

GIA CƯỜNG CỘT BẰNG THÉP HÌNH

A. PHẦN CẤU TẠO

• Các thanh thép góc được ốp vào các góc cột bê-tông cốt thép ở một phía hay ở hai phía; mỗi phía gồm hai thanh chống (Hình 33):

- Chống cột ở hai phía khi cột chịu nén đúng tâm.
- Chống cột ở một phía khi cột chịu nén lệch tâm và chịu mômen uốn một đầu.
- Chống cột ở hai phía khi cột chịu nén lệch tâm và chịu mômen uốn hai đầu.

Ở đầu trên và đầu dưới thanh thép chống có đặt các đoạn thép góc làm bản tỳ, gắn lẫn vào các góc đầu cột bằng vữa xi-măng.

Tại điểm giữa mỗi thanh chống có xẻ một khe rãnh ở một thành của cây thép góc để dễ bẻ khum, thành khớp dèo. Ốp các thanh chống vào các góc cột đầu trên và đầu dưới các thanh chống được giữ cho khỏi bung ra bằng các bulông giằng.

Nén thẳng các thanh chống để tạo ứng suất trước bằng cách ép cho hai cặp thanh đối xứng ốp sát vào các góc cột bê-tông, do vận xiết ốc các bulông nén ở điểm giữa các thanh chống đó; như vậy là vừa truyền tải lên các thanh thép chống, vừa đỡ bớt tải cho cột.

Sau khi nén thẳng các thanh chống thì hàn chúng lại với nhau bằng các bản liên kết.

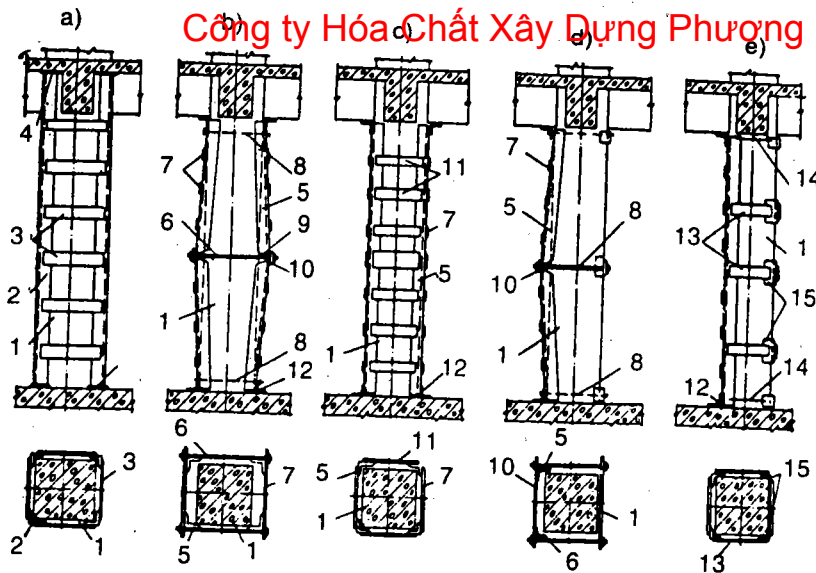
Khe rãnh xẻ ở thành thép góc chống cột được hàn bù lại bằng một miếng thép khác cho tăng độ cứng.

Cũng có trường hợp người ta dùng một cặp thép hình U ốp hai phía cột bê-tông, thay thế hai cặp thanh thép góc. (Hình 34).

• Trường hợp cột chịu nén đúng tâm hoặc nén lệch tâm nhỏ, người ta gia cường chúng bằng một lồng sắt bó quanh cột, gồm các thanh thép góc, không ứng suất trước. Để tăng hiệu quả gia cường, người ta gây ứng suất trước cho các bản liên kết bằng phương pháp nhiệt: khi hàn chúng vào các thanh chống, người ta đã đốt nóng chúng lên đến nhiệt độ yêu cầu; khi nguội các bản liên kết co ngắn lại, tạo nên lực bó chặt lồng sắt vào thân cột. Sau gia cường độ cứng của cột bê-tông cốt thép có tăng lên chút ít, cường độ tính toán của bê-tông tăng do tác dụng chống nở hông của lồng sắt.

Khi sử dụng lồng sắt không ứng suất trước bó quanh cột thì điều kiện cần thiết là các thanh thép ốp phải thật dính sát vào các mặt bên của cột và thật thẳng đứng. Vậy việc tạo ứng suất trước cho các bản liên kết bằng phương pháp nhiệt là cần thiết.

• Điểm khác biệt giữa thanh chống ứng suất trước và thanh ốp góc không ứng suất trước ở chỗ là: các thanh chống ứng suất trước trong lúc gia cường đã nhận một phần tải trọng thẳng đứng vào mình, nghĩa là chúng đã bắt vào làm việc chung với cột bê-tông cốt thép và đã giảm bớt tải cho cột này. Sau nữa, khả năng tăng tải cho cột bê-tông cốt thép tỷ lệ với tiết diện ngang của các thanh thép chống gia cường, vậy ta có thể tăng cường độ chịu lực của cột lên tới 100 tấn.

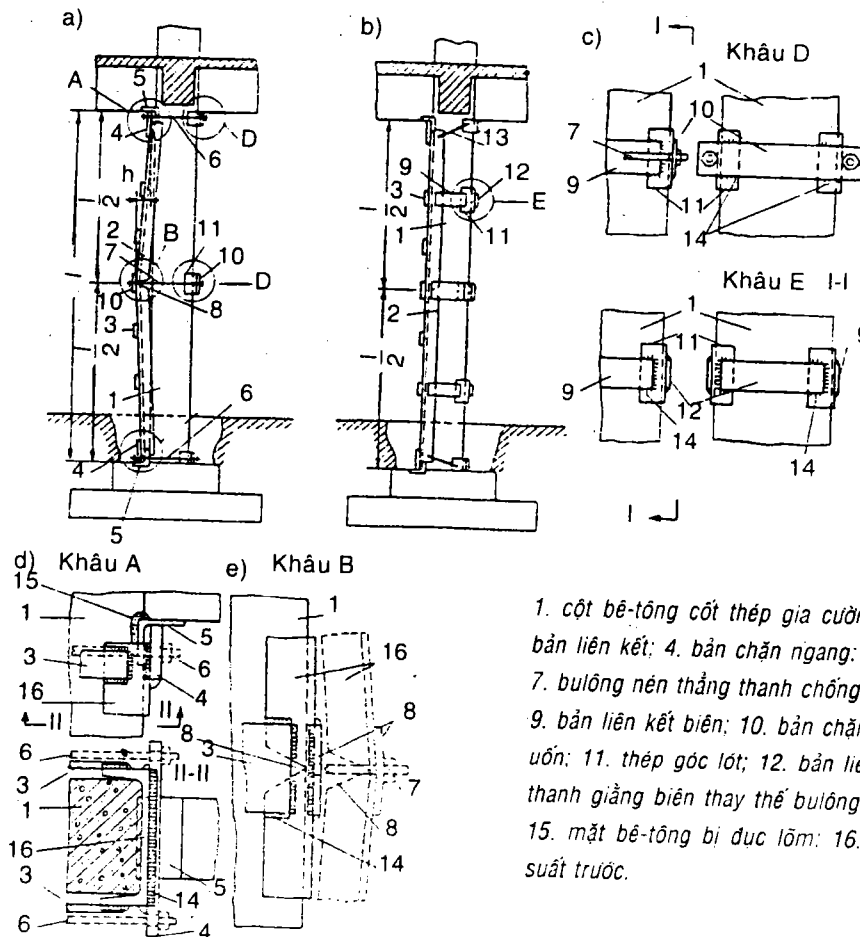


Hình 33. Gia cường cột BTCT bằng các thép góc ứng suất trước

a. lồng sắt ốp quanh cột, không ứng suất trước; b. các thanh chống ốp từ hai phía, khi đang thi công; c. các thanh chống đã hoàn thành trong trạng thái ứng suất trước; d. các thanh chống ốp từ một phía, khi đang thi công; e. các thanh chống từ một phía đã hoàn thành.

1. cột cần gia cường; 2. thanh chống bằng thép góc; 3. các bản liên kết; 4. đoạn thép góc tỷ, hàn vào cốt thép cột và thanh chống;

5. thanh chống bằng thép góc; 6. bulông nén thẳng; 7. bản liên kết các thanh chống; 8. bulông giằng các thanh chống, dùng nhất thời; 9. rãnh xé tại một cánh của thép góc, tại điểm uốn khớp; 10. tấm bản cho các bulông giằng, đặt tại điểm uốn khớp; 11. bản liên kết các thanh chống; 12. đoạn thép góc tỷ; 13. bản liên kết các thanh chống từ một phía; 14. bulông giằng biến thế bulông nén thẳng; 15. các đoạn thép góc neo.



Hình 34 : Gia cường cột BTCT bằng thép hình U.

a. thanh chống khi đang thi công, chưa tạo ứng suất trước; b. thanh chống đã hoàn thành trong trạng thái ứng suất trước; c. chi tiết các khâu D và E của các bản liên kết; d. chi tiết liên kết đỉnh thanh chống thép hình U; e. chi tiết nơi đặt bulông nén thẳng.

1. cột bê-tông cốt thép gia cường; 2. thanh thép góc chống; 3. bản liên kết; 4. bản chặn ngang; 5. thép góc tỷ; 6. bulông giằng; 7. bulông nén thẳng thanh chống; 8. rãnh góc tại điểm uốn khớp; 9. bản liên kết biên; 10. bản chặn của bulông nén thẳng tại khớp uốn; 11. thép góc lót; 12. bản liên kết giữa hai thép góc lót; 13. thanh giằng biến thế bulông giằng ban đầu; 14. đường hàn; 15. mặt bê-tông bị đục lỗ; 16. thanh chống thép hình U ứng suất trước.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

• Ưu điểm của phương pháp gia cường này :

- thi công đơn giản, nhanh chóng, không cần thiết bị gì hết.
- không ảnh hưởng nhiều đến việc sử dụng công trình.
- nâng cao đáng kể khả năng chịu lực của cột.
- giữ được kích thước tiết diện cột, không ảnh hưởng đến thẩm mỹ công trình.

B. PHẦN THIẾT KẾ

Các đặc điểm để lập công thức tính toán là :

- Tạo ứng suất trước trong các thanh chống; đảm bảo là chúng làm việc kết hợp với cột bê-tông cốt thép cần gia cường.
- Ở trạng thái giới hạn, đạt được sự cân bằng giữa các nội lực và các ngoại lực.
- Thanh chống ứng suất trước có thể chịu lực tới cường độ tính toán của vật liệu làm ra nó.
- Thanh ốp không ứng suất trước tham gia chịu lực tùy thuộc mức độ cất dỡ tải trọng trước gia cường.

TÍNH KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA CỘT SAU GIA CƯỜNG

• Đối với các cột chịu nén đúng tâm

Ta có công thức :

$$N_q \leq (R_{bn} \cdot F_b + R_a \cdot F_a + m_0 \cdot 2 \cdot R_a \cdot F_0) \cdot \varphi \quad (1)$$

Trong đó :

$$N_q = \frac{N_l}{m_1} + N_n$$

N_q - lực dọc quy đổi.

N_l - lực dọc tính toán do phần tải trọng tác dụng lâu dài.

N_n - lực dọc tính toán do phần tải trọng tác dụng ngắn hạn.

m_1 - hệ số ảnh hưởng của tải trọng lâu dài đến khả năng chịu lực của kết cấu mảnh.

F_0 - lực tác dụng lên mỗi cặp thép góc chống tăng cường.

m_0 - hệ số điều kiện làm việc của thanh chống, lấy bằng 0,90, theo thực nghiệm.

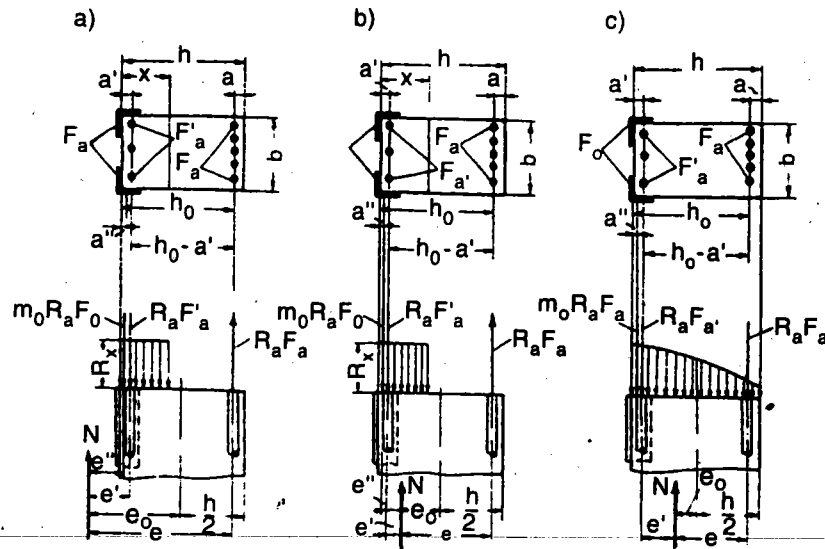
Ở đây : $R_{an} = R_a$

Công thức (1) trên đã được kiểm tra ở phòng thí nghiệm, nó cho kết quả phù hợp khi cột làm việc với tải trọng phá hoại.

Trong công thức trên người ta sử dụng thép có chung một cường độ thiết kế. Nếu sử dụng nhiều loại thép có R_a khác nhau, thì trong công thức trên ta lấy các trị R_a khác nhau.

• Đối với các cột chịu nén lệch tâm lớn

Việc gia cường cột bằng các thanh chống ở một phía của cột (phía chịu nén) phụ thuộc vào vị trí của lực nén tính toán ở ngoài tiết diện cột hay ở trong tiết diện đó.



Hình 35. Sơ đồ tính toán tiết diện cột, được gia cường bằng các thanh chống ứng suất trước.

- a) khi độ lệch tâm lớn, lực nén N ở ngoài tiết diện cột.
- b) khi độ lệch tâm lớn, lực nén N ở trong các hàng cốt thép.
- c) khi độ lệch tâm nhỏ.

Cột chịu nén lệch tâm lớn là khi vùng nén $x \leq 0,55h_0$.

Điều kiện cân bằng cho :

$$N = R_u b x + R_a F'_a + m_0 R_a F_0 - R_a F_a$$

$$N = R_u b x - R_a (F_a + F'_a - m_0 F_0) \tag{2}$$

Chiều cao vùng nén x xác định bằng phương trình mômen đối với trục lực dọc N :

- Theo sơ đồ tính toán (a), nghĩa là khi $e_0 > h_0 - a'$:

$$e = e_0 + 0,5h - a$$

$$e' = e_0 - 0,5h + a'$$

$$e'' = e_0 - 0,5h + a''$$

$$R_u b x (e - h_0 + 0,5x) + m_0 R_a F_0 e'' + R_a F'_a e' - R_a F_a e =$$

$$x^2 - 2(h_0 - e)x - \frac{2R_a (F_a e - F'_a e' - m_0 F_0 e'')}{R_u b} =$$

$$x = (h_0 - e) + \sqrt{(h_0 - e)^2 + \frac{2R_a (F_a e - F'_a e' - m_0 F_0 e'')}{R_u b}} \tag{3}$$

- Theo sơ đồ tính toán (b), nghĩa là khi $e_0 < h_0 - a'$:

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$$x = (h_0 - e) + \sqrt{(h_0 - e)^2 + \frac{2R_a(F_a e + F'_a e' + m_0 F'_0 e'')}{R_u b}} \quad (4)$$

Sau khi tính được x , thì áp dụng công thức (2) để tính khả năng chịu lực của cột được gia cường.

• Đối với các cột chịu nén lệch tâm nhỏ

Cột chịu nén lệch tâm nhỏ là khi $x > 0,55h_0$, và được gia cường bằng cặp thanh chống ở một phía của cột.

Cân bằng ngoại mômen và nội mômen, lấy đối với cốt thép chịu lực nhỏ nhất F_a , thì được :

$$\begin{aligned} Ne &\leq 0,4R_u b h_0^2 + R_a F'_a (h_0 - a') + m_0 R_a F_0 (h_0 - a'') \\ N &= \frac{0,4R_u b h_0^2 + R_a F'_a (h_0 - a') + m_0 R_a F_0 (h_0 - a'')}{e} \end{aligned} \quad (5)$$

Ghi chú : Đối với cốt thép trong cột, người ta thường lấy $R_{an} = R_a$.

TÍNH TIẾT DIỆN THANH CHỐNG GIA CƯỜNG CỘT

• Đối với các cột chịu nén đúng tâm

Nội lực của thanh chống bằng hiệu giữa tổng tải trọng mà cột phải chịu sau gia cường và khả năng chịu lực giới hạn của cột trước gia cường.

$$\begin{aligned} N_0 &= N - N_{gh} \\ F_0 &= \frac{N_0}{2\varphi m_0 R_a} \end{aligned} \quad (6)$$

• Đối với các cột chịu nén lệch tâm lớn và được gia cường một phía (hình 35a, b)

Lập phương trình cân bằng mômen đối với trục thanh chống, rồi từ phương trình này tính ra x :

Khi $e_0 > h_0 - a'$, thì :

$$\begin{aligned} 0 &= Ne'' + F'_a R_a (e' - e'') - F_a R_a (e - e'') + R_u b x (e - h_0 - e'' + 0,5x) \\ 0 &= 0,5R_u b x^2 + R_u b x (e - h_0 - e'') + Ne'' + F'_a R_a (e' - e'') - F_a R_a (e - e''). \end{aligned}$$

Khi $e_0 < h_0 - a'$

$$\begin{aligned} 0 &= Ne'' + F'_a R_a (e'' - e) + F_a R_a (e'' + e) + R_u b x (e'' + e - h_0 + 0,5x) \\ 0 &= 0,5R_u b x^2 + R_u b x (e'' + e - h_0) + Ne'' + F'_a R_a (e'' - e) + F_a R_a (e - e''). \end{aligned}$$

Sau khi tính được x , thì tính tiết diện thanh chống gia cường bằng cách chiếu tất cả các lực lên trục dọc :

$$\begin{aligned} N - m_0 R_a F_0 - R_a F'_a - R_u b x + R_a F_a &= 0 \\ F_0 &= \frac{N}{m_0 R_a} + \frac{F_a - F'_a}{m_0} - \frac{R_u b x}{m_0 R_a} \end{aligned} \quad (7)$$

• Đối với các cột chịu nén lệch tâm nhỏ, và được gia cường một phía (hình 35c)

Tiết diện thanh chống gia cường cột được xác định bằng công thức :

$$F_o = \frac{N_e - 0,4R_u b h_o^2 - R_a F'_a (h_o - a')}{m_o R_a (h_o - a'')} \quad (8)$$

Ví dụ 1 : Một cột chịu nén đúng tâm, có tiết diện $45 \times 45\text{cm}$, chiều dài cột $l = 7\text{m}$ (hình 36).

Cốt thép trong cột $8 \phi 18 \rightarrow 20,4 \text{ cm}^2$

loại A-II với $R_{an} = R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2$

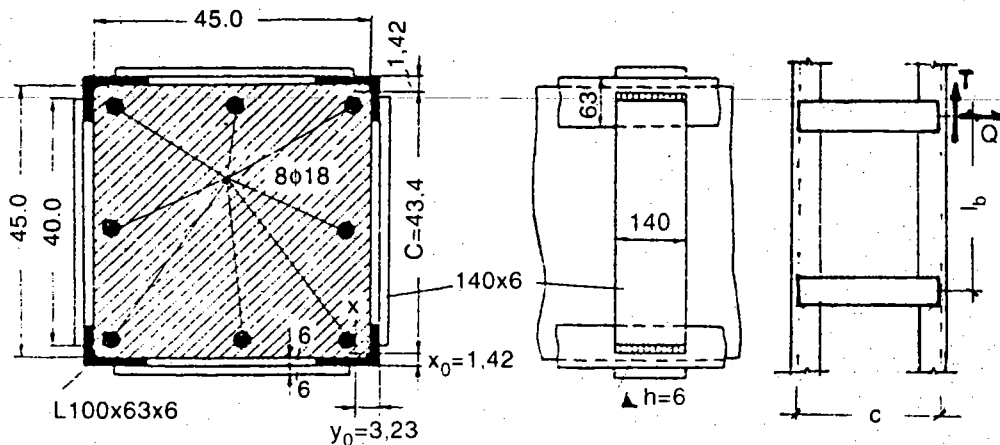
Bê-tông cột M 200, với $R_b = 80 \text{ kG/cm}^2$; $\gamma_b = 0,85$.

Cột được đúc toàn khối trong một ngôi nhà nhiều tầng, nên chiều cao tính toán l_o là :

$$l_o = 0,7l = 0,7 \cdot 7 = 4,9\text{m}$$

Nay cần gia cường cột để chịu được :

$$N_l = 220^T, N_o = 50^T$$



Hình 36

GIẢI

1. Tính khả năng chịu lực của cột, khi biết tiết diện cột và cốt thép có sẵn.

Với
$$\lambda = \frac{l_o}{b} = \frac{490}{45} \approx 11$$

Tra bảng phụ lục 2 :

$$\varphi = 0,97 \text{ và } m_1 = 0,98.$$

- Tải trọng tối đa mà cột chịu được khi chưa gia cường :

$$\begin{aligned} N_{gh} &= \varphi (R_b \cdot F + R_{an} \cdot F_a) \\ &= 0,97 (80 \cdot 45^2 + 2700 \cdot 20,4) = 210.500 \text{ kG} = 210,5\text{T}. \end{aligned}$$

- Tải trọng tính toán :

$$N_t = \frac{N_l}{m_1} + N_n = \frac{220}{0,98} + 50 = 275\text{T}$$

- Tải trọng gia tăng :

$$N_o = N_t - N_{gh} = 275 - 210,5 = 64,5T$$

2. Tính tiết diện mỗi cặp thép góc gia cường :

Thép góc loại Ct-3 có $R_a = 2100 \text{ kG/cm}^2$

Theo công thức (6) ta có :

$$F_o = \frac{N_o}{2\phi m_o R_a} = \frac{64500}{2 \times 0,97 \times 0,9 \times 2100} = 17,6 \text{ cm}^2$$

Mỗi cặp thép góc này gồm:

$$2 \text{ L } 100 \times 63 \times 6, \quad F_o = 19,18 \text{ cm}^2 > 17,6 \text{ cm}^2$$

3. Tính cấu tạo mỗi cặp thanh chống :

- Tính bản liên kết của cặp thanh chống :

Theo quy phạm thì lực phình hông tính bằng công thức :

$$Q_{ban} = 20 F_o = 20 \times 19,18 = 384 \text{ kG.}$$

Lực cắt ở bản liên kết:

$$T = \frac{Q_b \cdot l_b}{c} = \frac{384 \times 70}{43,3} = 620 \text{ kG}$$

Trong đó :

l_b – cự ly giữa các bản, lấy là 70cm

c – cạnh của cột = 45cm

Mômen uốn trong mặt phẳng của bản liên kết :

$$M = \frac{Q_b \cdot l_b}{2} = \frac{384 \times 70}{2} = 13400 \text{ kG / cm}$$

$$W = \frac{M}{R} = \frac{13400}{2100} = 6,4 \text{ cm}^3$$

Chọn bản liên kết với tiết diện : 140 × 6mm

$$W = \frac{\delta h^2}{6} = \frac{0,6 \times 14^2}{6} = 19,6 \text{ cm}^3 > 6,4 \text{ cm}^3$$

Ta chọn bản liên kết như vậy xuất phát từ việc tính toán các đường hàn.

- Kiểm tra các đường hàn ở hai đầu mút bản liên kết.

Tính đường hàn góc để chịu lực cắt T, bằng công thức :

$$\tau = \frac{T}{\beta h_h l_h} = \frac{620}{0,7 \times 0,6 \times 14} = 106 \text{ kG / cm}^2$$

Tính đường hàn để chịu mômen M :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M \cdot 6}{0,7 \cdot h_h \cdot l_h^2} = \frac{13400 \cdot 6}{0,7 \times 0,6 \times 14^2} = 980 \text{ kG / cm}^2$$

$$R_y^{hàn} = \sqrt{\tau^2 + \sigma^2} = \sqrt{106^2 + 980^2} = 980 \text{ kG / cm}^2$$

$$R_y^{hàn} = 980 \text{ kG/cm}^2 < 0,7 \times 1500 = 1050 \text{ kG/cm}^2.$$

Hệ số 0,7 lấy theo quy phạm.

- Xác định cự ly giữa các bản liên kết:

Bán kính quán tính nhỏ nhất của thép góc là :

$$i_y = 1,79\text{cm}$$

Cự ly giữa các bản liên kết là :

$$l_b = \lambda \cdot i_y = 40 \times 1,79 = 71,6\text{cm}$$

Chấp nhận : $l_b = 70\text{ cm}$

- Tính độ ổn định của thanh chống thép góc để chịu nén thẳng và ứng suất trước:

Chiều dài của thanh chống tính từ gối tựa đến chỗ gập góc, tại đây đặt các bulông nén thẳng, ta coi chỗ này là một điểm cố định dạng khớp.

Trong mặt phẳng gập góc, thanh chống có độ mảnh nhỏ nhất.

$$\lambda_x = \frac{0,5l}{i_x} = \frac{0,5 \cdot 700}{3,2} = 109$$

tra phụ lục 2, với $\lambda = 109$ thì $\varphi_x = 0,52$

Khi nén thẳng, ứng suất giới hạn trong thanh chống là :

$$\sigma_0 = R\varphi = 2100 \cdot 0,52 = 1090 \text{ kG/cm}^2$$

Với trị σ_0 này, ta tra đồ thị (hình 58) để xác định góc gập giới hạn của thanh thép chống, sao cho khi thi công nén thẳng, ứng suất trước trong thanh chống không vượt quá trị σ_0 này, và ta được :

$$i_{\max} = 0,032$$

Nhưng chỉ cần tạo trong thanh thép chống ứng suất $\sigma_0 \approx 800\text{kG/cm}^2$ là đủ, nên ta lấy :

$$i = 0,028 < 0,032$$

Tại chỗ gập, thanh thép chống sẽ cách mặt cột một khoảng :

$$a = i \cdot \frac{1}{2} = 0,028 \cdot \frac{700}{2} = 9,8\text{cm} \approx 10\text{ cm}$$

Ghi chú : Gia cường những cột cao, cấu tạo các cặp thanh chống như trên không đủ ổn định khi nén thẳng chúng để tạo ứng suất trước. Vậy nên sử dụng loại thép góc có các cánh không đều nhau, và để cánh rộng bản chịu gập khúc.

Ví dụ 2 : Cần gia cường một cột chịu nén lệch tâm, với độ lệch tâm nhỏ (hình 37).

Kích thước cột như sau :

$$b = 40\text{cm}; h = 70\text{cm}; l = 12\text{m}$$

Bê-tông M 200, với $R_u = 100 \text{ kG/cm}^2$, $R_b = 80\text{kG/cm}^2$.

Thép loại A-II, với $R_a = 2700\text{kG/cm}^2$.

$$F_a = 3 \phi 25 \rightarrow 14,7\text{cm}^2$$

$$F'_a = 3 \phi 16 \rightarrow 6,0\text{cm}^2$$

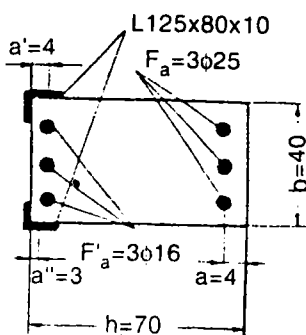
$$a = a' = 4\text{cm}; h_0 = 66\text{cm}; \gamma_b = 0,85$$

Sau khi gia cường cột sẽ phải chịu những tải trọng :

$$N_l = 230^T, M_l = 22,2 \text{ T.m}$$

$$N_n = 40^T, M_n = 3,8 \text{ T.m}$$

Giải :



Hình 37

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Xét khả năng cột có chịu được các tải trọng mới, trước gia cường không, và cũng để biểu mức độ quá tải;

Độ mảnh :

$$\frac{l_0}{h} = \frac{0,7l}{0,7} = \frac{0,7 \cdot 12}{0,7} = 12 > 10$$

Vậy cần phải tính tới ảnh hưởng tác dụng lâu dài của tải trọng.

$$e_{o,1} = \frac{M_1}{N_1} = \frac{22,2}{230} = 0,097 = 9,7\text{cm}$$

Theo bảng, thì khi $\frac{l_0}{h} = 12 \rightarrow m_1 = 0,96$

$$m_{1.tgdg} = \frac{m_1 + 2 \frac{e_{a1}}{h}}{1 + 2 \frac{e_{a1}}{h}} = \frac{0,96 + 2 \frac{9,7}{70}}{1 + 2 \frac{9,7}{70}} = 0,97$$

Với tải trọng mới thì nội lực trong cột sẽ là :

$$N_{gh} = \frac{N_1}{m_{1.tgdg}} + N_n = \frac{230}{0,97} + 40 = 276\text{T}$$

Độ lệch tâm :

$$e_o = \frac{M}{N} = \frac{22,2 + 3,8}{276} = 0,094\text{m} = 9,4\text{cm}$$

$$\frac{e_o}{h} = \frac{9,4}{70} = 0,134 < 0,55$$

Trong đó : 0,55 là trị giới hạn của độ lệch tâm tương đối, dùng trị này để tính c và η :

$$c = \frac{66000}{R + 350} \left(\frac{1}{\frac{e_o}{h} + 0,16} + 200 \mu + 1 \right) =$$

$$= \frac{66000}{200 + 350} \left(\frac{1}{0,55 + 0,16} + 200 \frac{14,7}{40 \cdot 70} + 1 \right) = 415$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{cR_u F} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2} = \frac{1}{1 - \frac{276000}{415 \times 100 \times 40 \times 70} \cdot 12^2} = 1,53$$

$$e'_o = \eta e_o = 1,53 \times 9,4 = 14,4\text{cm} < 0,3h_o = 0,3 \times 66 = 19,8\text{cm}$$

Như vậy là cột sẽ chịu nén với độ lệch tâm nhỏ.

Tính khả năng chịu lực của cột trước gia cường :

$$e = e'_o + 0,5h - a = 14,4 + 0,5 \cdot 70 - 4 = 45,4\text{cm}$$

$$N = \frac{0,4R_u b h_o^2 + R_a F'_a (h_o - a')}{e} = \frac{0,4 \times 100 \times 40 \times 66^2 + 2700 \times 6 \times (66 - 4)}{45,4}$$

$$= 175500\text{kG} = 176\text{T} < 276\text{T}$$

Vậy cột cần phải được gia cường để chịu tải trọng mới.

• **Tính tiết diện thanh chống**

Thanh chống làm bằng thép Ct-3, ghép vào phía chịu nén của cột :

$$F_o = \frac{Ne - 0,4R_u b h_o^2 - R_a F'_a (h_o - a')}{m_o R_a (h_o - a'')} = \frac{276000.45,4 - 0,4.100.40.66^2 - 2700.6.(66 - 4)}{0,9.2100(66 - 3)} = 38,0\text{cm}^2$$

Lấy 2L 125 × 80 × 10 → $F_o = 39,4\text{cm}^2$

• **Tính bản liên kết**, tương tự như đã tính trong ví dụ trên.

• **Kiểm tra độ ổn định của thanh chống:**

Độ mảnh của thanh chống có :

$$i_x = 3,98\text{cm}$$

$$\lambda_x = \frac{0,5l}{i_x} = \frac{0,5.1200}{3,98} = 151$$

tra bảng phụ lục 2, thì được $\phi_x = 0,32$

Ứng suất giới hạn trong một thanh chống là :

$$\sigma_o = R\phi_x = 2100 \cdot 0,32 = 675\text{kG/cm}^2$$

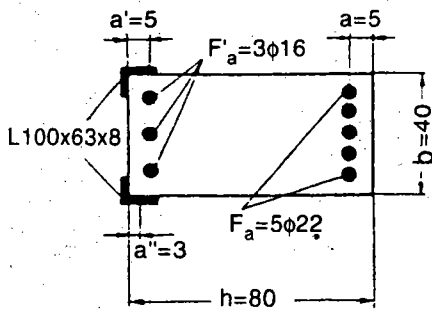
Tra đồ thị để xác định góc gập khúc giới hạn, sao cho ứng suất trước trong thanh chống không vượt quá ứng suất nêu trên, thì được :

$$i = 0,025$$

Với góc này thì tại điểm gập khúc, thanh chống sẽ phải cách mặt cột một khoảng bằng :

$$a = i \cdot \frac{l}{2} = 0,025 \frac{1200}{2} = 15\text{cm}$$

Ví dụ 3 : Căn gia cường một cột chịu nén lệch tâm, có kích thước :



$b = 40\text{cm}; h = 80\text{cm}; l = 700\text{cm}$

Bê-tông M 200, với $R_u = 100\text{kG/cm}^2$.

Thép loại A-II, với $R_a = 2700\text{kG/cm}^2$

$$F'_a = 6\text{cm}^2 \rightarrow 3 \phi 16$$

$$F_a = 19\text{cm}^2 \rightarrow 5 \phi 22$$

$$a = a' = 5\text{cm}$$

Tải trọng sau gia cường :

$$N = 120\text{T}$$

$$M = 60 \text{ T.m}$$

Hình 38

Giải :

• **Xét khả năng cột chịu tải trọng mới, trước gia cường.**

Độ mảnh :

$$\frac{l_o}{h} = \frac{1,1}{h} = \frac{1.700}{80} = 8,75 < 10$$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Vậy xét độ mảnh mà không cần quan tâm đến tác dụng lâu dài của tải trọng.

$$e_o = \frac{M}{N} = \frac{66}{120} = 0,55 = 55\text{cm} > 0,3h_o = 0,3 \cdot 75 = 22,5\text{cm}$$

$$\frac{e_o}{h} = \frac{55}{80} = 0,69 > 0,55$$

0,55 là giới hạn của độ lệch tâm tương đối.

$$c = \frac{66000}{R + 350} \left(\frac{1}{\frac{e_o}{h} + 0,16} + 200 \mu + 1 \right) =$$

$$= \frac{66000}{200 + 350} \left(\frac{1}{0,69 + 0,16} + 200 \frac{19}{80,40} + 1 \right) = 405$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{cR_u F} \left(\frac{l_o}{h} \right)^2} = \frac{1}{1 - \frac{120000}{405 \cdot 100 \cdot 80,40} \cdot 8,75^2} = 1,08$$

$$e'_o = \eta e_o = 1,08 \cdot 55 = 59\text{cm}$$

$$e = e'_o + 0,5h - a = 59 + 0,5 \cdot 80 - 5 = 94\text{cm}$$

$$e' = e'_o - 0,5h + a' = 59 - 0,5 \cdot 80 + 5 = 24\text{cm}$$

$$0 = R_u \cdot b \cdot x (e - h_o + 0,5x) + R_{an} \cdot F'_a \cdot e' - R_a F_a e =$$

$$= 100,40 \cdot x (94 - 75 + 0,5x) + 2700 \cdot 6 \cdot 24 - 2700 \cdot 19 \cdot 94.$$

Từ đó :

$$x^2 + 38x - 2216 = 0$$

$$x = 32\text{cm} < 0,55h_o = 0,55 \cdot 75 = 41\text{cm}$$

Vậy là độ lệch tâm lớn khi chịu tải trọng mới.

$$N = R_u b x + R_{an} F'_a - R_a F_a =$$

$$= 100,40 \cdot 32 + 2700 \cdot 6 - 2700 \cdot 19 = 93000 \text{ kg} = 93^T$$

$$N = 93^T < 120^T$$

Vậy là cần phải gia cường cột để chịu tải trọng mới.

• Tính tiết diện thanh chống.

Thanh chống là thép Ct-3, với $R_a = 2100\text{kg/cm}^2$

$$e'' = e_o - 0,5h + a'' = 59 - 0,5 \cdot 80 + 3 = 22\text{cm}$$

Tính trị của x :

$$0 = 0,5R_u b x^2 + R_u b x (e - h_o - e'') + N e'' + F'_a R_a (e' - e'') - F_a R_a (e - e'') =$$

$$0 = 0,5 \cdot 100,40 \cdot x^2 + 100,40 \cdot x (94 - 75 - 22) +$$

$$+ 120000 \cdot 22 + 6 \cdot 2700 (24 - 22) - 19 \cdot 2700 (94 - 22)$$

$$0 = 2000x^2 - 12000x + 2640000 + 32400 - 3680000$$

$$x^2 - 6x - 504 = 0$$

$$x = 25,7\text{cm} < 41\text{cm}$$

$$F_o = \frac{N \cdot \psi}{m_o R_a} + \frac{F_a + F'_a}{m_o} - \frac{R_u b x}{m_o R_a}$$

Lấy $m_o = 0,9$; $R_a = 2100 \text{kg/cm}^2$

$$F_o = \frac{12000}{0,9 \cdot 2100} + \frac{19 - 6}{0,9} - \frac{100 \cdot 40 \cdot 25,7}{0,9 \cdot 2100} = 23,5 \text{cm}^2$$

Lấy 2L 100 × 63 × 8 → $F_o = 25,2 \text{cm}^2$

- **Tính bản liên kết**, tương tự như đã làm trong ví dụ 1, và không tính ở đây.
- **Kiểm tra độ ổn định của thanh chống :**

Thanh chống có : $i_x = 3,18 \text{cm}$

Độ mảnh của nó :

$$\lambda_x = \frac{0,5l}{i_x} = \frac{0,5 \cdot 700}{3,18} = 110$$

Tra bảng, với $\lambda_x = 110$, thì $\varphi_x = 0,52$

Ứng suất giới hạn trong một thanh chống :

$$\sigma_o = R\varphi = 2100 \cdot 0,52 = 1090 \text{kg/cm}^2$$

Ứng suất trước không cần lên tới trị số lớn đó, chỉ cần lấy :

$$\sigma_o = 800 \text{kg/cm}^2 < 1090 \text{kg/cm}^2$$

Tra đồ thị (hình 58) để tìm góc gấp của thanh chống :

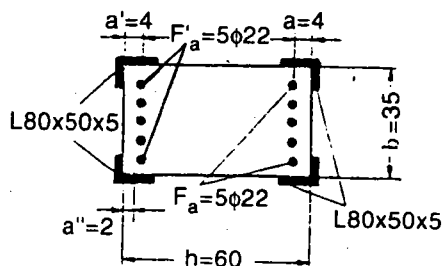
$$i = 0,028.$$

Với góc này tại điểm gấp khúc, thanh chống sẽ phải cách mặt cột một khoảng bằng :

$$a = i \cdot \frac{l}{2} = 0,028 \cdot \frac{700}{2} = 9,8 \text{cm} \approx 10 \text{cm}$$

Ví dụ 4 : Cần gia cường một cột chịu nén lệch tâm lớn với mômen hai dấu.

Cột nằm ở giữa hai tầng nhà, có kích thước :



Hình 39

$$b = 35 \text{cm}; h = 60 \text{cm}; l = 540 \text{cm}$$

$$\text{Bê-tông } M 200, R_u = 100 \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Thép loại A-II với } R_a = 2700 \text{kg/cm}^2$$

$$F_a = F'_a = 19 \text{cm}^2 (5 \phi 22)$$

$$a = a' = 4 \text{cm}$$

Tải trọng sau gia cường :

$$N = 121 \text{T}$$

$$M = +46 \text{T.m}$$

Giải :

- **Xét khả năng chịu tải trọng mới của cột, trước gia cường :**

Độ mảnh :

$$\lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{1.1}{h} = \frac{1.540}{60} = 9 < 10$$

Vậy tính toán không cần phải xét tác dụng lâu dài của tải trọng.

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{46}{121} = 0.38\text{m} = 38\text{cm} > 0,3h_0 = 0,3 \cdot 56 = 16,7\text{cm}$$

$$\frac{e_0}{h} = \frac{38}{60} = 0.63 > 0.55$$

$$c = \frac{66000}{R+350} \left(\frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0.16} + 200 \mu + 1 \right) =$$

$$= \frac{66000}{200+350} \left(\frac{1}{0.63+0.16} + 200 \frac{19}{60.35} + 1 \right) = 490$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{cR_u F} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2} = \frac{1}{1 - \frac{121000}{490 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 35} \cdot 9^2} = 1.05$$

$$e'_0 = \eta e_0 = 1,05 \cdot 38 = 40,0\text{cm}$$

$$e = e'_0 + 0,5h - a = 40 + 0,5 \cdot 60 - 4 = 66\text{cm}$$

$$e' = e'_0 - 0,5h + a' = 40 - 0,5 \cdot 60 + 4 = 14\text{cm}$$

$$0 = R_u b x (e - h_0 + 0,5x) + R_{an} F'_a e' - R_a F_a e =$$

$$= 100.35 \cdot x (66 - 56 + 0,5x) + 2700 \times 19.14 - 2700.19.66 =$$

$$= 35000x + 1750 x^2 + 750000 - 3380000$$

$$x^2 + 20x - 1510 = 0$$

$$x = 30\text{cm}$$

$$N = R_u b x + R_{an} F'_a - R_a F_a =$$

$$= 100.35.30 + 2700.19 - 2700.19 = 105,0\text{T} < 121\text{T}$$

Vậy phải gia cường cột để chịu tải trọng mới.

- **Tính tiết diện thanh chống gia cường.**

Đặt thanh chống ở cả hai phía của cột, nhưng chỉ có một cặp thanh chống làm việc ở phía chịu nén của cột mà thôi.

Thanh chống làm bằng thép Ct-3 với $R_a = 2100\text{kG/cm}^2$

Với $a' = 2\text{cm}$

$$e'' = e'_0 - 0,5h + a'' = 40 - 0,5.60 + 2 = 12\text{cm}$$

Tính trị của x :

$$0 = 0,5 R_u b x^2 + R_u b x (e - h_0 - e'') + N e'' + F'_a R_a (e' - e'') - F_a R_a (e - e'') =$$

$$= 0,5.100.35x^2 + 100.35x(66 - 56 - 12) + 121000 \cdot 12 + 19.2700(14 - 12) - 19.2700(60 - 12)$$

$$= 1750x^2 - 7000x + 1450000 + 102600 - 2780000$$

$$x^2 - 4x - 700 = 0$$

$$x = 28,4\text{cm}$$

Với $R_a = 2100\text{kg/cm}^2$, $m_o = 0,9$

$$F_o = \frac{N}{m_o R_a} + \frac{F_a - F'_a}{m_o} - \frac{R_u bx}{m_o R_a} = \frac{121000}{0,9 \cdot 2100} + \frac{19 - 19}{0,9} - \frac{100.35.28,4}{0,9 \cdot 2100} = 64,2 - 52,7 = 11,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lấy : } 2L 80 \times 50 \times 5 \rightarrow F_o = 12,8\text{cm}^2$$

• **Tính bản liên kết :** giống như trong ví dụ 1.

• **Kiểm tra độ ổn định của thanh chống.**

Thanh chống có : $i_x = 2,56\text{cm}$

$$\text{Độ mảnh của nó : } \lambda_x = \frac{0,5l}{i_x} = \frac{0,5 \cdot 540}{2,56} = 105$$

tra phụ lục 2 thì được : $\varphi_x = 0,56$

Ứng suất giới hạn trong một thanh chống : $\sigma_o = R\varphi_x = 2100 \cdot 0,56 = 1175\text{kg/cm}^2$

Không cần sử dụng hết ứng suất trước này, mà chỉ lấy :

$$\sigma_o = 700\text{kg/cm}^2 < 1175\text{kg/cm}^2$$

Tra đồ thị thì góc gập của thanh chống khi thi công là :

$$i = 0,026$$

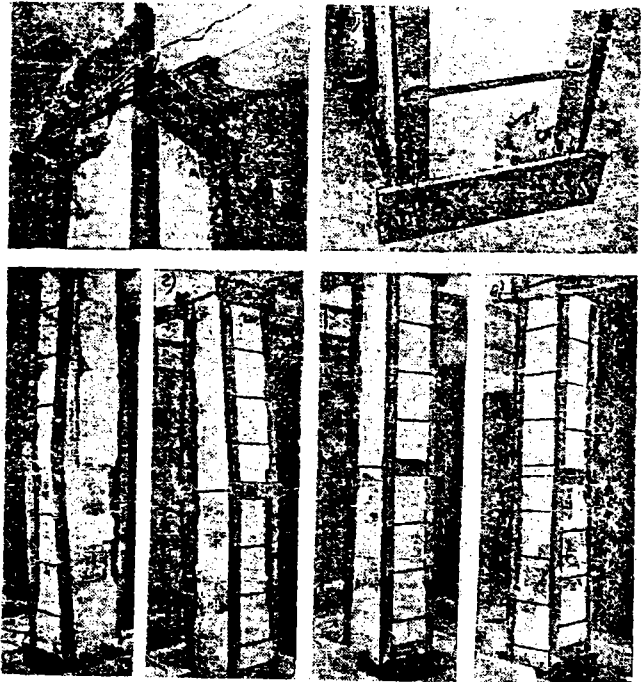
Với góc này thì ở điểm gập khúc, thanh chống phải cách mặt cột một khoảng bằng :

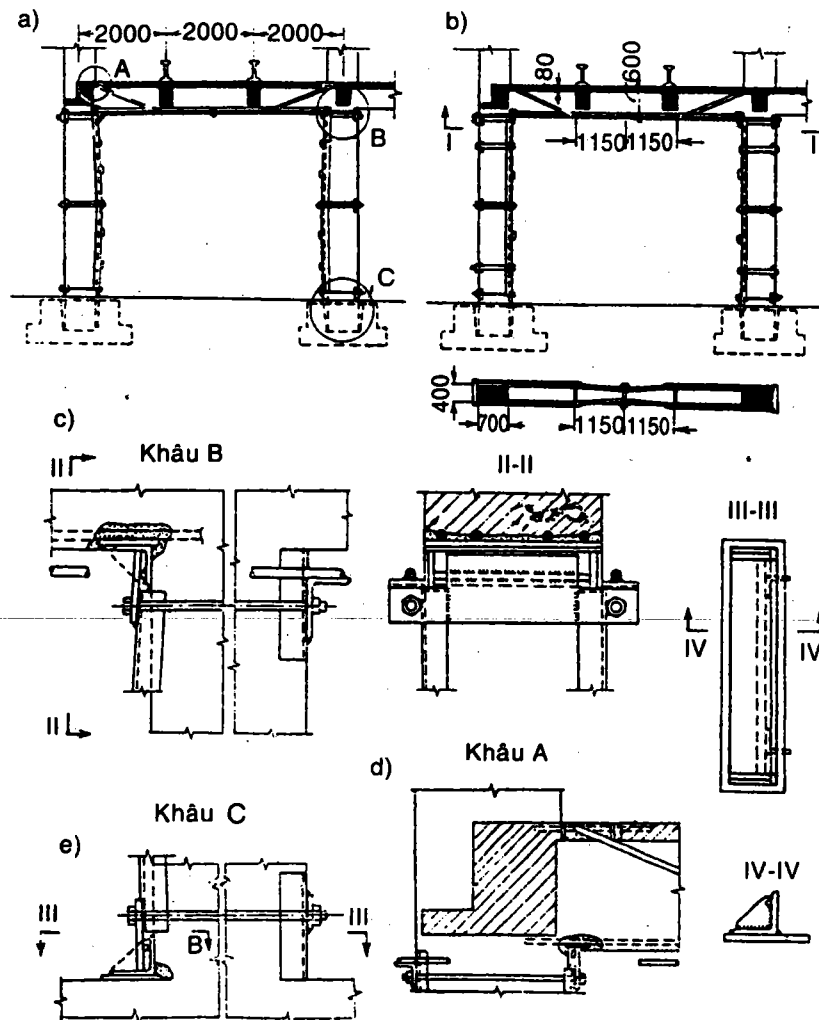
$$a = i \frac{l}{2} = 0,026 \frac{540}{2} = 7\text{cm}$$

C. PHẦN ỨNG DỤNG

Ứng dụng 1. Các vết nứt xuất hiện tại các đầu cột tầng trệt ngôi nhà bốn tầng. Nguyên nhân nứt là do các cốt thép dọc trong cột phình ra phá vỡ lớp bê-tông bảo vệ trong phạm vi chiều cao dầm, vì tại đó thiếu cốt đai, chất lượng bê-tông rất xấu, mác dưới 100, do nước ximăng dò rỉ.

Người ta đã gia cường cột bằng các thanh thép góc ứng suất trước 70x8, liên kết bằng các thép tròn $\phi 20$.

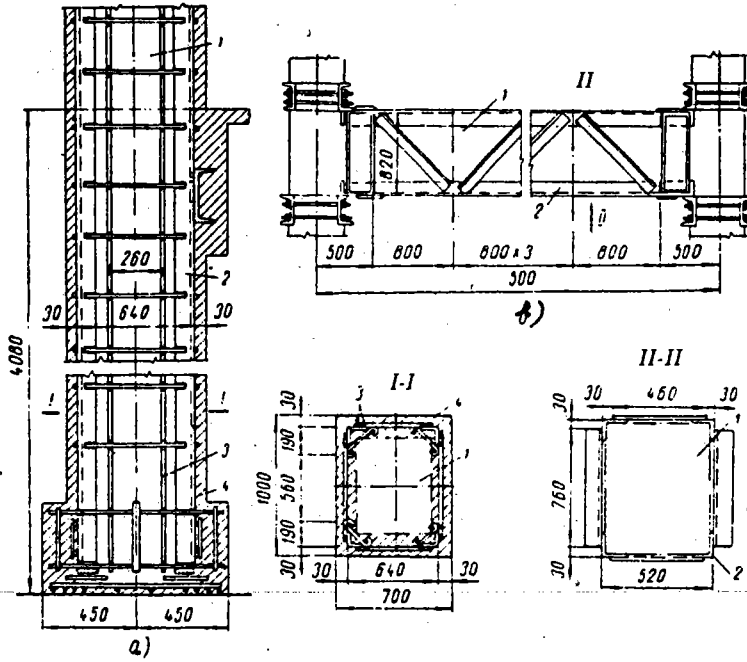




Cột khung nhà được gia cường một phía bằng các cây thép góc 60×6 ứng suất trước. Dầm được gia cường bằng các thanh căng kết hợp $2 \phi 30$ ứng suất trước.

- a. các cây thép chống mới lắp xong, chưa tạo ứng suất trước.
- b. các cây thép chống ở trạng thái ứng suất trước.
- c. chi tiết khâu đỉnh cột chống
- d. chi tiết khâu cố định các thanh căng
- e. chi tiết khâu chân cột chống.

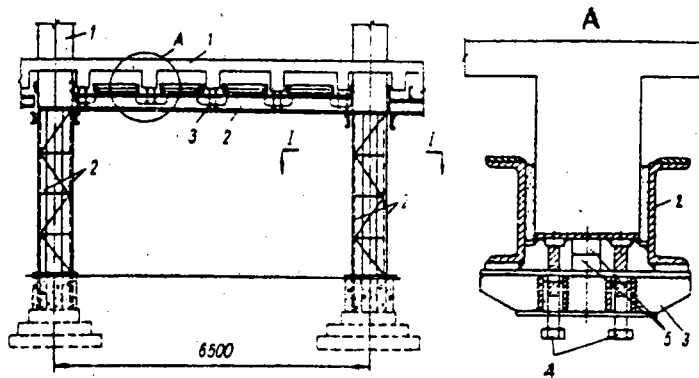
Ứng dụng 5. Gia cường kết cấu bằng các lồng thép không ứng suất trước.



a. gia cường cột
b. gia cường dầm

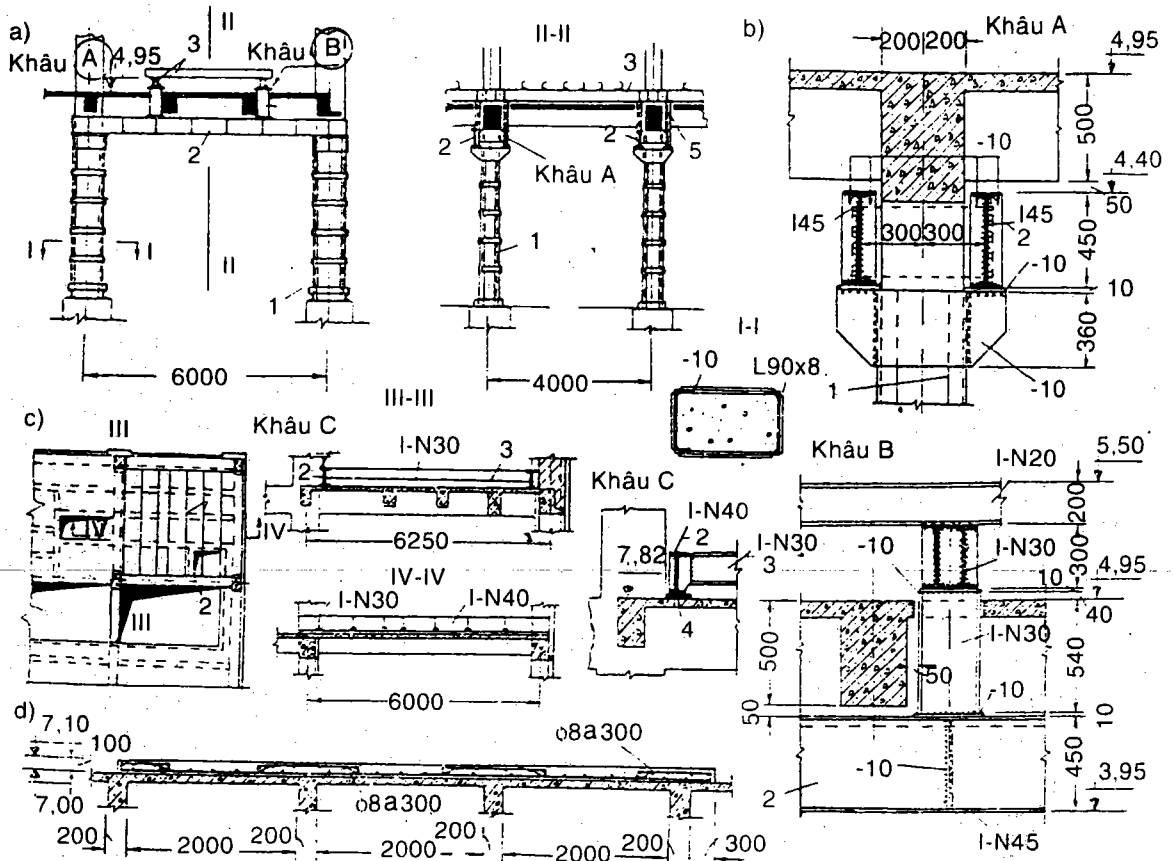
1. bộ phận cân gia cường; 2. lồng thép; 3. cốt thép dọc bổ sung; 4. lớp bê-tông bảo vệ.

Ứng dụng 6. Gia cường dầm cột bê-tông cốt thép bằng kết cấu thép không ứng suất trước.



1. kết cấu cân gia cường; 2. kết cấu thép gia cường; 3. bộ phận đưa kết cấu thép gia cường vào cùng làm việc với kết cấu bê-tông cốt thép cũ; 4. các vít chống căng; 5. các nêm cố định.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
Ứng dụng 7. Kết cấu thép đỡ hết tải tại chỗ kết cấu bê-tông cốt thép.



- kết cấu thay thế bằng thép
 - chi tiết khâu kê dầm
 - kết cấu thép đỡ toàn bộ tải trọng cho kết cấu bê-tông cốt thép
 - tấm bê-tông cốt thép đỡ một phần tải trọng cho sàn tầng
- lồng thép ôm cột, làm bằng thép góc;
 - dầm thép chính đỡ toàn bộ tải trọng;
 - dầm dưới thiết bị mới;
 - lớp bê-tông dưới gối tựa của dầm;
 - cây chống, mang dầm đỡ thiết bị.

Phụ lục 2

BẢNG TRA HỆ SỐ UỐN DỌC φ CỦA THANH THÉP CHỊU NÉN.

Độ mảnh λ	Hệ số uốn dọc φ của các thanh chịu nén, bằng thép với cường độ tính toán R, kG/cm ² như sau :						
	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077