

PHẦN II

GIA CƯỜNG KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

CHƯƠNG 8

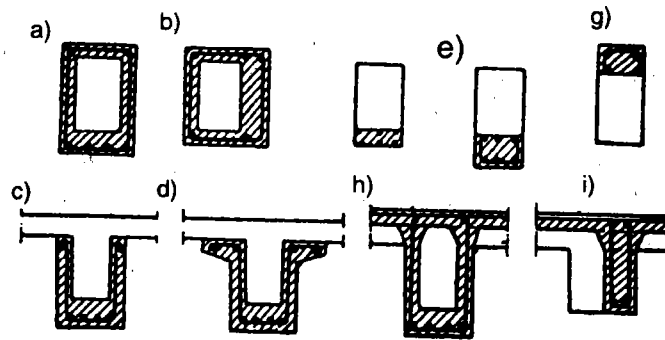
GIA CƯỜNG KẾT CẤU BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN

A. PHẦN CẤU TẠO

• GIA CƯỜNG DẦM

Các hình thức gia cường dầm bê-tông cốt thép bằng cách tăng tiết diện trình bày trong hình 18.

Hình thức gia cường dầm bằng tăng tiết diện về một phía thường phổ biến nhất. Người ta hàn thêm cốt thép mới vào những cốt thép chủ cũ của dầm sau khi đã đục phá lớp bê tông bảo vệ bên ngoài.



Hình 18 – Gia cường bằng tăng tiết diện dầm.

a và b – Làm vỡ áo tứ phía.

c và d – Làm vỡ áo ba phía.

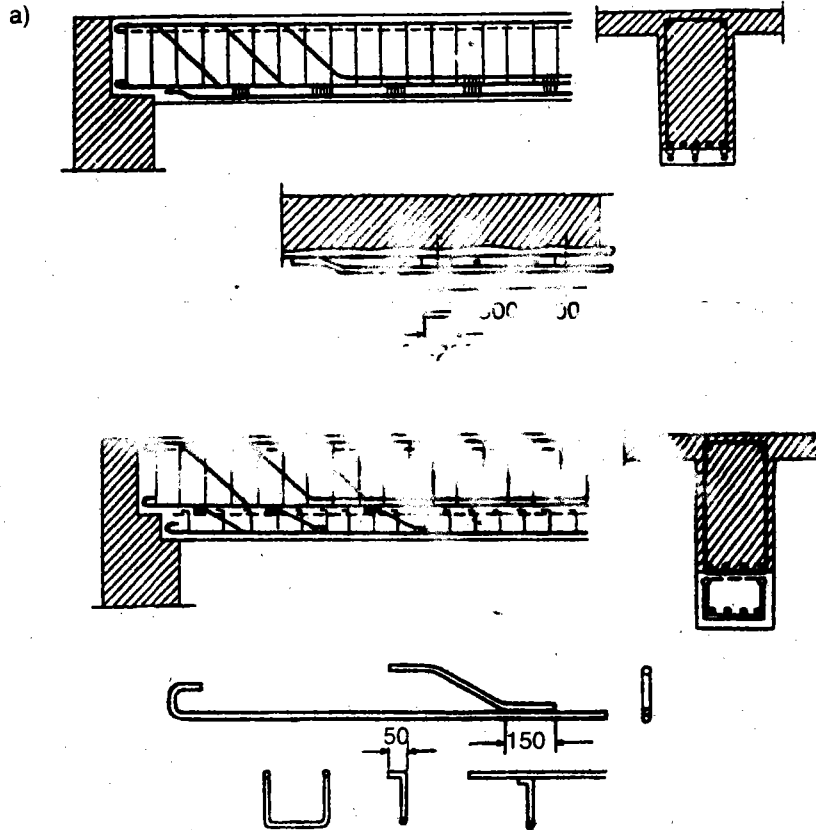
e và g – Đắp dầy một phía.

h và i – Gia cường dầm kết hợp với gia cường sàn.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Nếu mức độ tăng cường khả năng chịu lực của dầm không nhiều lắm thì chỉ cần tăng số lượng cốt thép chủ bằng cách hàn thêm một số cốt thép phụ vào những cốt thép chủ cũ của dầm, rồi trát vữa xi măng hay phun bê tông (hình 19a). Có thể hàn trực tiếp cốt thép mới vào cốt thép cũ, hoặc đặt một miếng chêm vào giữa chúng, miếng chêm này là đoạn thép tròn, đường kính 10 – 30 mm, dài độ 8 – 20 cm; các đoạn hàn cách nhau khoảng 100cm. Như vậy chiều cao của tiết diện được gia cường tăng lên 2 – 8 cm.

Nếu cần tăng cường khả năng chịu lực của dầm lên nhiều thì phải tăng chiều cao tiết diện dầm về phía dưới bằng cách đặt thêm cốt thép chủ mới, hàn vào cốt thép chủ cũ bằng các đoạn thép vai bò, thép đai đứng hoặc xiên (hình 19b).



Hình 19 – Các chi tiết cố định các cốt thép gia cường.

a) – Khi mức độ gia cường nhỏ.

b) – Khi mức độ gia cường lớn.

Ở đây sự dính kết giữa bê-tông cũ và bê-tông mới là vấn đề rất quan trọng, nếu thi công không tốt thì hàng năm do tuổi bê-tông khác nhau, độ dính kết sẽ giảm. Độ dính kết giữa bê-tông cũ và bê-tông mới phụ thuộc rất nhiều yếu tố như điều kiện thi công, phương pháp đầm và bảo dưỡng, cách thức gia công mặt tiếp xúc, thành phần hạt cốt liệu, liều lượng xi-măng v.v...

Đổ bê-tông gia cường dầm có thể tiến hành từ trên xuống qua các lỗ đục sẵn trên sàn (hình 20a) và xọc vữa xuống dầm. Biện pháp này không phải lúc nào cũng thực hiện được, vì nhiều khi trên dầm còn có các thiết bị công nghệ cản trở việc đục lỗ trên sàn.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
Có trường hợp áp dụng phương pháp phủ bê-tông vỏ áo thành nhiều lớp; mỗi lớp dày không quá 15 mm.

Nếu khối lượng sửa chữa gia cường nhỏ thì có thể thi công bê-tông các vỏ áo gia cường dầm và cột bằng một loại ngăn kéo đặc biệt (hình 20b, c). Sau khi đánh sờm mặt bên người ta lắp hộp ván khuôn vỏ áo cách mặt dưới sàn tầng một khoảng 100 – 150 mm. Tiến hành đổ bê-tông từng đoạn một bằng một ngăn kéo có ba thành, trong đó hai thành dọc biên đặt tỳ lên thành đứng của hộp ván khuôn, còn đáy ngăn kéo thì đặt trên một giá đỡ thẳng đứng. Khi đã đặt xong ngăn kéo vào vị trí làm việc của nó người ta đổ vữa bê-tông vào ngăn kéo rồi dùng bàn đẩy đẩy vữa xuống khe hở, đồng thời cho đầm chấn động bên ngoài hộp. Đổ bê-tông từ hai phía bên hộp ván khuôn và chuyển dịch dần dọc theo hộp.

Phương pháp gia cường dầm bằng cách tăng tiết diện có nhiều ưu điểm : nó kinh tế, tốn ít vật liệu mà hiệu quả tăng cường khả năng chịu lực cho kết cấu vẫn lớn, sửa chữa được những hư hỏng có trước, giữ nguyên tính chất toàn khối của kết cấu bê-tông cốt thép.

Khuyết điểm chính của phương pháp này là thi công phức tạp, tốn nhiều công lao động, phải làm dàn dáo, ván khuôn trong toàn bộ đoạn sửa chữa gia cường, phải đục, phải thi công đổ bê-tông trong điều kiện khó khăn, không thể tiến hành công tác sửa chữa mà không ảnh hưởng đến sản xuất hoặc sử dụng được.

• GIA CƯỜNG SÀN TẦNG

Những sàn tầng có dầm sườn đổ bê-tông toàn khối hay lắp ghép, đặt trên các dầm thép hay dầm bê-tông cốt thép có thể gia cường theo các biện pháp sau :

Nếu sàn cũ bị thấm dầu mỡ và các hóa chất xâm thực, sự dính kết chắc chắn giữa lớp bê-tông cũ và mới không đảm bảo thì khi gia cường phải đổ một lớp bê-tông cốt thép mới dày hơn 5cm lên trên mặt sàn cũ. Tấm sàn mới coi như một sàn làm việc độc lập, được thiết kế với lưới cốt thép chịu mômen gối tựa và mômen giữa nhịp.

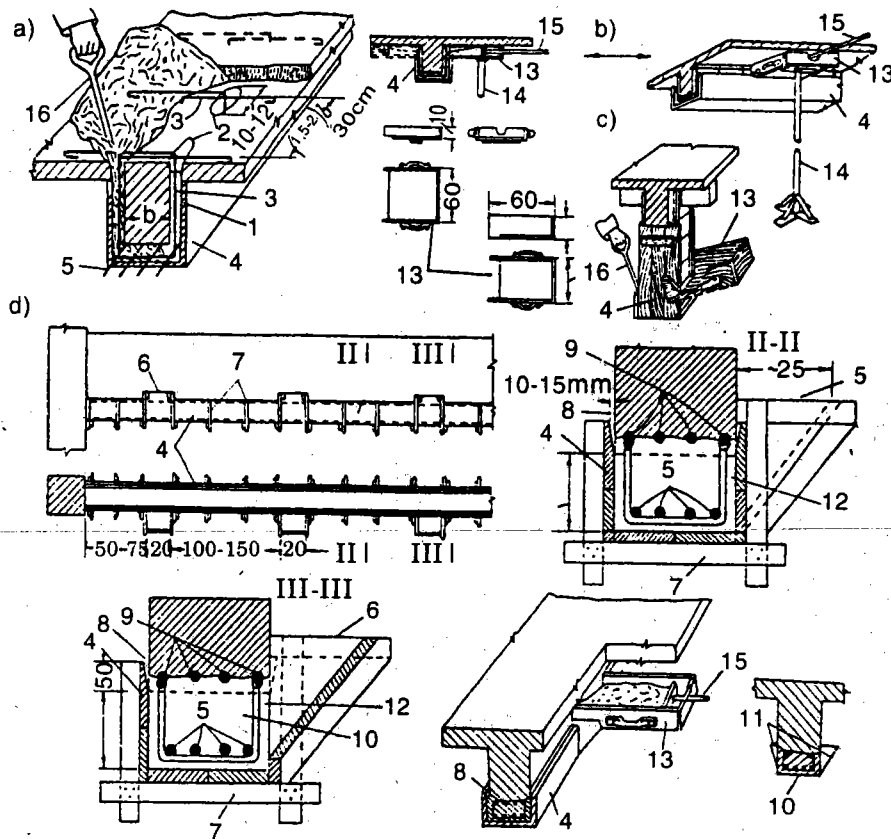
Nếu không thể hoặc không tiện gia cường sàn bê-tông đổ toàn khối ở phía mặt trên, ví dụ như không thể bấy lớp lát mặt, tháo dỡ các thiết bị..., thì người ta gia cường về phía dưới sàn bằng cách hàn vào dưới cốt thép nhịp cũ một số cốt thép gia cường, nối nhau bằng những đoạn cốt thép ngắn khác, rồi phun một lớp bê-tông dày hơn 2cm ra ngoài. Những chỗ định hàn nối cốt thép cũ và cốt thép mới phải phá trước lớp bê-tông bảo hộ đi (hình 21c). Khi tính toán thì coi như cả hai lớp bê-tông làm việc một khối thống nhất.

Nếu sàn là những tấm bê-tông phẳng hoặc có sườn đặt trên các dầm thép, thì gia cường bằng một lớp bê-tông cốt thép mới ở trên mặt, dày trên 3cm (hình 21b). Muốn sàn trở thành một kết cấu toàn khối liên tục thì phải đảm bảo liên kết chặt chẽ lớp bê-tông cũ và lớp bê-tông mới, các khe hở giữa các tấm sàn cũ phải được chèn chặt bằng vữa xi-măng.

Nếu thấy không đảm bảo liên kết chặt chẽ được hai lớp bê-tông, thì lớp bê-tông mới phải làm dày hơn 5cm, và coi như nó làm việc độc lập, và tấm sàn cũ được dỡ tải toàn bộ.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

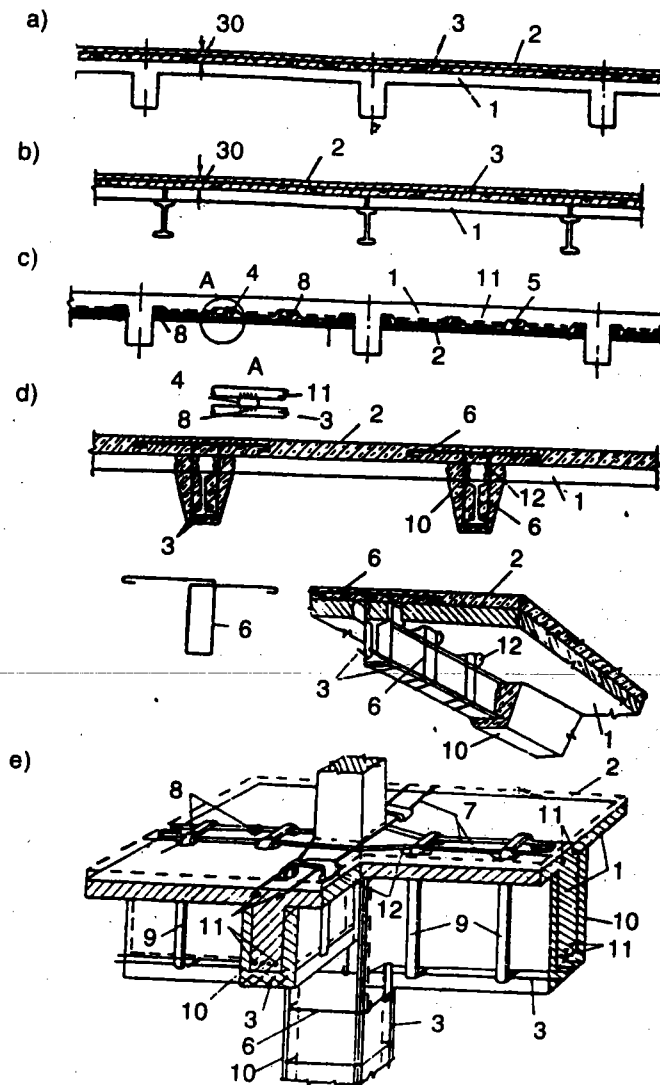
Các biện pháp gia cường sàn tầng nhà bê-tông cốt thép đều đơn giản, có thể lấy ngay sàn cũ làm ván khuôn đổ bê-tông sàn mới, không đòi hỏi phải tạm ngừng sử dụng, có thể thi công dần ở từng đoạn riêng biệt một.



Hình 20. Đúc bê-tông gia cường dầm và cột.

- a) đúc bê-tông vỏ áo dầm có sàn, qua các lỗ đục trên sàn.
- b) đúc bê-tông vỏ áo ba mặt bằng hộp ngăn kéo.
- c) đúc bê-tông tăng tiết diện cột hai phía bằng hộp ngăn kéo.
- d) đúc bê-tông tăng tiết diện dầm về phía dưới bằng hộp ngăn kéo.

1- Khe hở giữa dầm và cốp-pha vỏ áo; 2- lỗ đục qua sàn để luồn cốt đai và đổ bê-tông; 3- cốt đai; 4- hộp cốp-pha; 5- cốt thép mới đặt thêm; 6- phễu để đổ bê-tông; 7- sườn cứng của cốp-pha hộp; 8- khe hở để thoát khí và để kiểm tra đúc bê-tông; 9- cốt thép cũ của dầm; 10- phân bê-tông đúc tăng cường; 11- các vấu bê-tông ở nơi đặt phễu đúc, sẽ đẽo đi sau khi tháo dỡ cốp-pha; 12- các cốt đai gia tăng, hàn liền vào các cốt cũ; 13- hộp ngăn kéo để đúc bê-tông; 14- giá đỡ; 15- bàn gạt để đẩy bê-tông ra khỏi ngăn kéo; 16- thanh xọc bê-tông.



Hình 21 – Gia cường sàn kết hợp với gia cường dầm.

a,b. gia cường sàn phía mặt trên sàn.

c. gia cường sàn phía mặt dưới sàn.

d. gia cường kết hợp sàn bê-tông và dầm thép hình.

e. gia cường gối tựa giữa các dầm giao nhau.

1- kết cấu cũ; 2- lớp bê-tông gia cường; 3- cốt thép gia cường; 4- đoạn thép nối;
5- chỗ đục lớp bê-tông sàn cho lộ cốt thép; 6- cốt đai bổ sung; 7- cốt thép gối tựa bổ sung;
8- đường hàn; 9- cốt đai bằng thép dẹt; 10- vỏ áo bê-tông; 11- cốt thép có sẵn; 12- lỗ đục
qua sàn để luồn cốt đai và đúc bê-tông.

Tuy kết cấu gia cường đơn giản nhưng giá thành thường cao vì nhiều khi hầu như phải làm một sàn mới hoàn toàn.

Ngoài ra việc làm lớp sàn mới lên trên sàn cũ còn làm giảm kích thước phòng và tạo nên những bậc cao chênh lệch ở sàn.

Hình 21d trình bày cách gia cường kết hợp bê-tông và dầm thép I. Dầm thép được gia

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

cường bằng các thanh cốt thép tròn đặt tại cánh hạ. Các cốt đai ôm bên dưới dầm thép và xuyên qua các lỗ đục trên sàn để lên mặt sàn. Các đầu mút cốt đai kéo dài và chôn trong lớp bê-tông gia cường sàn, được coi như là cốt thép gối tựa. Đúc bê-tông vỏ áo dầm từ các lỗ đục sẵn trên sàn, tiến hành đồng thời với đúc bê-tông lớp gia cường sàn.

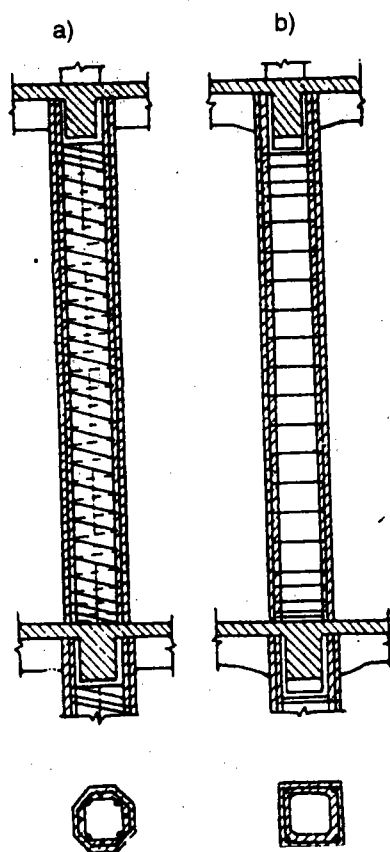
Hình 21e trình bày cách đặt các cốt thép gối tựa bổ sung cho dầm chính và dầm phụ, được gia cường bằng vỏ áo bê-tông, kết hợp với sàn được gia cường bằng lớp bê-tông bên trên. Ở đây các cốt đai của vỏ áo làm bằng thép bản dẹt với các đầu mút hàn liền vào nhau ở mặt trên sàn. Các lỗ đục trên sàn để luồn cốt đai còn được dùng để đúc vỏ áo dầm.

• GIA CƯỜNG CỘT

Cột bê-tông cốt thép có thể gia cường bằng một vỏ áo cũng bằng bê-tông cốt thép (hình 22 a và b) với những cốt thép dọc và cốt đai đặt theo tính toán.

Chiều dày lớp vỏ áo phải lớn hơn 5cm nếu đổ bê-tông có ván khuôn, và phải lớn hơn 3cm nếu áp dụng biện pháp phun bê-tông. Trước khi gia cường phải đập vỡ các cạnh góc cột và gia công mặt bê-tông cũ.

Trong trường hợp làm vỏ áo chung quanh cột gặp khó khăn, ví dụ như cột ở gần mạch lún, mạch nhiệt, hoặc cột ở sát tường thì gia cường bằng cách tăng tiết diện cột về một phía hay hai phía.



Hình 22. Gia cường cột bằng tăng tiết diện.

- a) Vỏ áo có cốt đai xoắn ốc.
b) Vỏ áo có cốt đai vòng kín.

Các thanh cốt thép dọc cũ và mới được hàn với nhau bằng các đoạn thép ngang ngắn hoặc bằng thép đai, tùy theo điều kiện cần tăng khả năng chịu lực của cột lên ít hay nhiều.

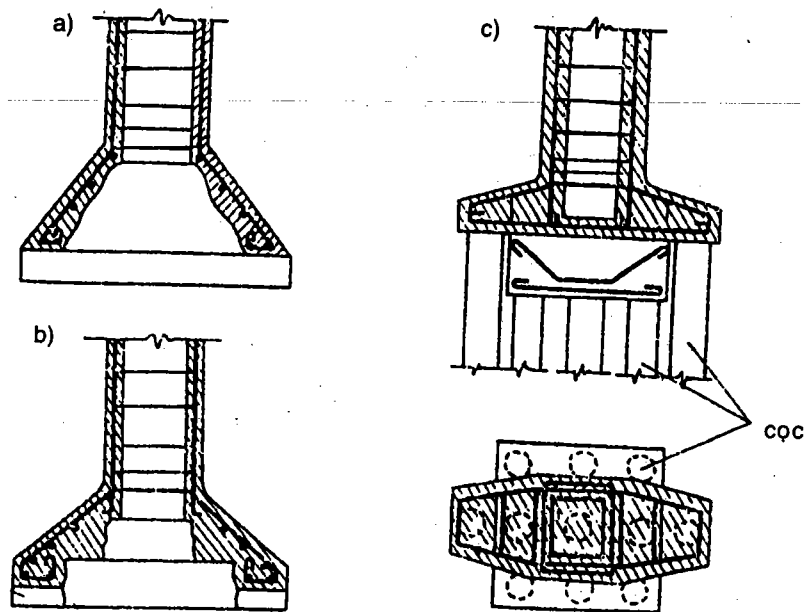
Gia cường cột bằng cách mở rộng tiết diện không cần phải làm suốt chiều dài cột mà có thể gia cường cục bộ ở những nơi có hư hỏng hay ứng suất quá lớn.

Gia cường những cột nhà nhiều tầng đổ bê-tông toàn khối thì phải khoan những lỗ xuyên qua sàn tầng để cho cốt thép dọc đi qua.

Tùy theo tải trọng truyền xuống móng nhỏ hay lớn mà không cần tăng diện tích đế móng (hình 23a), hoặc phải tăng diện tích đế móng (hình 23b), đôi khi phải hạ thêm cọc (cọc khoan và đúc tại chỗ) và làm đài cọc bê-tông cốt thép để truyền tải xuống các cọc mới (hình 23c).

Thông thường thì vỏ áo móng gia cường nối liền với vỏ áo cột gia cường, nếu như cột không cần thiết phải gia cường thì vỏ áo móng nên kéo dài lên cao quá chặn cột độ 1-1,5m.

Mặt ngoài vỏ áo móng thường dốc, khi đổ bê-tông cần làm ván khuôn ngoài.



Hình 23. Gia cường móng cột bê-tông cốt thép.

a) Không tăng diện tích đế móng.

b) Có tăng diện tích đế móng.

c) Có thêm cọc mới.

B. PHẦN THIẾT KẾ

Bốn đặc điểm thiết kế các tiết diện gia cường bằng cách mở rộng ra một phía hoặc ra nhiều phía là :

- Kết cấu được gia cường làm việc như là một kết cấu đúc liền duy nhất.
- Cốt thép trong kết cấu cũ và cốt thép bổ sung để gia cường, ở trạng thái giới hạn, đều đạt tới cường độ tính toán của loại thép sử dụng.
- Cốt dọc trong kết cấu cũ, đặt cách cạnh chịu kéo của tiết diện mới gia cường, một

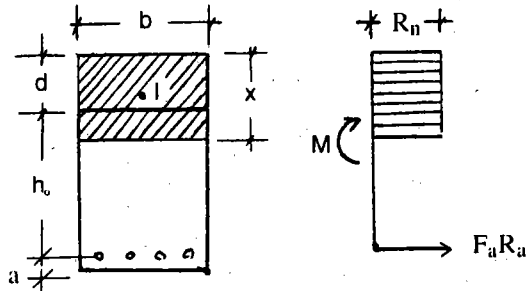
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

khoảng lớn hơn $0,5(h-x)$, thì coi cốt dọc đó sẽ làm việc, ở trạng thái giới hạn, bằng 80% cường độ thiết kế, nghĩa là $0,8R_a$.

- Cốt đai trong kết cấu cũ và trong kết cấu gia cường cùng làm việc kết hợp chung.

• GIA CƯỜNG DẦM BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN VÙNG NÉN.

Cần chọn chiều cao gia cường d (hình 24) cho vùng chịu nén, sao cho lượng cốt thép chịu kéo F_a của kết cấu cũ đủ sức chịu được mômen uốn gia tăng (ngoại lực gia tăng), không cần phải bổ sung thêm cốt thép nữa.



Hình 24

Điều kiện cân bằng mômen của tiết diện đã được tôn cao ở vùng nén, đối với tâm nén I, có dạng :

$$M = F_a \cdot R_a (h_0 + d - 0,5x) \quad (1)$$

Điều kiện cân bằng lực :

$$bx R_n = F_a \cdot R_a$$

từ đó rút ra :

$$x = \frac{F_a \cdot R_a}{b \cdot R_n}$$
$$d = \frac{M}{F_a \cdot R_a} - h_0 + 0,5x$$

Thế trị của x vào biểu thức trên, thì được :

$$d = \frac{M}{F_a \cdot R_a} - h + \frac{F_a \cdot R_a}{2b \cdot R_n} \quad (2)$$

Ví dụ 1.

Yêu cầu đúc một lớp bê-tông gia cường lên trên một tấm sàn nhà, để chịu mômen uốn gia tăng là :

$$M = 0,56 T.m$$

Các số liệu về sàn nhà trước khi gia cường như sau :

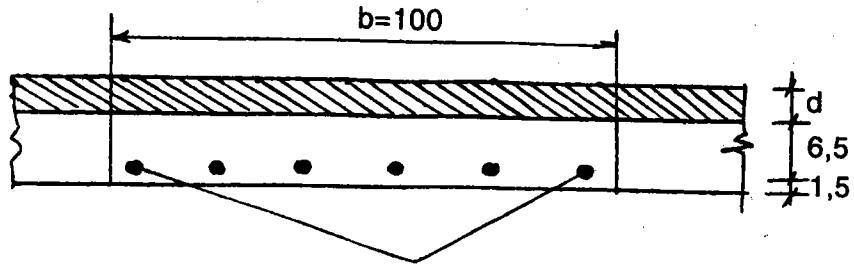
$$h_0 = 6,5cm. \text{ (hình 25).}$$

Thép ở vùng kéo :

$$F_a = 3,02cm^2, 6\phi 8 A-I$$

$$R_a = 2100 kG/cm^2$$

Bê-tông M200 : $R_b = 100 \text{ kg/cm}^2$
 Công ty Hòa Chất Xây Dựng Phương Nam
 Mômen uốn trước khi gia cường là: $M = 0,375 \text{ T.m}$.



$$F_a = 3,02, 6\Phi 8$$

Hình 25

Giải :

Chiều dày d lớp bê-tông gia cường, xác định bằng công thức (2) như sau :

$$d = \frac{56000}{3,02 \times 2100} - 6,5 + \frac{3,02 \times 2100}{2 \times 100 \times 100}$$

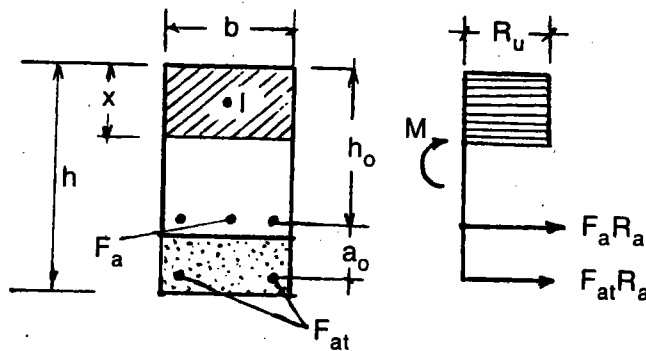
$$= 8,8 - 6,5 + 0,32 = 2,62 \text{ cm}$$

Ta lấy : $d = 3 \text{ cm}$

• GIA CƯỜNG DẦM BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN VÙNG KÉO

Khi này cần phải bổ sung cốt thép cho phù hợp với tải trọng gia tăng.

Cho trước chiều dày gia cường hoặc chiều dày lớp vỏ áo gia cường của dầm. Gọi a_0 là khoảng cách giữa lớp cốt thép cũ F_a của dầm và lớp cốt thép tăng cường F_{at} của phần gia cường, khi kết cấu chịu mômen uốn gia tăng M .



Hình 26

Tính lượng cốt thép tăng cường F_{at} , từ hai điều kiện cân bằng :

Cân bằng về mômen uốn của tiết diện gia tăng tại vùng kéo với cốt thép bổ sung đối với tâm nén I (Hình 26), ta có :

$$M = F_a \cdot R_a (h_0 - 0,5x) + F_{at} \cdot R_a (h_0 + a_0 - 0,5x)$$

Cân bằng về lực, khi chiếu tất cả các lực lên trục nằm ngang, ta có :

$$bxR_u = F_a \cdot R_a + F_{at} \cdot R_a$$

từ đó :

$$x = \frac{R_a(F_a + F_{at})}{b.R_u} \quad (3)$$

Biến đổi biểu thức M bằng cách cộng các số hạng chứa x :

$$M - F_a R_a h_0 - F_{at} R_a (h_0 + a_0) + 0,5 R_a x (F_a + F_{at}) =$$

Thế trị của x vào phương trình trên :

$$(M - F_a R_a h) R_u b - F_{at} \cdot R_a \cdot R_u b (h_0 + a_0) + 0,5 R_a^2 (F_a + F_{at}) = 0$$

Từ đây rút ra ;

$$F_{at} = -\frac{A}{2} - \sqrt{\frac{A^2}{4} - B} \quad (4)$$

trong đó :

$$A = \frac{F_a R_a - R_u b (h_0 - a_0)}{0,5 R_a} \quad (5)$$

$$B = \frac{2(M - F_a R_a h_0) R_u b}{R_a^2} + F_a^2 \quad (6)$$

Trường hợp khoảng cách từ F_a đến cạnh chịu kéo của tiết diện gia cường lại lớn hơn $0,5(h - x)$, lúc đó các cốt thép F_a này có cường độ tính toán là $0,8R_a$, thì các công thức trên có dạng :

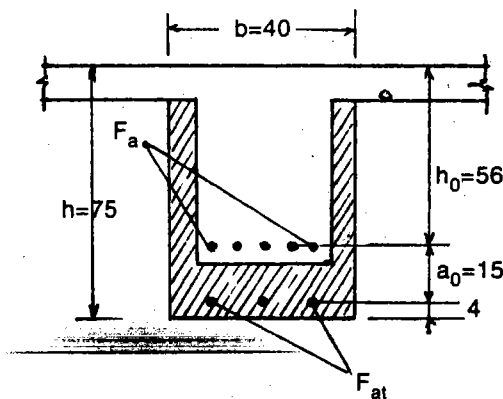
$$x = \frac{R_a(0,8F_a + F_{at})}{b.R_u} \quad (3')$$

$$A = \frac{0,8 F_a \cdot R_a - R_u b (h_0 + a_0)}{0,5 R_a} \quad (5')$$

$$B = \frac{2(M - 0,8 F_a R_a h_0) R_u \cdot b}{R_a^2} + 0,64 F_a^2 \quad (6')$$

Ví dụ 2 .

Yêu cầu xác định lượng cốt thép F_{at} cho vỏ áo gia cường một dầm (hình 27), khi cho biết khoảng cách giữa cốt thép F_a và F_{at} của dầm là $a_0 = 15\text{cm}$.



Hình 27

Kích thước dầm sau khi gia cường bằng vỏ áo :

$$b = 40\text{cm}, h = 75\text{cm}, h_0 = 56\text{cm} \text{ (trước gia cường)}$$

Cốt thép $F_a = 24,5 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \phi 25 \text{ A-II}$, $R_a = 2700 \text{ kG/cm}^2$

Mômen sau khi gia cường $M = 50 \text{ T.m}$.

Giải

Theo công thức (5) :

$$A = \frac{F_a \times R_a - R_u b (h_o + a_o)}{0,5 R_a}$$
$$= \frac{24,5 \times 2700 - 100 \times 40 (56 + 15)}{0,5 \times 2700} = -161$$

Theo công thức (6) :

$$B = \frac{2(M - F_a \cdot R_a h_o) \cdot R_u b}{R_a^2} + F_a^2 =$$
$$= \frac{2(5.000.000 - 24,5 \times 2700 \times 56) 100 \times 40}{2700^2} + 24,5^2 = 2030$$

Theo công thức (4) :

$$F_{at} = -\frac{A}{2} - \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}$$
$$= -\frac{-161}{2} - \sqrt{\frac{161^2}{4} - 2030} = 80,5 - 66,8 = 13,7 \text{ cm}^2$$

Ta lấy :

$$3 \phi 25 \Rightarrow 14,7 \text{ cm}^2$$

Thử nghiệm việc áp dụng các công thức (4), (5), (6) :

Theo công thức (3) :

$$x = \frac{R_a (F_a + F_{at})}{b \cdot R_u}$$
$$= \frac{2700(24,5 + 14,7)}{40 \times 100} = 19,7 \text{ cm}$$

Từ đó ta có :

$$0,5 (h - x) = 0,5 (75 - 19,7) = 27,7 \text{ cm} > 15 \text{ cm}$$

Vậy việc áp dụng các công thức (4), (5), (6) là đúng.

• GIA CƯỜNG CỘT CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM BẰNG MỘT VỎ ÁO

Xác định tiết diện lớp vỏ áo F_{v0} cho cột chịu nén đúng tâm khi chịu tải trọng gia tăng, bằng công thức sau :

$$N_d \leq \varphi (R_{bn} \cdot F_b + R_{an} \cdot F_a)$$

N_d - lực dọc quy đổi do các tải trọng tính toán, dài hạn và ngắn hạn tác dụng.

R_{bn} - cường độ tính toán của bê-tông chịu nén dọc trục.

R_{an} - cường độ tính toán của thép chịu nén.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đối với những cột được gia cường bằng vỏ áo thì công thức trên có dạng :

$$N_d = \varphi [R_{bn}(F_b + F_{vo}) + R_{an}(F_a + F_{at})] \quad (7)$$

Khi thiết kế vỏ áo ta quan niệm là : phần lớn tải trọng gia tăng được bê-tông vỏ áo gánh chịu; cốt thép dọc của vỏ áo chỉ là cốt cấu tạo, để cố định các vòng cốt đai.

Điều này hoàn toàn hợp lý, vì thực ra cốt thép trong kết cấu, so với bê-tông, chỉ chịu một phần rất nhỏ tải trọng. Vậy khi xác định tiết diện vỏ áo có thể cho trước lượng cốt thép dọc, và lượng thép này là thép cấu tạo, nên nó chỉ cần chiếm 1% diện tích bê-tông.

Vậy cho trước :

$$F_{at} = 0,01 F_{vo}$$

Công thức (7) được viết lại như sau :

$$N_d = \varphi [R_{bn}(F_b + F_{vo}) + R_{an}(F_a + 0,01F_{vo})]$$

Từ đó rút ra :

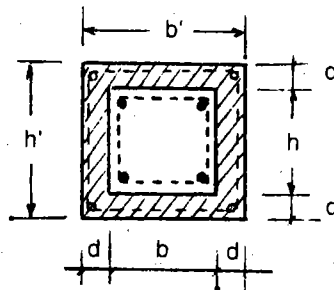
$$F_{vo} = \frac{\frac{N_d}{\varphi} - R_{bn} \cdot F_b - R_{an} F_a}{R_{bn} + 0,01 R_{an}} \quad (8)$$

Trong công thức (8) có φ , nó phụ thuộc tiết diện cột sau gia cường bằng vỏ áo, mà cái vỏ áo này khi thiết kế ta chưa biết nó dày bao nhiêu.

Vậy ta tạm lấy chiều dày d nhỏ nhất của vỏ áo là 6cm.

Cạnh nhỏ nhất của tiết diện cột bây giờ là :

$$b' = 2d + b = 12 + b$$



Hình 28

Theo hình 28, ta có :

$$\begin{aligned} F_{vo} &= b'h' - bh \\ &= (2d + b)(2d + h) - bh \\ &= 4d^2 + 2bd + 2hd + bh - bh \\ &= 2d(2d + b + h). \end{aligned}$$

Từ biểu thức này, rút ra d cần tìm :

$$\begin{aligned} (b + h + 2d) - \frac{F_{vo}}{2} &= 0 \\ d^2 + \frac{b+h}{2}d - \frac{F_{vo}}{4} &= 0 \\ d &= -\frac{b+h}{4} + \frac{1}{4}\sqrt{(b+h)^2 + 4F_{vo}} \quad (9) \end{aligned}$$

Ví dụ 3 Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Yêu cầu thiết kế gia cường cột bằng một vỏ áo để chịu tải trọng gia tăng lên tới:

$N_d = 47$ tấn. Tiết diện ban đầu của cột:

$$b = 30\text{cm}; h = 40\text{cm}.$$

Bê-tông : M 200 $\rightarrow R_{bn} = 80\text{kG/cm}^2$

Thép : $F_a = 12,6\text{cm}^2 \rightarrow 4 \phi 20$ A II với $R_{an} = 2700 \text{ kG/cm}^2$

Chiều cao cột $l_o = 6\text{m}$

Giải

$$b' = b + 12 = 30 + 12 = 42\text{cm}$$

Độ mảnh của cột sau gia cường :

$$\frac{l_o}{b'} = \frac{600}{42} = 14,2$$

Tra bảng, ta được : $\varphi = 0,93$

Theo công thức (8) :

$$F_{vo} = \frac{N_d - R_{bn} \cdot F_b - R_{an} \cdot F_a}{\varphi \cdot (R_{bn} + 0,01 R_{an})} = \frac{24700 - 80(30 \times 40) - 2700 \times 12,6}{0,93 \cdot (80 + 0,01 \times 2700)} = 1270\text{cm}^2$$

Áp dụng công thức (9), ta được :

$$d = -\frac{b+h}{4} + \frac{1}{4} \sqrt{(b+h)^2 + 4F_{vo}} \\ = -\frac{30+40}{4} + \frac{1}{4} \sqrt{(30+40)^2 + 4 \times 1270} = 7,5\text{cm}$$

Ta lấy chiều dày vỏ áo :

$$d = 8\text{cm}$$

Cốt thép của vỏ áo :

$$F_{at} = 0,01 \cdot F_{vo} = 0,01 \cdot 1270 = 12,7\text{cm}^2$$

Ta lấy : $4 \phi 20 \rightarrow F_{at} = 12,6\text{cm}^2 \approx 12,7\text{cm}^2$

• GIA CƯỜNG CỘT CHỊU NÉN LỆCH TÂM BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN VỀ MỘT PHÍA

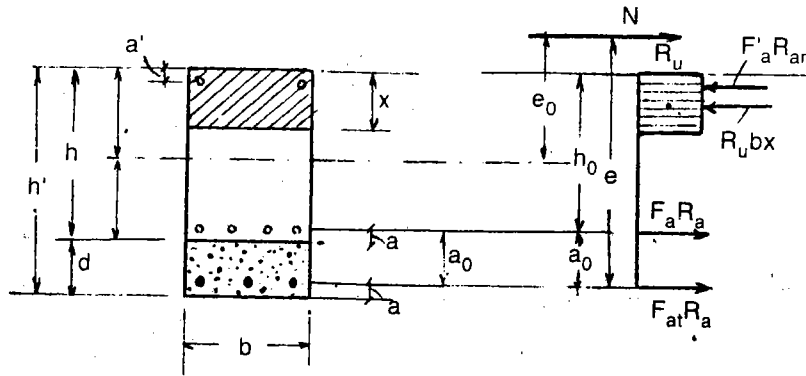
Thường cho trước chiều dày d lớp mở rộng, rồi tính cốt thép cần tăng cường F_{at} .

Có hai trường hợp thiết kế gia cường cột chịu nén lệch tâm là :

- lệch tâm lớn
- lệch tâm nhỏ

• Trường hợp lệch tâm lớn

Lượng cốt thép tăng cường ở phần mở rộng (vùng kéo) được tính ra từ các phương trình cân bằng :



Hình 29

Điều kiện cân bằng về lực :

$$N - F'_a R_{an} - bR_u x + F_a R_a + F_{at} \cdot R_a = 0 \quad (10)$$

Từ đó rút ra chiều cao vùng nén :

$$x = \frac{N - F'_a R_{an} + F_a R_a + F_{at} \cdot R_a}{bR_u} \quad (11)$$

Điều kiện cân bằng về mômen uốn đối với trọng tâm của cốt thép tăng cường F_{at} :

$$Ne - F'_a \cdot R_{an} (h_0 - a' + a_0) - bxR_u (h_0 + a_0 - 0,5x) + F_a R_a a_0 = 0 \quad (12)$$

Trong đó :

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

$$M_I = bxR_u (h_0 + a_0 - 0,5x) \quad (13)$$

Biểu thức (13) là công thức mômen uốn của tiết diện có kích thước $b(h_0 + a_0)$, trong đó có một cốt đơn F_I .

Vậy ta có thể thay thế $bR_u x$ trong công thức (10) bằng trị tương đương là : $F_I R_a$.

$$F_I \cdot R_a = bR_u x$$

$$N - F'_a \cdot R_{an} - F_I R_a + F_a R_a + F_{at} \cdot R_a = 0$$

$$F_{at} = F'_a \frac{R_{an}}{R_a} + F_I - F_a - \frac{N}{R_a} \quad (14)$$

Từ công thức (12) và (13), ta tính được trị M_I .

$$M_I = Ne - F'_a \cdot R_{an} (h_0 - a' + a_0) + F_a \cdot R_a \cdot a_0 \quad (15)$$

Với hai biểu thức (14), (15) này ta có thể tìm được tiết diện cốt thép tăng cường F_{at} khi cho trước a_0 , bằng cách sử dụng các bảng tính toán để chọn tiết diện chữ nhật có cốt đơn, có mác bê-tông và mác thép bất kỳ.

Trước tiên từ công thức (15) tính ra M_I .

Sau đó tính hệ số A_0 :

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$$A_0 = \frac{M_I}{b(h_0 + a_0)^2 \cdot R_u}$$

Với A_0 , tra bảng phụ lục 1, ta kiểm tra γ_0 , rồi tính ra F_I bằng công thức:

$$F_I = \frac{M_I}{\gamma_0(h_0 + a_0)R_a}$$

Khi biết F_I rồi, thì dùng công thức (14) để tính cốt thép tăng cường F_{at} .

Sau dùng công thức (11) để tính chiều cao vùng nén x .

Khi biết x rồi, thì tính:

$$0,5(h' - x)$$

nghĩa là tính một nửa chiều cao vùng kéo của tiết diện cột sau gia cường, để so sánh với a_0 .

• Nếu:

$$a_0 < 0,5(h' - x)$$

thì áp dụng các công thức (11), (15) và (14).

• Nếu:

$$a_0 > 0,5(h' - x)$$

thì phải đưa $0,8R_a$ vào các công thức đó;

Công thức tính x bây giờ có dạng:

$$x = \frac{N - F'_a R_{an} + 0,8F_a R_a + F_{at} R_a}{b R_u} \quad (11')$$

$$F_{at} = F'_a \frac{R_{an}}{R_a} + F_I - 0,8F_a - \frac{N}{R_a} \quad (14')$$

$$M_I = Ne - F'_a R_{an} (h_0 - a' + a_0) + 0,8F_a R_a a_0 \quad (15')$$

Ví dụ 4:

Yêu cầu thiết kế gia cường một cột cũ, để chịu cặp lực mới:

$$N = 40^T \text{ và } M = 60 \text{ T.m}$$

và nếu chưa gia cường thì cột không chịu nổi.

Tiết diện cột cũ (hình 30):

$$h = 70\text{cm}; h_0 = 65\text{cm}$$

$$b = 35\text{cm}; a = 5\text{cm}$$

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

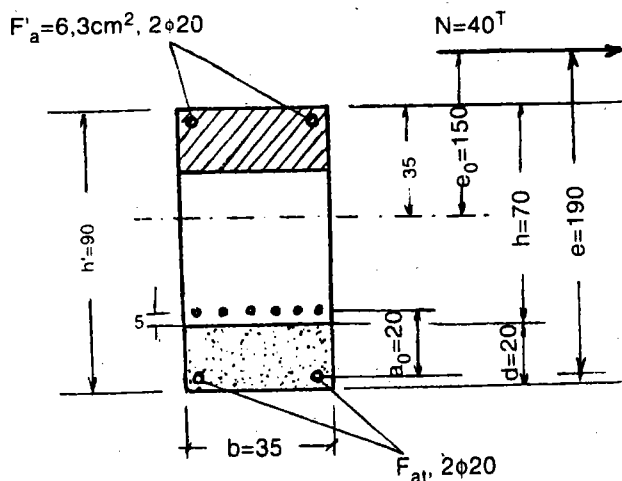
Thép

$$F'_a = 6,3 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \phi 20$$

$$F_a = 37 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \phi 28$$

loại AI với

$$R_a = R_{an} = 2100 \text{ kG/cm}^2$$



Hình 30

Giải :

Độ lệch tâm :

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{6.000.000}{40.000} = 150 \text{ cm}$$

Lực N ở ngoài tiết diện cột, vậy là lệch tâm lớn.

Cần gia cường cột về một phía bằng cách mở rộng tiết diện vùng kéo với chiều dày $d = 20 \text{ cm}$ và với $a_0 = 20 \text{ cm}$.

Tính lượng cốt thép tăng cường F_{at} cho phần mở rộng này :

$$h' = h + d = 70 + 20 = 90 \text{ cm}$$

$$e = 0,5h' + e_0 - a = 0,5 \cdot 90 + 150 - 5 = 190 \text{ cm}$$

Áp dụng công thức (15) để tính M_I :

$$\begin{aligned} M_I &= Ne - F'_a R_{an} (h_0 - a' + a_0) + F_a \cdot R_a \cdot a_0 = \\ &= 40.000 \cdot 190 - 6,3 \cdot 2100 (65 - 5 + 20) + 37 \cdot 2100 \cdot 20 = \\ &= 8.090.000 \text{ kG.cm.} \end{aligned}$$

Sử dụng bảng tính (phụ lục 1) :

Khi

$$h_0 + a_0 = 65 + 20 = 85 \text{ cm}$$

$$A_0 = \frac{M_I}{b(h_0 + a_0)^2 R_u} = \frac{8.090.000}{35 \times 85^2 \times 100} = 0,320$$

$$\gamma_0 = 0,80$$

$$F_I = \frac{M_I}{\gamma_0(h_0 + a_0)R_a} = \frac{8.090.000}{0,80 \times 85 \times 2100} = 57 \text{ cm}^2$$

Sử dụng công thức (14) để tính F_{at}

$$F_{at} = F'_a \frac{R_{an}}{R_a} + F_I - F_a - \frac{N}{R_a} = 6,3 \frac{2100}{2100} + 57 - 37 - \frac{40.000}{2100} = 7,3 \text{ cm}^2$$

Sử dụng công thức (11) để tính độ cao vùng nén x, nhằm mục đích kiểm tra sự đúng đắn của các công thức đã dùng :

$$x = \frac{N - F'_a R_{an} + F_a R_a + F_{at} R_a}{b R_u} = \frac{40.000 - 6.3 \times 2100 + 37 \times 2100 + 7,6 \times 2100}{35.100} = 35,4 \text{ cm}$$

$$0,5 (h' - x) = 0,5 (90 - 35,4) = 27,3 \text{ cm} > a_0 = 20 \text{ cm}$$

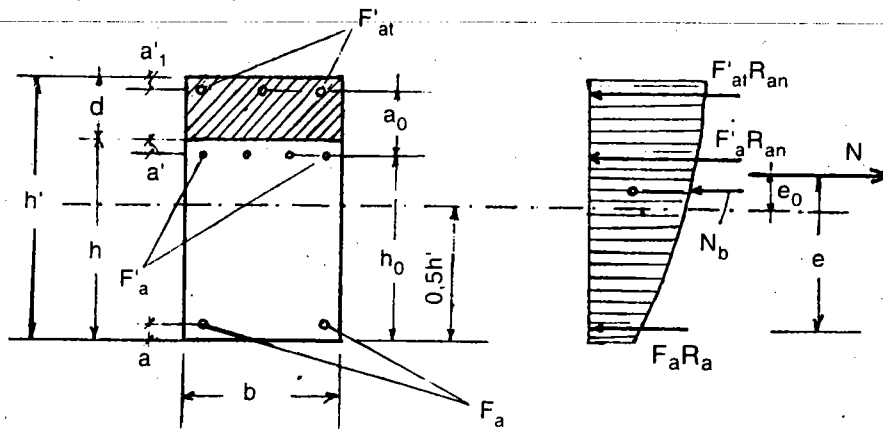
Vậy các công thức đã sử dụng là thích ứng với trường hợp tăng tiết diện này; còn nếu không, thì tính lại bằng các công thức (14') và (15').

• - Trường hợp lệch tâm nhỏ

Khi độ lệch tâm nhỏ thì gia cường cột bằng tăng tiết diện vùng nén.

Cho trước chiều dày d lớp mở rộng, và đi tìm lượng cốt thép gia tăng F'_{at} của lớp này.

Công thức tính toán diện tích cốt thép gia tăng này xuất phát từ điều kiện cân bằng mômen đối với trọng tâm của cốt thép chịu lực ít hơn (tức F_a).



Hình 31

Mômen tĩnh học S_0 toàn bộ tiết diện chịu lực của bê-tông sau khi gia cường là :

$$S_0 = b(h_0 + d)^2$$

Với biểu thức S_0 này, ta có thể lập điều kiện cân bằng mômen của tất cả các lực tác dụng, đối với trục của F_a , như sau :

$$0 = Ne - 0,4R_u \cdot b(h_0 + d)^2 - R_{an} F'_a (h_0 - a) - R_{an} F'_{at} (h_0 + d - a'_1) \quad (16)$$

Ở đây : e - độ lệch tâm của ngoại lực N tính đến trọng tâm cốt thép F_a .

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

Từ phương trình (16), rút ra F'_{at} :

$$F'_{at} = \frac{Ne - 0,4R_u b(h_0 + d)^2 - R_{an} F'_a (h_0 - a)}{R_{an} (h_0 + d + a'_1)} \quad (17)$$

PHỤ LỤC 1. BẢNG TÍNH KẾ DÙNG PHƯƠNG NAM
 Công ty Hòa Phát Kỹ Thuật Cầu Công Nghiệp DIỆN CHỮ NHẬT
 VÀ CHỮ T CÓ MẮC BÊ-TÔNG, MẮC THÉP BẤT KỲ

α	r_0	γ_0	A_0	α	r_0	γ_0	A_0
0,01	10,00	0,995	0,010	0,29	2,01	0,855	0,248
0,02	7,12	0,990	0,020	0,30	1,98	0,850	0,255
0,03	5,82	0,985	0,030	0,31	1,95	0,845	0,262
0,04	5,05	0,980	0,039	0,32	1,93	0,840	0,269
0,05	4,53	0,975	0,048	0,33	1,90	0,835	0,275
0,06	4,45	0,970	0,058	0,34	1,88	0,830	0,282
0,07	3,85	0,965	0,067	0,35	1,86	0,825	0,289
0,08	3,61	0,960	0,077	0,36	1,84	0,820	0,295
0,09	3,41	0,955	0,085	0,37	1,82	0,815	0,301
0,10	3,24	0,950	0,095	0,38	1,80	0,810	0,309
0,11	3,11	0,945	0,104	0,39	1,78	0,805	0,314
0,12	2,98	0,940	0,113	0,40	1,77	0,800	0,320
0,13	2,88	0,935	0,121	0,41	1,75	0,795	0,326
0,14	2,77	0,930	0,130	0,42	1,71	0,790	0,332
0,15	2,68	0,925	0,139	0,43	1,72	0,785	0,337
0,16	2,61	0,920	0,147	0,44	1,71	0,780	0,343
0,17	2,53	0,915	0,155	0,45	1,69	0,775	0,349
0,18	2,47	0,910	0,164	0,46	1,68	0,770	0,354
0,19	2,41	0,905	0,172	0,47	1,67	0,765	0,359
0,20	2,36	0,900	0,180	0,48	1,66	0,760	0,365
0,21	2,31	0,895	0,188	0,49	1,64	0,755	0,370
0,22	2,26	0,890	0,196	0,50	1,63	0,750	0,375
0,23	2,22	0,885	0,203	0,51	1,62	0,745	0,380
0,24	2,18	0,880	0,211	0,52	1,61	0,740	0,385
0,25	2,14	0,875	0,219	0,53	1,60	0,735	0,390
0,26	2,10	0,870	0,226	0,54	1,59	0,730	0,394
0,27	2,07	0,865	0,234	0,55	1,58	0,724	0,400
0,28	2,04	0,860	0,241				

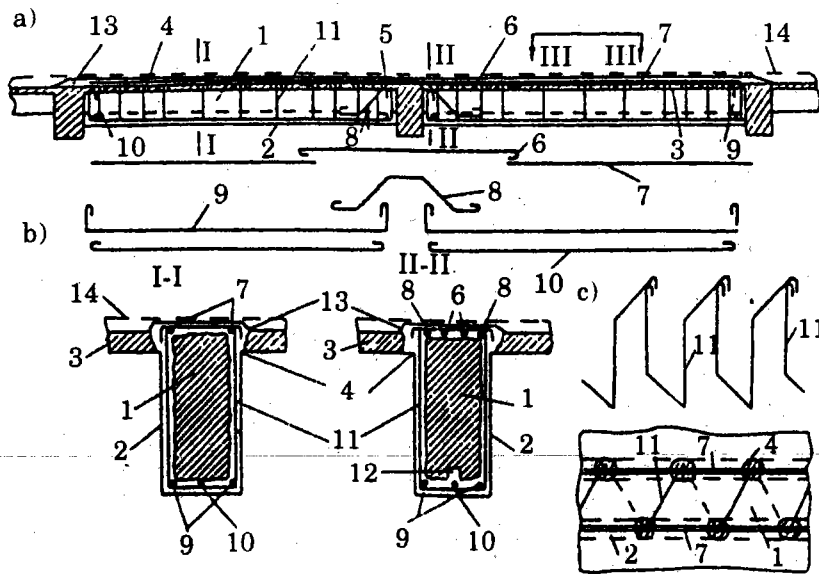
$$M = A_0 R_u b h_0^2$$

$$\alpha = \frac{x}{h_0} = \frac{R_a F_a}{R_u b h_0}$$

$$h_0 = \sqrt[3]{\frac{M}{R_u b}}$$

$$F_a = \alpha b h_0, F_a = \frac{M}{\gamma_0 R_a h_0}$$

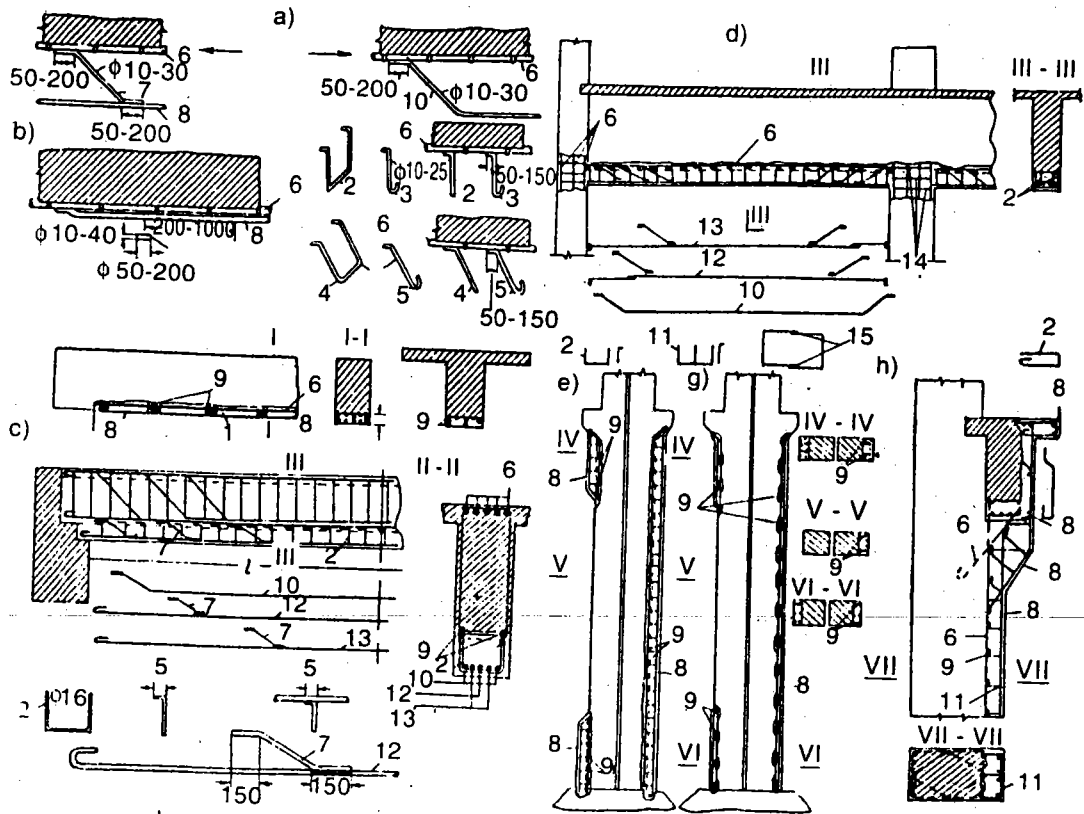
Ứng dụng 1. CẤU TẠO VỎ ÁO MỘT DẦM LIÊN TỤC CÓ SÀN



- a) cấu tạo vỏ áo bê-tông cốt thép gia cường.
b) tiết diện dầm được gia cường bằng vỏ áo.
c) đặt cốt đai xuyên qua các lỗ đục ở sàn.

- 1- dầm cần gia cường; 2- vỏ áo; 3- sàn;
4- lỗ đục xuyên sàn để luồn cốt đai và để đổ bê-tông đúc vỏ áo;
5- cốt dọc trên gối tựa của vỏ áo; 7- cốt cấu tạo nằm trên cửa vỏ áo để mang cốt đai;
8- cốt xiên; 9- các cốt biên nằm dưới của vỏ áo; 10- các cốt dưới nằm giữa của vỏ áo;
11- các cốt đai; 12- rãnh dành cho các móc neo của cốt dưới giữa;
13- lớp bê-tông lấp ngang mặt sàn.

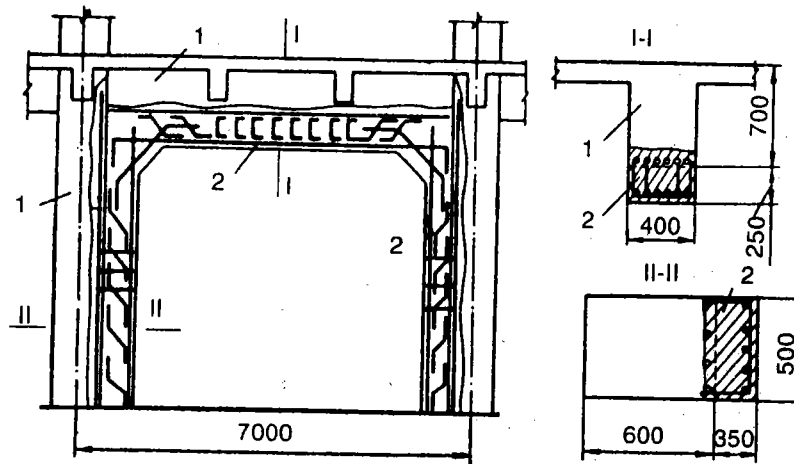
Ứng dụng 2. Gia cường dầm cốt BTCT bằng tăng tiết diện



- a. liên kết cốt thép bổ sung bằng các cốt xiên
- b. liên kết cốt thép bổ sung bằng các đoạn cốt thép
- c. gia cường dầm bằng tăng tiết diện về phía dưới
- d. gia cường dầm bằng tăng tiết diện về phía dưới khi gập các cột
- e. gia cường cột bằng tăng tiết diện khi tải trọng tăng nhiều
- g. gia cường cột bằng tăng tiết diện, khi tải trọng tăng ít
- h. gia cường cột bằng tăng tiết diện cột về một phía.

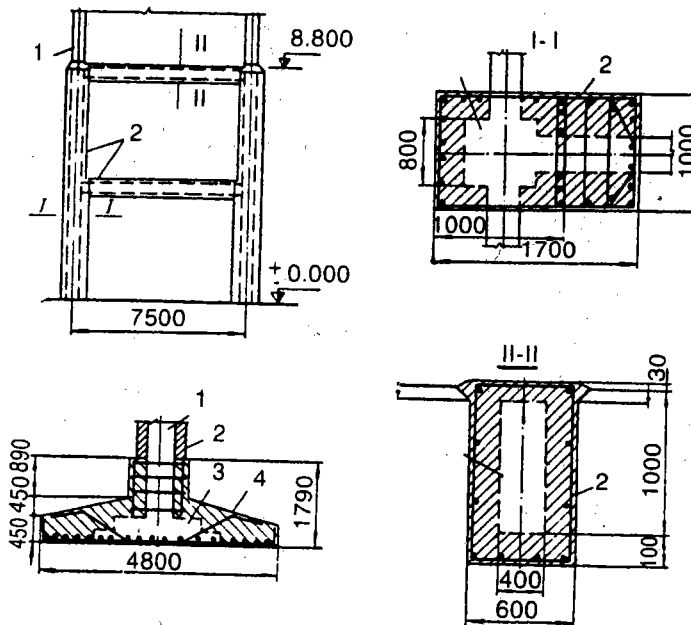
1- đoạn cốt thép liên kết; 2- cốt đai đứng hai nhánh; 3- cốt đai đứng có móc;
 4- cốt đai xiên hai nhánh; 5- cốt đai đứng có móc; 6- cốt thép cũ; 7- cốt xiên;
 8- cốt thép bổ sung; 9- hàn; 10- cốt thép bổ sung uốn cong; 11- cốt đai mới ở cột;
 12-13- cốt thép bổ sung;

Ứng dụng 3. GIA CƯỜNG KHUNG NHÀ VỀ MỘT PHÍA



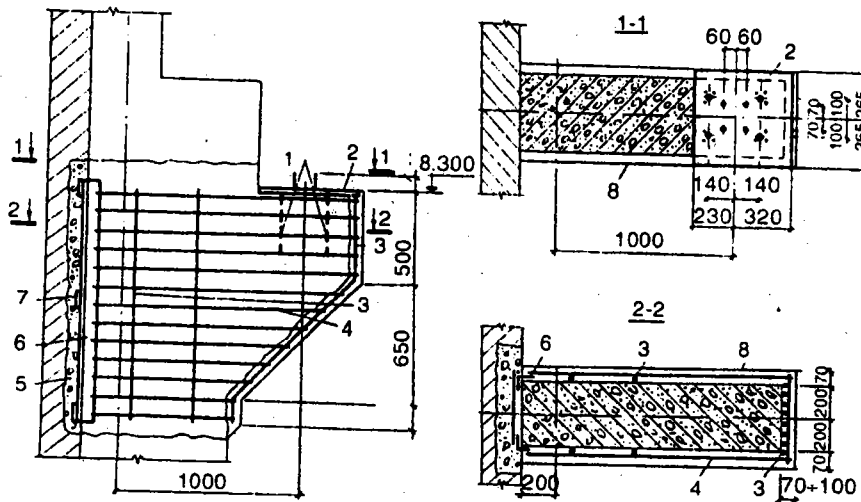
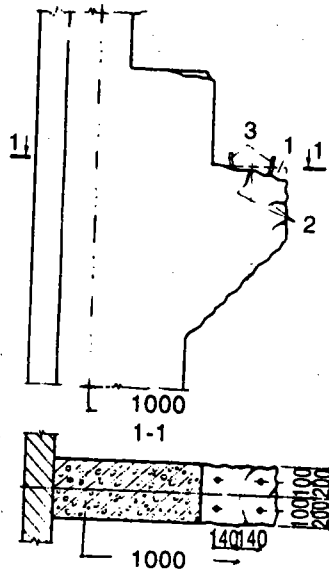
1. Kết cấu cân gia cường; 2. Phần diện tích tăng cường.

Ứng dụng 4. GIA CƯỜNG KHUNG NHÀ BẰNG VỎ ÁO



1. Kết cấu cân gia cường;
2. Vỏ áo cột và dầm;
3. Móng cũ;
4. Vỏ áo móng mới.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
Ứng dụng 5. GIA CƯỜNG VAI CỘT BĂNG VỎ ÁO BÊ-TÔNG CỐT THÉP



1. Bulông neo cũ;
2. Bản thép kê và bulông neo mới;
3. Cốt thép chủ $\phi 25$ AIII;
4. Cốt đai $\phi 10$ A-I;
5. Bê-tông;
6. thép góc ~~63 x 6~~;
7. Bản nối 100×10 mm;
8. Tiết diện vai cột sau đúc bê-tông.