNm,  $N = 275$ kN. Nội lực ô nhiễm nên  $2\phi 16 (F_a' = 4,02)\text{cm}^2$ , miền kiến vào bố trí  $3\phi 30 (F_a = 21,21)\text{cm}^2$ , Với  $a = a' = 3,5$ cm.

Yêu cầu: Hãy kiểm tra công suất tải tiết diện trên.

**Giai**

Tổn hiệu kiến như bài tra phụ lục 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có:

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2;$$

$$h_0 = h - a = 50 - 3,5 = 46,5 \text{ cm.}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{150}{275} = 0,5455 \text{ (m)} = 54,55 \text{ cm} > \frac{h}{2} - a = \frac{50}{2} - 3,5 = 21,5 \text{ (cm).}$$

→ lệch tâm lớn.

$$e = e_0 - \left(\frac{h}{2}\right) + a = 54,55 - \left(\frac{54,55}{2}\right) + 3,5 = 33,045 \text{ (cm).}$$

- **Tổ công thức:**  $N \leq R_n \cdot b \cdot h_0 \cdot \alpha + R'_a \cdot F'_a - R_a \cdot F_a$ , ta có

$$\alpha = \frac{R_a \cdot F_a - R'_a \cdot F'_a - N}{R_n \cdot b \cdot h_0} = \frac{2700 \cdot 21,21 - 2700 \cdot 4,02 - 275 \cdot 10^2}{90 \cdot 20 \cdot 46,5^2} = 0,226.$$

$$\alpha = 0,226 < \alpha_0 = 0,6$$

$$\alpha > \frac{2a'}{h_0} = \frac{2 \cdot 3,5}{46} = 0,152 \rightarrow A = 0,196.$$

**Kết luận:** Vậy thỏa mãn nhiều kiện hạn chế của lệch tâm lớn.

Nhiều kiện khác của kiện nứt khi đang chịu lực là

$$N \cdot e \leq R_n \cdot b \cdot h_0^2 \cdot A + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') \quad (*)$$

Ta có  $N \cdot e = 275 \cdot 10^2 \cdot 33,045 = 908738 \text{ (kG.cm).}$  (1)

$$\begin{aligned} & R_n \cdot b \cdot h_0^2 \cdot A + R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') = \\ & = 90 \cdot 20 \cdot 46,5^2 \cdot 0,196 + 2700 \cdot 4,02 \cdot (46,5 - 3,5) \approx 1229564 \text{ (kG.cm).} \end{aligned} \quad (2)$$

**Kết luận:** (1) < (2) → thỏa mãn nhiều kiện (\*). Vậy cấu kiện nứt khi đang chịu lực.

- Lệch tâm nhỏ

**Bài 16:** Cho một cấu kiện chịu lệch tâm có tiết diện chữ nhật (b x h) = (20 x 40) cm, thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $M = 120 \text{ kNm}$ ,  $N = 800 \text{ kN}$ .

**Yêu cầu:** Hãy tính toán cốt thép dọc cho cấu kiện trên?

**Giai:**

Tổ nhiều kiện nào bài tra phụ lục 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2; \mu_{\min} = 0,2\%;$$

$$h_0 = h - a = 40 - 3 = 37 \text{ (cm).}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{120}{800} = 0,15 \text{ (m)} = 15 \text{ cm} < \frac{h}{2} - a = \frac{40}{2} - 3 = 17 \text{ (cm).}$$

→ lệch tâm bé

$$e = \left(\frac{h}{2}\right) - e_0 - a = \left(\frac{40}{2}\right) - 15 - 3 = 2 \text{ (cm).}$$

$$e' = e_0 + \left(\frac{h}{2}\right) - a' = 15 + \left(\frac{40}{2}\right) - 3 = 32 \text{ (cm).}$$

$$F'_a = \frac{N.e}{R'_a \cdot (h_0 - a')} = \frac{800 \cdot 10^2 \cdot 2}{2700 \cdot (37 - 3)} = 1,74(\text{cm}^2) > \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0 = 0,002 \cdot 20 \cdot 37 = 1,48(\text{cm}^2).$$

$$F_a = \frac{N.e'}{R_a \cdot (h_0 - a')} = \frac{800 \cdot 10^2 \cdot 32}{2700 \cdot (37 - 3)} = 27,88(\text{cm}^2) > \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$$

Boátrí:  $F'_a : 2\phi 12 (2,26\text{cm}^2)$ ;  $F_a : 4\phi 30 (28,27\text{cm}^2)$ .

**Bài 17:** Cho một cầu kiến chịu tải lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (30 \times 60)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M = 15\text{kNm}$ ,  $N = 75\text{kN}$ . Nội lực ở miền nén  $2\phi 14 (F'_a = 3,08)\text{cm}^2$ , miền kéo đã bố trí  $4\phi 22 (F_a = 15,2)\text{cm}^2$ , Với  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra công suất tải tiết diện trên.

**Giải:**

Từ nội lực kiến này bài tra phải lực 10 (phần Kết cấu bê tông cốt thép) ta có

$$\alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,42; R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2; R_n = 90 \text{ kG/cm}^2;$$

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56(\text{cm}).$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{150}{750} = 0,2(\text{m}) = 20\text{cm} < \frac{h}{2} - a = \frac{60}{2} - 4 = 26(\text{cm}).$$

→ tải lệch tâm bên

$$e = \left(\frac{h}{2}\right) - e_0 - a = \left(\frac{60}{2}\right) - 20 - 4 = 6(\text{cm}).$$

$$e' = e_0 + \left(\frac{h}{2}\right) - a' = 20 + \left(\frac{60}{2}\right) - 4 = 46(\text{cm}).$$

Cầu kiến sẽ nứt khi chịu tải nếu tải(\*) và (\*\*) đều thỏa mãn:

$$N.e < R'_a \cdot F'_a \cdot (h_0 - a') \Leftrightarrow 75 \cdot 10^2 \cdot 6 < 2700 \cdot 3,08 \cdot (56 - 4)$$

$$\Leftrightarrow 45000 < 432432 \text{ kGcm.} \quad (*)$$

$$N.e' \leq R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a') \Leftrightarrow 75 \cdot 10^2 \cdot 46 < 2700 \cdot 15,2 \cdot (56 - 4)$$

$$\Leftrightarrow 345000 < 2134080 \text{ kGcm.} \quad (**)$$

Kết luận: Tải(\*) và(\*\*) đều thỏa mãn, vậy cầu kiến nứt khi chịu tải.

## 2.3. Bài tập

### 2.3.1. Cầu kiến chịu nén nghiêng tâm

**Bài 1:** Cho một cột bê tông cốt thép nghiêng theo phương thẳng đứng, chịu nén nghiêng tâm. Một đầu ngàm một đầu khớp, chiều dài cột 4,0m. Kích thước tiết diện cột  $(b \times h) = (25 \times 25)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Tải trọng tác dụng lên cột bao gồm: Tải trọng dài hạn  $P_{dh} = 40,1\text{T}$ ; và tải trọng ngắn hạn  $P_{ng} = 23\text{T}$ .

Yêu cầu hãy tính toán và bố trí cốt thép cho cầu kiến trên?

Nội số  $F_a = 12,5\text{cm}^2$ ; chọn  $4\phi 20$  có  $F_a = 12,56\text{cm}^2$ .

**Bài 2:** Cho một cột bê tông cốt thép có tiết diện tròn, nội toán khối theo phương thẳng đứng, chịu nén trung tâm. Một đầu ngàm một đầu tự do, chiều dài cột 2m. Thuộc công trình cấp III, dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Tải trọng tác dụng lên cột bao gồm: Tải trọng dài hạn  $N_{dh} = 88,6 T$ ; và tải trọng ngắn hạn  $N_{ngh} = 36,4 T$ .

Yêu cầu: Chọn kích thước tiết diện, tính cốt thép chịu lực?

**Giải:**  $r = 20 \text{ cm}, F'_a = 16,05 \text{ cm}^2$ ; chọn 8φ16 có  $F_a = 16,08 \text{ cm}^2$ .

**Bài 3:** Cho một cột bê tông cốt thép có tiết diện vuông, nội toán khối theo phương thẳng đứng, chịu nén trung tâm  $N_{tt} = 40,4 T$ . Một đầu ngàm một đầu khớp. Chiều dài tính toán cột 4,5m. Thuộc công trình cấp III, dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Hệ số làm việc của bê tông  $m_b = 0,85$ .

Yêu cầu: Xác định kích thước tiết diện, tính cốt thép chịu lực?

**Giải:**  $b = 20 \text{ cm}, F'_a = 8,03 \text{ cm}^2$ ; chọn 4φ16 có  $F_a = 8,04 \text{ cm}^2$ .

**Bài 4:** Cho một cột bê tông cốt thép nội toán khối theo phương thẳng đứng, chịu nén trung tâm, cốt thép nhóm AI có kích thước tiết diện  $b \times h = (40 \times 40) \text{ cm}$ . Một đầu ngàm một đầu tự do, chiều dài cột 3m. Thuộc công trình cấp II, dung bê tông mác 200, cốt thép mác 8φ18 ( $20,36 \text{ cm}^2$ ). Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $N_{dh} = 60 T, N_{ngh} = 30 T$ .

Yêu cầu: Kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện?

**Giải:**  $N_{tt} = 95,53 T < N_{gh} = 150,292 T \Rightarrow$  Đảm bảo khả năng chịu lực.

### 2.3.2. Cấu kiện chịu nén lệch tâm

**Bài 5:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (25 \times 50) \text{ cm}$ . Hai đầu liên kết khớp, thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 5,6m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AI. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra:  $M_{dh} = 15 T \cdot m, M_{ngh} = 5 T \cdot m$ ,

$N_{dh} = 28,2 T, N_{ngh} = 12 T$ . Với  $a = a' = 4 \text{ cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép  $F'_a, F_a$ ?

**Giải:**  $F'_a = 12,48 \text{ cm}^2; F_a = 23,77 \text{ cm}^2$ .

**Bài 6:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (20 \times 40) \text{ cm}$ . Hai đầu liên kết khớp, chiều dài cột 3,5m. Thuộc công trình cấp III. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $M_{dh} = 5,65 T \cdot m, M_{ngh} = 2,5 T \cdot m, N_{dh} = 24 T, N_{ngh} = 15 T$ . Biết diện tích  $2\phi 20 (6,28 \text{ cm}^2)$ . Với  $a = a' = 3,5 \text{ cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép  $F_a$  cho cấu kiện trên?

**Giải:**  $F_a = 4,002 \text{ cm}^2$ ; chọn 2φ16 có  $F_a = 4,02 \text{ cm}^2$ .

**Bài 7:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, hai đầu liên kết khớp, cốt thép diện chôn nhất  $(b \times h) = (20 \times 40) \text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, chiều dài cột 3,5m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M_{dh} = 6,45 \text{T.m}$ ,  $M_{ngh} = 4,2 \text{T.m}$ ,  $N_{dh} = 20 \text{T}$ ,  $N_{ngh} = 10 \text{T}$ . Với chiều dày bảo vệ  $a = a' = 4 \text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép nội xung  $F_a$ ?

Náp số  $F_a = F_a' = 8,02 \text{cm}^2$ ; chọn  $4\phi 16$  với  $F_a = 8,04 \text{cm}^2$ .

**Bài 8:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, hai đầu ngàm, cốt thép diện chôn nhất  $(b \times h) = (20 \times 50) \text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 7m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M_{tt} = 22 \text{T.m}$ ,  $N = 50 \text{T}$ . Biết miền nén nào nhất  $4\phi 16$  ( $F_a' = 8,04 \text{cm}^2$ ), miền kéo nào bố trí  $4\phi 18$  ( $F_a = 10,18 \text{cm}^2$ ), Với  $a = a' = 3,5 \text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chịu lệch của cấu kiện?

Náp số  $N_e = 32,75 \text{T.m} > R_n \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_a' \cdot F_a' \cdot (h_0 - a') = 26,95 \text{T.m}$

Vậy cấu kiện không nứt khả năng chịu lệch.

**Bài 9:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, cốt thép diện chôn nhất  $(b \times h) = (25 \times 50) \text{cm}$ , một đầu ngàm một đầu liên kết khớp, thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 4m. Dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M_{dh} = 8 \text{T.m}$ ,  $M_{ngh} = 2,3 \text{T.m}$ ,  $N_{dh} = 50 \text{T}$ ,  $N_{ngh} = 38 \text{T}$ . Với  $a = a' = 3,5 \text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép  $F_a$  và  $F_a'$ ?

Náp số  $F_a' = 6,12 \text{cm}^2$ ;  $F_a = 0,79 \text{cm}^2$ .

**Bài 10:** Cho một cột bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, một đầu ngàm một đầu khớp, cốt thép diện chôn nhất  $(b \times h) = (30 \times 60) \text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, chiều dài cột 4m. Dung bê tông mác 250, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $M = 15 \text{T.m}$ ,  $N = 165 \text{T.m}$ . Miền nén nào nhất  $4\phi 28$  ( $F_a' = 24,63 \text{cm}^2$ ), miền kéo nào bố trí  $2\phi 20$  ( $F_a = 6,28 \text{cm}^2$ ), Với chiều dày bảo vệ  $a = a' = 4 \text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chịu lệch của cấu kiện?

Náp số Cấu kiện không nứt khả năng chịu lệch.

### 2.3.3. Cấu kiện chịu kéo

#### a. Cấu kiện chịu kéo thuần tâm

**Bài 11:** Cho một cấu kiện chịu kéo thuần tâm có kích thước tiết diện  $(b \times h) = (20 \times 20) \text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dung bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch tâm gây ra  $N = 16,5 \text{T}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép chịu kéo  $F_a$ ?

*Nhập số*  $F_a = 6,111\text{cm}^2$ ; chọn  $4\phi 14$  với  $F_a = 6,16\text{cm}^2$ .

**Bài 12:** Cho một cấu kiện chôn gối ngang tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (25 \times 50)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $N = 25T$ . Cần chọn  $4\phi 18 (10,18)\text{cm}^2$  tại 4 góc của tiết diện.

Yêu cầu: Hãy kiểm tra khả năng chôn gối của cấu kiện?

*Nhập số*  $N \leq N_{gh} = 27,486T \Rightarrow$  Cấu kiện đủ khả năng chôn gối.

b. Cấu kiện chôn gối lệch tâm

**Bài 13:** Cho một cấu kiện chôn gối lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (30 \times 50)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp III, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M = 27T.m$ ,  $N = 38,5T$ . Với  $a' = \frac{1}{2}a = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt dọc cho cấu kiện trên?

*Nhập số*  $F_a' = 0,44\text{cm}^2$ ;  $F_a = 36,76\text{cm}^2$ .

**Bài 14:** Cho một cấu kiện chôn gối lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (20 \times 40)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm AIII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M = 6,5T.m$ ,  $N = 20T$ . Với  $a = a' = 4\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt dọc cho cấu kiện trên?

*Nhập số*  $F_a' = -7,08\text{cm}^2$ ;  $F_a = 11,22\text{cm}^2$ .  $F_a'$  - bố trí theo cấu tạo;  $F_a$  - chọn  $3\phi 22$ .

**Bài 15:** Cho một cấu kiện chôn gối lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (20 \times 50)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M = 8T.m$ ,  $N = 18T$ . Cần chọn ô nhiễm nên  $2\phi 14 (F_a' = 3,08)\text{cm}^2$ , miền gối nên bố trí  $3\phi 25 (F_a = 14,73)\text{cm}^2$ , Với  $a = a' = 3,5\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra công suất tại tiết diện trên?

*Nhập số* Cấu kiện đủ khả năng chôn gối

**Bài 16:** Cho một cấu kiện chôn gối lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (20 \times 40)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lệch cân bằng gây ra  $M = 20T.m$ ,  $N = 127T$ . Lớp bảo vệ  $a' = \frac{1}{2}a = 3,5\text{cm}$ .

Yêu cầu: Hãy tính toán cốt thép dọc cho cấu kiện trên?

*Nhập số*  $F_a' = 2,68\text{cm}^2$ ;  $F_a = 44,36\text{cm}^2$ .

**Bài 17:** Cho một cấu kiện chôn gối lệch tâm có tiết diện chữ nhật  $(b \times h) = (20 \times 40)\text{cm}$ , thuộc công trình cấp II, dùng bê tông mác 200, cốt thép nhóm

CII. Nội lực do tải trọng tính toán thuộc tổ hợp lực cơ bản gây ra  $M = 0,8T.m$ ,  $N = 5T$ . Trên cầu kiến nghị bố trí ô vữa miền trên  $2\phi 12$  ( $F_a' = 2,26$ ) $cm^2$ , miền dưới nghị bố trí  $4\phi 20$  ( $F_a = 12,56$ ) $cm^2$ , Với  $a = a' = 3,5cm$ .

Yêu cầu: Hãy kiểm tra công suất tải tiết diện trên?

Đáp số Cầu kiến nghị khả năng chịu lực.