

NGUYỄN XUÂN BÍCH

SỬA CHỮA
VÀ GIA CỐ
CÔNG TRÌNH
XÂY DỰNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





LỜI GIỚI THIỆU

Sửa chữa và gia cố công trình là một mảng công việc khá quan trọng trong lĩnh vực xây dựng. Hàng năm nhà nước và nhân dân đã bỏ ra một chi phí khá lớn cho công việc trên.

Phần lớn các công trình cần gia cố sửa chữa là những công trình đã được sử dụng một thời gian dài, nay bị hư hỏng, bị xuống cấp. Tuy vậy cũng có không ít công trình bị hư hỏng rất sớm sau khi hoàn thành, thậm chí có công trình bị hư hỏng khi đang thi công.

Công trình bị hư hỏng không những phải sửa chữa tốn kém mà nhiều lúc còn gây ra tâm trạng khó chịu, căng thẳng cho người quản lý và sử dụng. Phần lớn các công trình được sửa chữa đúng đắn tiếp tục hoạt động tốt. Tuy thế cũng có một số phải sửa đi sửa lại nhiều lần, đó là do việc đánh giá nguyên nhân thiếu chính xác, dùng biện pháp không thích hợp và chất lượng công việc sửa chữa không bảo đảm.

Kiến thức về sửa chữa và gia cố công trình là rất cần thiết nhưng hiện nay trong nhiều trường đào tạo cán bộ kỹ thuật xây dựng chưa giảng dạy môn học như vậy. Trong tình hình đó quyển sách "Sửa chữa và gia cố công trình xây dựng" của tác giả Nguyễn Xuân Bích ra đời là rất đáng hoan nghênh.

Sách được viết rõ trên cơ sở hiểu biết khá vững chắc về lý thuyết và thực tế. Phần lớn những giải pháp nêu trong sách đã được tác giả cũng như nhiều người khác áp dụng trong các đề án sửa chữa công trình dân dụng, công nghiệp và giao thông. Đặc biệt phương pháp dùng cốt thép ứng lực trước căng bên ngoài tiết diện gần đây được quan tâm nhiều.

Sửa chữa và gia cố công trình bao gồm nhiều vấn đề về nền móng, kết cấu chịu lực, về chống lún, chống thấm, chống dột, chống ăn mòn v.v... ở đây tác giả mới khoanh vùng trong phạm vi sửa chữa kết cấu chịu lực và chống ăn mòn là thuộc sở trường của mình.

Chịu trách nhiệm xuất bản : Pgs, Ts. TÔ ĐÀNG HẢI
Biên tập : LÊ THANH ĐỊNH
Kỹ thuật : KHÁNH THỊNH
Sửa bản in : MINH TÙNG, THANH ĐỊNH
Trình bày bìa : TRẦN TOÀN XƯƠNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 - TRẦN HƯNG ĐẠO - HÀ NỘI

60 - 601
1380 - 71 - 01
KHTK - 02

In 1000 cuốn, khổ 14.5x20.5cm, tại Xí nghiệp in 19-8 số 3
đường Nguyễn Phong sáu – Nghĩa Tân – Cầu Giấy – Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số 1380-71, ngày 11-10-2001.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2002

Nội dung sách là cần thiết và bổ ích, đáp ứng được nhu cầu cấp thiết và rộng rãi cho công tác thực tế. Tiếc rằng khuôn khổ sách hạn chế nên tác giả chưa đưa vào được những minh họa bằng ví dụ tính toán hoặc bằng các công trình thực tế đã làm. Cũng vì lý do hạn chế mà nội dung sách mới tập trung chú trọng vào các phương pháp khảo sát và sửa chữa mà chưa đi sâu vào khía cạnh "bệnh học công trình" một lĩnh vực đang được nhiều người quan tâm.

Viết quyển sách này kỹ sư Nguyễn Xuân Bích đã có một công hiến đáng ghi nhận, thể hiện một nhiệt tình và tâm huyết với công việc gia cố sửa chữa công trình. Xin trân trọng giới thiệu với bạn đọc quyển sách "Sửa chữa và gia cố công trình xây dựng".

NGUYỄN ĐÌNH CỐNG



LỜI NÓI ĐẦU cho lần xuất bản thứ hai

Cuốn sách này giới thiệu nội dung công tác khảo sát và thiết kế sửa chữa, gia cố các công trình xây dựng.

Sách trình bày các giải pháp gia cố đối với các loại kết cấu bêtông cốt thép, kết cấu gạch đá và kết cấu thép ứng với các trường hợp khác nhau. Ngoài ra còn giới thiệu các giải pháp chống ăn mòn cho kết cấu được gia cố.

Riêng phần gia cố nền móng, do khuôn khổ hạn chế hơn nữa đã có một số tài liệu trong lĩnh vực này được xuất bản trong nước gần đây cho nên không đề cập trong cuốn sách này.

Các giải pháp gia cố được trình bày trong sách chủ yếu dựa trên cơ sở các đề án thiết kế sửa chữa gia cố và phục hồi các công trình do tác giả cùng đồng nghiệp trong Trung tâm chống ăn mòn thuộc Viện thiết kế công nghiệp hóa chất thực hiện trong những năm gần đây, kết hợp với những tư liệu trong và ngoài nước mà tác giả đã thu thập được.

Đối với mỗi giải pháp gia cố đều có các chỉ dẫn về cấu tạo, nguyên lý và các công thức tính toán.

So với lần xuất bản thứ nhất, lần tái bản này về cơ bản vẫn giữ nguyên nội dung của cuốn sách.

Tuy nhiên, để phù hợp hơn với thực tế thiết kế và sách hoàn thiện hơn, tác giả có đưa vào một số hiệu chỉnh nhỏ như thay đổi một vài ký hiệu và công thức trong Chương II; bổ sung một số hệ số điều kiện làm việc của kết cấu trong các công thức ở Chương IV.

Nhân dịp này, tác giả xin chân thành cảm ơn Giáo sư Nguyễn Đình Công, người đã đóng góp nhiều ý kiến bổ ích về nội dung và bố cục của cuốn sách.

Đồng thời xin chân thành cảm ơn các bạn đồng nghiệp trong Trung tâm chống ăn mòn thuộc Viện thiết kế công nghiệp hóa chất đã có công đóng góp trong quá trình thử nghiệm các ý đồ của tác giả trên các công trình thực tế để có được các giải pháp cuối cùng được trình bày trong sách.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng trong quá trình biên soạn song chắc khó tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Tác giả mong được sự quan tâm góp ý của bạn đọc.

TÁC GIẢ

CÔNG TÁC KHẢO SÁT VÀ THIẾT KẾ SỬA CHỮA GIA CỐ CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Song song với việc xây dựng mới, việc sửa chữa gia cố và cải tạo các công trình cũ chiếm một khối lượng quan trọng trong toàn bộ khối lượng công việc xây dựng nói chung.

Công việc sửa chữa, gia cố và cải tạo các công trình xây dựng nhằm vào các đối tượng sau đây :

- Những công trình đã sử dụng lâu năm bị xuống cấp do tác động của nhiều nguyên nhân khác nhau như tác động của tải trọng, của khí hậu, của hóa chất ăn mòn, do sự cố v.v.... gây nên.

- Những công trình bị hư hỏng do những sai sót trong các khâu khảo sát, thiết kế hoặc thi công.

- Những công trình có nhu cầu thay đổi về mặt sử dụng như cải tiến công nghệ, đổi mới thiết bị, thay đổi công năng... dẫn đến thay đổi sơ đồ kết cấu, thay đổi tải trọng.

- Những công trình có nhu cầu mở rộng như nới rộng mặt bằng hoặc nâng thêm chiều cao, nâng thêm tầng v.v...

Như vậy công việc sửa chữa, gia cố và cải tạo các công trình xây dựng, nói chung là đề cập đến những công trình có nhu cầu cải thiện về mặt chịu tải cũng như công năng nhằm đảm bảo an toàn, tăng tuổi thọ hoặc tăng hiệu quả sử dụng của công trình.

Cũng như việc xây dựng các công trình mới, việc sửa chữa, gia cố và cải tạo các công trình có sẵn vẫn phải qua các khâu khảo sát và thiết kế, sau đó mới có thể tiến hành thi công được. Công việc khảo sát và thiết kế loại công trình này có những đặc điểm khác với công tác khảo sát, thiết kế các công trình mới.

Việc đánh giá đúng tính chất, nguyên nhân và mức độ hư hỏng của công trình, xác định được mục đích và yêu cầu của công tác sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình quyết định tính đúng đắn cho các giải pháp được lựa chọn.

§I.1. Đánh giá tính chất, nguyên nhân và mức độ hư hỏng của công trình

1. Nguyên nhân gây hư hỏng công trình

Các nguyên nhân gây hư hỏng công trình bao gồm các yếu tố tác động cơ học, lý học và hóa học diễn ra trong quá trình xây dựng và sử dụng công trình, những sai sót trong công tác khảo sát, thiết kế và thi công hoặc không kịp thời duy tu trong quá trình vận hành công trình.

Về các tác động cơ học bao gồm các loại tải trọng tác dụng lên công trình như trọng lượng bản thân kết cấu, tải trọng sử dụng ngắn hạn và dài hạn, tải trọng gió, sóng, áp lực đất, nước, tải trọng động đất, tải trọng do sự cố công nghệ, bom đạn v.v...

Về các tác động lý hóa học bao gồm tác dụng của nhiệt độ, độ ẩm, do lún không đều, chấn động, môi trường ăn mòn hóa học, điện hóa, do quá trình lão hóa của vật liệu v.v.... Những sai sót trong công tác khảo sát và thiết kế (ví dụ trong công tác khảo sát, việc cung cấp các số liệu thiếu xác thực về tình hình địa hình, địa chất công trình, địa chất thủy văn, các số liệu về khí hậu, quy mô và tính chất các công trình lân cận v.v...) nhiều khi cũng là những nguyên nhân quan trọng dẫn đến sự cố cho công trình.

Trong công tác thiết kế, việc áp dụng các giải pháp kết cấu và nền móng không phù hợp, chưa đề cập đầy đủ các dạng tải trọng có thể xảy ra, tính toán sai, sử dụng vật liệu không thỏa đáng v.v... làm giảm khả năng chịu tải của công trình, có khi dẫn đến sự sụp đổ công trình.

Những sai sót trong quá trình thi công là nguyên nhân rất quan trọng làm giảm chất lượng công trình. Những sai sót này khá đa dạng thể hiện ở nhiều khía cạnh khác nhau từ công tác gia cố nền móng, đổ bê tông, xây tường gạch, đắp ốp lát hoàn thiện v.v... Nhiều sự cố xảy ra ở nước ta là do chất lượng thi công không đảm bảo.

Ngoài ra chế độ bảo dưỡng công trình trong quá trình vận hành ảnh hưởng nhiều đến tuổi thọ của công trình, đặc biệt là đối với các công trình công nghiệp. Đã có những sự cố xảy ra đối với những công trình chịu tác dụng lâu ngày của hóa chất ăn mòn.

2. Đánh giá tính chất và mức độ hư hỏng

Có hai dạng hư hỏng : hư hỏng thấy được và hư hỏng không thấy được. Dạng hư hỏng thấy được thể hiện sự sút kém về khả năng chịu tải của kết cấu cũng như giảm tính năng sử dụng so với ban đầu, chẳng hạn trên kết cấu xuất hiện những vết nứt hoặc những biến dạng vượt quá giới hạn cho phép, mái bị dột, khu vệ sinh bị thấm nước, các lớp ốp lát bị phòng dột v.v...

Dạng hư hỏng thấy được của công trình được đánh giá bằng cách tổng hợp các mức độ hư hỏng (%) của từng cấu kiện cơ bản hợp thành với giá trị tương ứng của cấu kiện đó trong cấu trúc giá thành của công trình [3].

Gọi H là mức độ hư hỏng của công trình (%); e_i - mức độ hư hỏng của cấu kiện thành phần i (%); d_i - tỷ lệ giá thành cấu kiện i so với giá thành toàn bộ công trình.

Ta có

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n d_i e_i}{100} \% \quad (1.1)$$

Khi $H > 80\%$ coi như công trình đã hoàn toàn bị phá hủy.

Ví dụ về việc xác định mức độ hư hỏng của công trình (%) cho trong bảng 1.1

Bảng 1.1. Xác định mức độ hư hỏng của công trình, %

Thành phần kết cấu	d_i	e_i	H
Móng	12	10	1,2
Tường	40	20	8,0
Sàn	12	30	3,6
Mái	7	25	1,75
Nền	8	40	3,2
Cửa	6	30	1,8
Các chi tiết kiến trúc	5	20	1,0
Thiết bị	10	50	5,0

Tổng cộng :

$$H = 25,5 \%$$

Còn đối với dạng hư hỏng không thấy được, việc đánh giá dựa trên các cơ sở sau :

- Một là mức độ giảm giá công trình do sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật và giá xây dựng hạ xuống được đánh giá bằng hiệu số vốn đầu tư tại thời điểm xây dựng công trình và tại thời điểm khảo sát để sửa chữa, cải tạo;

- Hai là mức độ bất hợp lý về mặt sử dụng được đánh giá bằng phụ phí để dỡ bỏ những phần bất hợp lý đó của công trình.

Nói chung, để đánh giá toàn diện mức độ hư hỏng của công trình cần kết hợp cả hai dạng hư hỏng kể trên. Căn cứ vào kết quả đánh giá về mức độ hư hỏng của công trình và các yêu cầu cải tạo theo điều kiện sử dụng mới để làm cơ sở cho các bước thiết kế sửa chữa gia cố và cải tạo cho phù hợp với thực tế hiện trạng của công trình.

§1.2. Công tác khảo sát

Mức độ hợp lý của các giải pháp thiết kế sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình phụ thuộc vào mức độ tỉ mỉ chính xác của công tác khảo sát và việc đánh giá đúng nguyên nhân hư hỏng. Khảo sát một công trình cần gia cố sửa chữa cũng gần giống như khám bệnh cho người ốm, vì vậy gần đây nhiều người đưa ra dùng thuật ngữ "Bệnh học công trình". Mục đích của bệnh học công trình là xác định trạng thái, mức độ của các hư hỏng và tìm nguyên nhân của chúng. Công tác khảo sát nhằm mô tả và đánh giá đúng hiện trạng của kết cấu. Phân tích kết quả của khảo sát kết hợp với những lập luận hợp quy luật để tìm ra nguyên nhân của hư hỏng, làm tiền đề cho việc thiết kế sửa chữa.

Nội dung công tác bao gồm:

- Hiện trạng về khả năng chịu tải của kết cấu công trình, bao gồm kết cấu chịu lực và kết cấu bao che;
- Hiện trạng nền móng;
- Mức độ bất hợp lý về phương diện sử dụng (trong trường hợp cần cải tạo để phục vụ cho một chức năng mới hoặc nâng cấp sử dụng công trình);
- Môi trường làm việc của công trình và ảnh hưởng của các công trình lân cận.

1. Khảo sát kết cấu

Các yêu cầu về số liệu bao gồm:

- Các bản vẽ kết cấu công trình có đánh dấu những chỗ, những bộ phận bị hư hỏng, tình trạng hư hỏng;
- Tình trạng về khả năng chịu tải của các kết cấu cơ bản : mức độ biến dạng, các vết nứt, mức độ và tính chất ăn mòn v.v... Để có được những số liệu trên, cần tiến hành những công việc sau đây.

a. Đo vẽ kết cấu công trình

Trong trường hợp công trình không còn lưu lại bản vẽ thiết kế cũ, cần tiến hành đo vẽ lại toàn bộ kết cấu công trình. Cần nêu rõ được sơ đồ kết cấu chịu lực cơ bản của công trình. Đối với kết cấu bê tông cốt thép, ngoài các số liệu về kích thước tiết diện còn phải xác định số lượng và tiết diện cốt thép, loại cốt thép được sử dụng. Đối với kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép phải xác định được các chi tiết liên kết và sơ đồ kết cấu. Đối với kết cấu thép phải xác định được loại thép sử dụng, chi tiết liên kết và giải pháp chống giật. Đối với kết cấu gạch đá, kết cấu gỗ phải xác định được vật liệu hợp thành của chúng. Trong trường hợp công trình có các bộ phận chịu ăn mòn hóa học, cần có số liệu về cấu tạo các lớp chống ăn mòn đã được sử dụng.

Trong trường hợp bản vẽ thiết kế còn lưu lại được, cần quan sát những yếu tố đã được thay đổi so với thiết kế ban đầu.

b. Đánh giá khả năng chịu tải của kết cấu cơ bản

Để xác định khả năng chịu tải của kết cấu, nhiều yếu tố cần phải được kiểm tra, đánh giá. Trước hết đối với mọi loại kết cấu cần phải được tính toán lại theo quy phạm hiện hành với giả thiết công trình còn nguyên vẹn với tải trọng thực tế tác dụng. Ngoài ra đối với mỗi loại kết cấu còn phải tiến hành những kiểm tra riêng biệt.

Đối với kết cấu bê tông cốt thép cần phải xác định thêm những số liệu sau:

- Số lượng và vị trí vết nứt, bề rộng và độ sâu của chúng. Cần phải xác định được vết nứt là do mômen, do lực cắt, lực dọc hoặc do xoắn gây ra. Vết nứt đã ổn định hay vẫn phát triển theo thời gian;

- Kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp thích hợp tùy theo mức độ quan trọng cần thiết;

- Kiểm tra các khuyết tật trong bê tông nếu thấy cần thiết;
- Kiểm tra các chi tiết liên kết trong kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép;

- Nếu kết cấu làm việc trong môi trường ăn mòn, cần kiểm tra tình trạng ăn mòn (xem chương V), chiều sâu thâm nhập, hiện tượng ăn mòn cốt thép, cường độ bê tông miến bị chất ăn mòn thâm nhập;

- Tính lại khả năng chịu tải thực tế của kết cấu theo các số liệu thu được.

Đối với kết cấu gạch đá cần tiến hành xác định các số liệu sau :

- cường độ của gạch đá, của vữa xây, độ bám dính của vữa trong khối xây;

- độ ẩm của khối xây;

- biến dạng và những vết nứt trong khối xây;

- mức độ thâm nhập chất ăn mòn;

- tính toán lại khả năng chịu tải thực tế của khối xây căn cứ vào các số liệu thu được.

Đối với kết cấu thép cần phải xác định được mức độ ăn mòn các thanh thép cơ bản, các bản mặt, các chi tiết liên kết (chất lượng đường hàn, bulông, đinh tan);

- mức độ biến dạng cục bộ, biến dạng tổng thể và sự xuất hiện vết nứt;

- tính lại khả năng chịu tải còn lại của kết cấu, kiểm tra mức độ quá tải.

Đối với kết cấu gỗ cần phải xác định loại gỗ được sử dụng, hiện tượng mục, mối mọt cũng như các biện pháp giải trừ đã được áp dụng. Kiểm tra độ bền các chi tiết liên kết, độ võng thực tế. Đánh giá lại khả năng chịu tải của kết cấu, mức độ quá tải ...

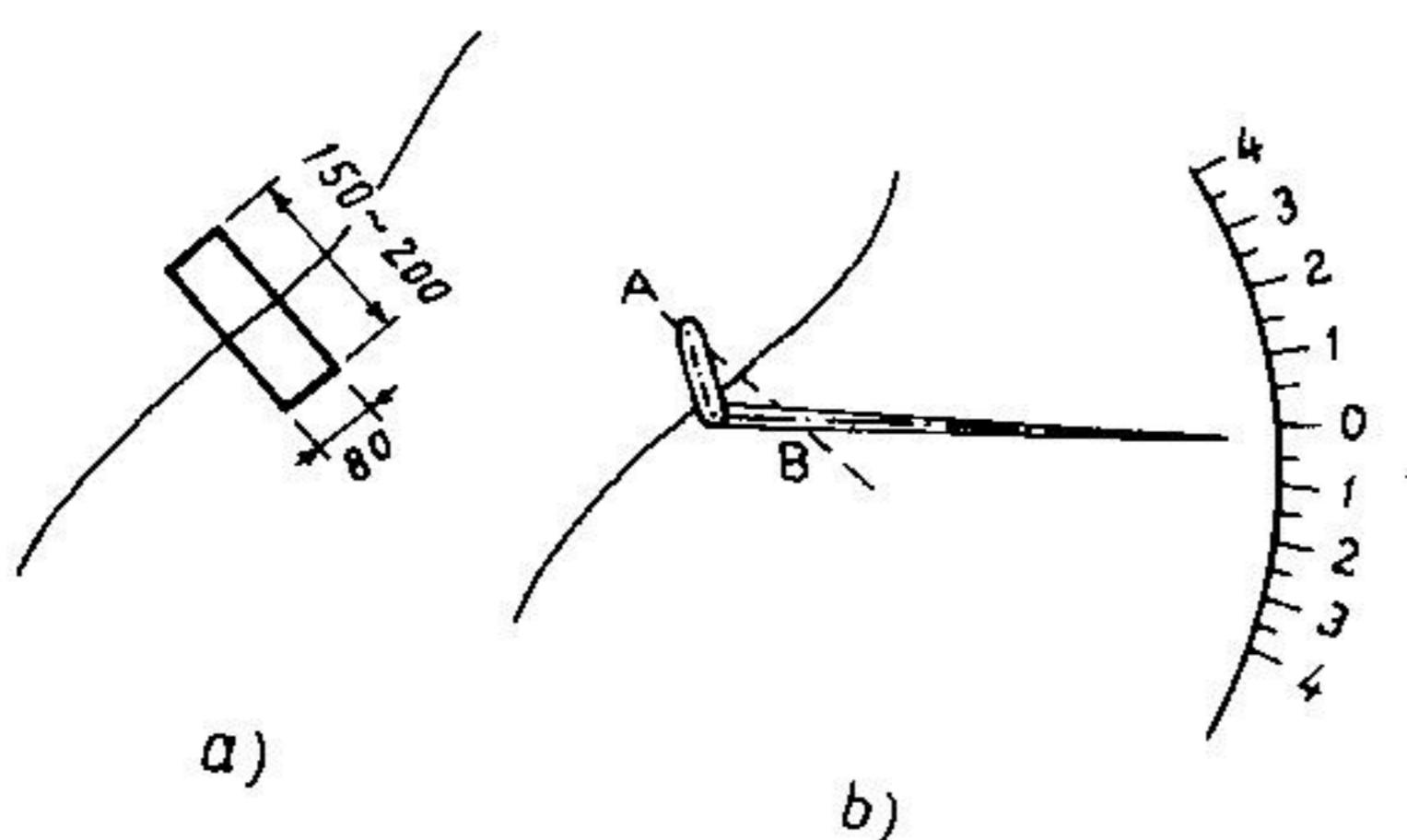
c. Phương pháp kiểm tra vết nứt và biến dạng của kết cấu

Kiểm tra vết nứt : Các vết nứt xuất hiện trong kết cấu bê tông cốt thép hoặc trong khối xây có thể là do công trình bị lún không đều, kết cấu bị quá tải hoặc do các biến dạng nhiệt. Để theo dõi vết nứt cần xác định :

- sơ đồ vết nứt, bề rộng, chiều dài và chiều sâu vết nứt;

- vết nứt đã ổn định hay còn phát triển, hướng phát triển của chúng.

Để theo dõi vết nứt có thể áp dụng phương pháp đặt mốc "con dia" (hình 1.1a). Mốc làm bằng xi măng hoặc thạch cao gắn vào vị trí cần theo dõi vết nứt, mốc được gắn vắt qua và thẳng góc với vết nứt.



Hình 1.1. Mốc theo dõi vết nứt:
a - mốc "con dia"; b - mốc dòn bẩy

Cũng có thể sử dụng mốc có gắn dòn bẩy (h 1.1b). Các mốc này cần được đánh số theo vị trí trên công trình để tiện theo dõi. Cần ghi rõ thời gian gắn mốc, thời gian xuất hiện vết nứt trên mốc "con dia", sự biến thiên bề rộng vết nứt trên mốc. Đối với các vết nứt còn hoạt động cần tiếp tục gắn mốc mới để theo dõi tiếp. Thời gian theo dõi từ khi gắn mốc mới không dưới 20 ngày.

Kiểm tra biến dạng của công trình: Biến dạng của công trình gồm biến dạng cục bộ và biến dạng tổng thể. Đối với biến dạng cục bộ chỉ có thể đánh giá được biến dạng biểu kiến tức là biến dạng có thể do tải trọng gây ra, cũng có thể là do cả sự sai sót về kích thước trong thi công. Chỉ có thể đo được sự biến thiên của các biến dạng cục bộ như độ võng, góc xoay tại nút, mặt trượt v.v... bằng các dụng cụ đo độ võng, indicatơ, các loại tensomet cơ học và điện tử v.v...

Biến dạng tổng thể tức là sự xê dịch một phần hoặc toàn bộ công trình so với trạng thái ban đầu. Chẳng hạn độ lún, độ nghiêng của công trình. Để đo độ lún, độ nghiêng của công trình

phải sử dụng các loại máy thủy bình, kính vi, có thể sử dụng máy chuyên dùng đo độ nghiêng. Muốn đo độ lún tuyệt đối của công trình cần có hệ thống mốc chuẩn, đặt cố định ngoài phạm vi ảnh hưởng lún của công trình. Những mốc này rất dễ bị mất do mặt bằng biến động cho nên cần chọn vị trí thích đáng và có cấu tạo chắc chắn. Để đo độ lún công trình cũng có thể dùng ống thủy bình theo nguyên tắc bình thông nhau. Loại ống này sử dụng khá thuận lợi và độ chính xác tương đối cao ($\pm 0,1$ mm).

Để đo độ lệch (nghiêng) của công trình dạng tháp hoặc công trình có độ cao đáng kể cần dùng máy kính vi.

d. Phương pháp kiểm tra độ bền vật liệu

Để đánh giá khả năng chịu tải thực tế của công trình cần phải tiến hành xác định lại cường độ của vật liệu. Có hai phương pháp thí nghiệm cường độ vật liệu:

- Xác định cường độ trong phòng thí nghiệm các mẫu được cắt ra từ kết cấu, mẫu được thử tới tải trọng phá hủy;

- Xác định cường độ tại hiện trường bằng phương pháp không phá hoại mẫu.

Tuy độ chính xác của phương pháp xác định cường độ không phá hoại mẫu có sai số vào khoảng 10 - 15%, nhưng trong nhiều trường hợp phương pháp này tỏ ra nhiều ưu điểm nên được sử dụng khá rộng rãi. Chẳng hạn khi kiểm tra cường độ bêtông ta có thể dùng các dụng cụ cơ học và đập lên bề mặt bêtông dựa trên những nguyên tắc khác nhau:

- Dùng dụng cụ va đập để lại dấu vết lên bề mặt bêtông, căn cứ vào kích thước các dấu vết để lại so với các mẫu chuẩn để xác định cường độ của chúng. Dụng cụ loại này có thể là những loại búa đặc biệt với khối lượng và kích thước được tiêu chuẩn hóa hoặc các loại súng bi chuyên dùng;

- Dùng dụng cụ va đập lên bề mặt bêtông và căn cứ vào độ chồi đòn hồi của vật liệu mà xác định cường độ của chúng.

Ngoài ra để kiểm tra cường độ bêtông còn dùng các thiết bị siêu âm, thiết bị phóng xạ hoặc thiết bị từ một cách khá phổ biến. Bằng phương pháp siêu âm có thể xác định được cường độ, mô đun đòn hồi của vật liệu bêtông cốt thép, gạch đá, kiểm tra được tính chất liên tục, đồng nhất của vật liệu, vị trí, đường kính cốt thép, chiều dày của thép tấm, ống thép v.v... Bằng phương pháp

chiếu xạ và phương pháp từ cũng có thể phát hiện được những khuyết tật trong kết cấu, vị trí cốt thép trong bê tông, chiều dày các tấm kim loại, biến dạng của kết cấu v.v...

e . Kiểm tra tính chất và mức độ ăn mòn công trình

Để kiểm tra tình trạng ăn mòn công trình cần xác định được tính chất và mức độ ăn mòn của môi trường và mức độ xâm thực lên kết cấu công trình do các tác nhân ăn mòn. Phần việc này được trình bày chi tiết trong chương V.

2 . Khảo sát nền móng

Khi cần gia cố nền móng phải tiến hành khảo sát. Nếu còn lưu giữ được những tài liệu cũ về địa chất công trình và nền móng thì cũng chỉ sử dụng để tham khảo vì trong quá trình tồn tại của công trình tình trạng nền móng có thể thay đổi.

Công tác khảo sát nền móng các công trình cũ không hoàn toàn giống như việc khảo sát một khu đất để xây dựng công trình mới. Các số liệu khảo sát cần phải nêu lên được những đặc điểm của khu đất, về cấu tạo nền móng của công trình và những công trình có liên quan, hiện trạng về khả năng chịu tải và biến dạng của nền, móng.

Để có được những số liệu này cần tiến hành :

- tìm hiểu cấu tạo kết cấu móng của công trình;
- tình hình cấu tạo địa chất công trình và xử lý nền móng, hiện trạng các công trình lân cận;
- tìm hiểu độ lún của công trình.

Sau đây là nội dung cơ bản của phần khảo sát kết cấu móng và tình hình địa chất công trình [8], [14].

Khảo sát kết cấu móng tức là tìm hiểu cấu tạo móng và hiện trạng chịu tải của chúng. Về mặt cấu tạo móng, có thể căn cứ vào bản vẽ hoàn công của công trình. Trong trường hợp không có bản vẽ hoàn công, căn cứ vào cấu trúc bên trên của công trình mà xác định vị trí cần khảo sát móng để khai phai đào bới nhiều. Đối với các công trình có khung chịu lực, vị trí khảo sát móng cần chọn ở phạm vi chân cột, đồng thời phải khảo sát thêm phía chân tường để biết được tường xây trực tiếp lên móng tường hoặc xây lên đầm móng. Cần chọn các vị trí điển hình như móng cột trực giữa, trực biên và đầu hồi. Đối với công trình có tường chịu lực, móng

thường có dạng móng băng hoặc móng bè. Trong trường hợp này vị trí khảo sát nên chọn cạnh tường biên, tường ngang và tường hồi. Ngoài việc xác định kích thước bề rộng và độ sâu của móng còn cần phải kiểm tra cốt thép khi móng băng bêtông cốt thép. Đánh giá lại khả năng chịu tải của móng (xem chương II, III). Vẽ lại toàn bộ cấu tạo của móng, đánh dấu các hiện tượng đáng chú ý cũng như vị trí các chỗ lấy mẫu thử tại thân móng. Cần chú ý những vị trí công trình bị ẩm ướt thường xuyên hoặc những bộ phận bị ăn mòn hóa học. Số lượng mẫu thử không ít hơn năm. Đối với các móng băng bêtông hoặc bêtông cốt thép có thể dùng các loại dụng cụ cơ học cầm tay xác định cường độ tại hiện trường.

Nội dung công tác khảo sát nền đất bao gồm :

- khảo sát nền đất bằng phương pháp khoan, xuyên hoặc khoan, xuyên kết hợp. Phương pháp xuyên đặc biệt là xuyên tĩnh được sử dụng khá hữu hiệu trong trường hợp này [8];
 - thực hiện các lỗ đào, lấy các mẫu đất nguyên dạng;
 - vẽ sơ đồ phân bố địa tầng;
 - thí nghiệm các đặc trưng cơ lý, hóa của đất và nước.

Vị trí các lỗ khoan và xuyên phụ thuộc vào mức độ phức tạp và quy mô công trình, số bộ phận của công trình. Số lượng lỗ khoan không ít hơn bốn.

Chiều sâu lỗ khoan tốt nhất lấy bằng chiều sâu ép lún. Cũng có thể lấy chiều sâu lỗ khoan theo công thức

$$h_k = h_m + 2b + \Delta$$

trong đó : h_m - độ sâu đặt móng so với mặt đất , m; b - bờ rộng đế móng , m; $\Delta = 2m$ đối với nhà ba tầng và $\Delta = 3m$ đối với nhà từ bốn tầng trở lên.

Kích thước lỗ đào được xác định tối thiểu sao cho có thể thao tác được khi đào lỗ, lấy mẫu đất nguyên dạng, có khả năng quan sát và đo được kích thước móng. Trong thực hành, các lỗ đào tròn có thể lấy đường kính bằng 0,65 m - 1,0 m, các lỗ đào chữ nhật 0,8 mx 1,2 m. Số lượng lỗ đào phải thỏa mãn sao cho :

tại mỗi phần của công trình có ít nhất một lỗ đào tại vị trí chịu tải lớn nhất hoặc có sự chênh lệch về phương diện chịu tải;

tại các phần giống nhau hoặc đối xứng, hoặc lặp lại cần có một vài lỗ đào tại vị trí chịu tải lớn nhất;

- đủ để có thể xác định được kích thước của hệ thống móng;
- tại các vị trí công trình bị lún nhiều.

Việc lấy mẫu đất cần thực hiện như sau :

- tại các hố đào tiến hành lấy các mẫu nguyên dạng tại độ sâu để móng và dưới để móng từ 0,5 đến 1,0 m. Các mẫu có dạng khối vuông, hoặc chữ nhật có cạnh nhỏ nhất không dưới 200 mm đối với đất cát và 300 mm đối với đất hòn lớn hoặc sỏi sạn;
- tại các lỗ khoan cần tiến hành lấy mẫu nguyên dạng suốt tầng chịu nén của nền đất dưới để móng, lấy mẫu cách nhau 0,5-1,0 m theo chiều sâu. Kích thước mẫu đối với đất hòn lớn không dưới 200 mm, đối với các loại đất khác không dưới 80 mm và chiều cao mẫu bằng hai lần đường kính. Số lượng mẫu phụ thuộc vào mức độ phức tạp của địa chất công trình và mức độ quan trọng của công trình.

Để có giải pháp gia cố nền móng, cần nắm vững những biến đổi về địa chất công trình, địa chất thủy văn so với các số liệu ban đầu. Việc xác định lại các chỉ tiêu cơ lý của đất nền tại độ sâu để móng cũng như trong suốt chiều sâu ép lún của nền là cần thiết khi cần xử lý các công trình có vấn đề về lún.

§1.3. Công tác thiết kế

Như đã trình bày ở trên, việc sửa chữa, gia cố và cải tạo các công trình có sẵn vẫn phải qua các khâu khảo sát, thiết kế rồi mới bắt tay vào thi công. Về thủ tục, trình tự xây dựng cơ bản nói chung vẫn có thể áp dụng như đối với việc xây dựng mới.

Trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư, người chủ đầu tư căn cứ vào hiện trạng công trình cũng như những nhu cầu đổi mới của công trình mà chuẩn bị các phần việc sau :

- xác định sự cần thiết phải sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình;
- lập luận chứng kinh tế kỹ thuật hoặc báo cáo kinh tế kỹ thuật.

Để thực hiện được các phần việc trên, cần tiến hành điều tra, khảo sát hiện trạng công trình cũng như phân tích các nhu cầu đổi mới của công trình, làm cơ sở cho việc lập luận chứng kinh tế kỹ thuật.

Nội dung cơ bản của luận chứng kinh tế kỹ thuật gồm :

- hiện trạng công trình, lý do và mục đích việc sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình;

- các yêu cầu cần đạt được về các mặt kinh tế, kỹ thuật;
- các phương án kết cấu, kiến trúc và vật liệu với các bản vẽ kèm theo;
- khối lượng xây dựng chủ yếu, các yêu cầu về cung ứng vật liệu, thiết bị;
- các phương án thi công, xây lắp;
- các chỉ tiêu kinh tế : vốn đầu tư, thời hạn thu hồi vốn v.v...

Với các công trình dưới hạng ngạch có thể không cần lập luận chứng kinh tế kỹ thuật mà chỉ lập báo cáo kinh tế kỹ thuật với nội dung tương tự nhưng có phần đơn giản hơn.

Trong giai đoạn chuẩn bị xây dựng, căn cứ vào nội dung luận chứng kinh tế kỹ thuật, chủ đầu tư tiến hành ký hợp đồng khảo sát và thiết kế với cơ quan có tư cách pháp nhân tương ứng. Công việc khảo sát để thiết kế sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình đã trình bày trong mục I.2. Khảo sát được tiến hành trước thiết kế một bước nhưng đôi khi được tiến hành đồng thời với công tác thiết kế.

Việc thiết kế sửa chữa, gia cố và cải tạo có thể được thực hiện theo hai bước :

- bước thiết kế kỹ thuật (kèm theo tổng dự toán của thiết kế kỹ thuật);
- bước thiết kế bản vẽ thi công (kèm theo dự toán của thiết kế bản vẽ thi công).

Trong trường hợp đơn giản, vốn đầu tư không lớn có thể cho phép thiết kế theo một bước - bước thiết kế kỹ thuật thi công (kèm theo tổng dự toán thiết kế kỹ thuật thi công) để giảm chi phí và thời gian thiết kế.

Cơ sở để thực hiện thiết kế kỹ thuật là nội dung hợp đồng đã ký với chủ đầu tư, là luận chứng kinh tế kỹ thuật hoặc báo cáo kinh tế kỹ thuật đã được các cấp thông qua và các số liệu khảo sát.

Nội dung của đề án thiết kế kỹ thuật gồm :

- bản phân tích các kết quả khảo sát. Với công trình bị hư hỏng cần xác định nguyên nhân gây hư hỏng;

- các bản vẽ thể hiện phạm vi sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình;
- các giải pháp cơ bản để sửa chữa gia cố và cải tạo công trình trong đó có các giải pháp mặt bằng, hình khối, các giải pháp kết cấu, kiến trúc, các sơ đồ tính toán;
- các giải pháp bảo vệ kết cấu như giải pháp chống thấm, chống ăn mòn, chịu nhiệt, chịu va chạm v.v...;
- vật liệu cơ bản được sử dụng;
- giải pháp thi công xây lắp trong điều kiện hạn chế của hiện trường như hạn chế các va đập mạnh, không cho phép có các tia lửa, có hơi độc khi xảy ra sự cố, thời gian hạn chế, không gian chật chội v.v...;
- tổng dự toán cho bước thiết kế kỹ thuật.

Sau khi bước thiết kế kỹ thuật được thông qua, tiến hành bước thiết kế bản vẽ thi công. Nội dung của bước thiết kế này là cụ thể hóa những phần việc đã nêu trong bước thiết kế kỹ thuật bao gồm:

- các bản tính kỹ thuật như các bản tính gia cố kết cấu, nền móng, bản tính kiểm tra các chỉ tiêu về vật lý kiến trúc v.v.... Những bản tính này sẽ được lưu lại tại cơ quan thiết kế để theo dõi;
- các bản vẽ thi công đầy đủ chi tiết;
- biện pháp thi công đối với những kết cấu đặc biệt quan trọng cần có chuyên môn thiết kế can thiệp;
- dự toán thiết kế bản vẽ thi công.

Khác với việc thiết kế xây dựng các công trình mới, việc thiết kế sửa chữa, gia cố và cải tạo các công trình có sẵn có một số đặc điểm sau đây [1], [2] [4] [5].

1) Một trong những đặc điểm quan trọng nhất là việc sửa chữa, gia cố và cải tạo công trình cần được thực hiện trong điều kiện vận hành liên tục hoặc nếu có dừng thi công thì chỉ được phép dừng trong thời gian hạn chế. Đối với các xí nghiệp công nghiệp thì đó là thời gian đại tu định kỳ hàng năm. Chỉ trong trường hợp đặc biệt mới được dừng vận hành để sửa chữa gia cố và cải tạo công trình. Trong trường hợp này nên ưu tiên sử dụng các cấu kiện lắp ghép bằng bê tông cốt thép hoặc kết cấu thép để làm kết cấu gia cố. Những kết cấu gia cố này cần có cấu tạo đơn giản, nhẹ nhàng,

để thực hiện. Để tăng khả năng chịu tải và giảm nhẹ được kết cấu gia cố có thể dùng kết cấu ứng lực trước. Việc dùng kết cấu bê tông cốt thép đổ tại chỗ có nhược điểm là hệ thống dàn giáo và ván khuôn phức tạp, việc đổ bê tông khó khăn, thời gian đạt tới cường độ dài làm ảnh hưởng đến tính vận hành liên tục của công trình.

2) Dựa kết cấu gia cố cùng tham gia làm việc với kết cấu được gia cố. Mặc dù trước khi gia cố, các loại tải trọng tạm thời được cắt bỏ tới mức tối đa nhưng kết cấu công trình vẫn còn trong trạng thái chịu lực, ít nhất cũng là do tải trọng bản thân. Việc bố trí thêm kết cấu gia cố để tăng khả năng chịu tải của công trình chỉ có hiệu quả khi những kết cấu gia cố này cùng tham gia chịu lực với kết cấu được gia cố.

Để có được sự tham gia làm việc của kết cấu gia cố với kết cấu được gia cố có thể thực hiện bằng nhiều cách :

- Cắt bỏ hết những phần tải trọng có thể cắt bỏ được trước khi gia cố.
- Dùng kích để trả lại trạng thái "nghỉ tương đối" của kết cấu được gia cố (chẳng hạn kích trả lại độ vông bằng không cho kết cấu chịu uốn).
- Dùng kết cấu ứng lực trước như : dây căng ứng lực trước, ống lồng ứng lực trước, thanh đạp ứng lực trước v.v... (xem §II, §III).

3) Đối với các công trình bị ăn mòn, việc sửa chữa, gia cố phải tiến hành đồng thời với việc xử lý chống ăn mòn. Trong trường hợp này việc xử lý chống ăn mòn cho công trình gia cố khá phức tạp vì tác nhân ăn mòn đã thâm sâu vào kết cấu của công trình cũ. Do đó độ dính kết tại bề mặt tiếp xúc giữa bê tông cũ và mới không đảm bảo, đôi khi còn xảy ra hiện tượng kết tinh của sản phẩm ăn mòn làm trương nở thể tích, phá vỡ liên kết giữa bê tông cũ và mới. Như vậy đối với các công trình bị ăn mòn, trước khi sửa chữa, gia cố cần phải tiến hành làm sạch kết cấu cũ khỏi tác nhân ăn mòn và việc sửa chữa, gia cố công trình cần kèm theo các giải pháp chống ăn mòn.

4) Biện pháp thi công. Do có nhiều khó khăn và phức tạp trong việc sửa chữa và gia cố công trình cho nên trong đồ án thiết kế con phải đề cập đến phần thiết kế biện pháp thi công. Các biện pháp này nhằm giúp người thi công thực hiện đúng ý đồ của người

thiết kế. Đó là các biện pháp thi công trong điều kiện vận hành liên tục của công trình, thi công các kết cấu gia cố ứng lực trước, các giải pháp cát tải, các giải pháp đưa kết cấu gia cố vào làm việc cùng với kết cấu được gia cố v.v...

Mặt khác do tính linh hoạt của công việc sửa chữa, gia cố và cải tạo đòi hỏi người thiết kế luôn có mặt tại hiện trường trong quá trình thi công để kịp thời giải quyết các yêu cầu đột xuất xảy ra. Chẳng hạn trong quá trình thi công phát hiện thêm những vết nứt mới hoặc những khó khăn gặp phải khi thực hiện các giải pháp được đề ra trong đồ án thiết kế.

Chương II

GIA CỐ KẾT CẤU BÊTÔNG CỐT THÉP

§II.1. Nguyên tắc chung

Ngoài những yêu cầu chung đã nêu trong mục I.3, khi thiết kế gia cố kết cấu bêtông cốt thép phải dựa trên các nguyên tắc sau :

a) Các giải pháp gia cố phải phù hợp với yêu cầu sử dụng công trình, điều kiện phương tiện, vật liệu và khả năng thi công.

b) Sau gia cố kết cấu phải đảm bảo về mặt khả năng chịu tải. Khả năng chịu tải của kết cấu cần được tính toán kiểm tra theo sơ đồ kết cấu mới và dựa trên các tiêu chuẩn quy phạm hiện hành. Đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa kết cấu gia cố và kết cấu được gia cố. Đối với kết cấu siêu tĩnh, khi tính toán cần đề cập đến sự phân phối lại nội lực trong kết cấu.

c) Đối với kết cấu bị ăn mòn, trước hết cần loại trừ tác nhân ăn mòn trong kết cấu và sau khi gia cố phải tiến hành xử lý chống ăn mòn cho kết cấu.

d) Kết cấu bêtông cốt thép được gia cố theo hai cách cơ bản [1] [2]:

- Gia cố kết cấu trong điều kiện giữ nguyên sơ đồ kết cấu và trạng thái ứng suất.

- Gia cố kết cấu bằng cách thay đổi sơ đồ và trạng thái ứng suất của kết cấu.

Để giữ nguyên sơ đồ kết cấu và trạng thái ứng suất của kết cấu, việc gia cố chỉ có thể thực hiện bằng cách tăng tiết diện như tăng chiều cao miền bêtông chịu nén, tăng tiết diện cốt thép chịu kéo hoặc kết hợp tăng chiều cao và bê rộng của tiết diện kết hợp với việc tăng tiết diện cốt thép miền chịu kéo.

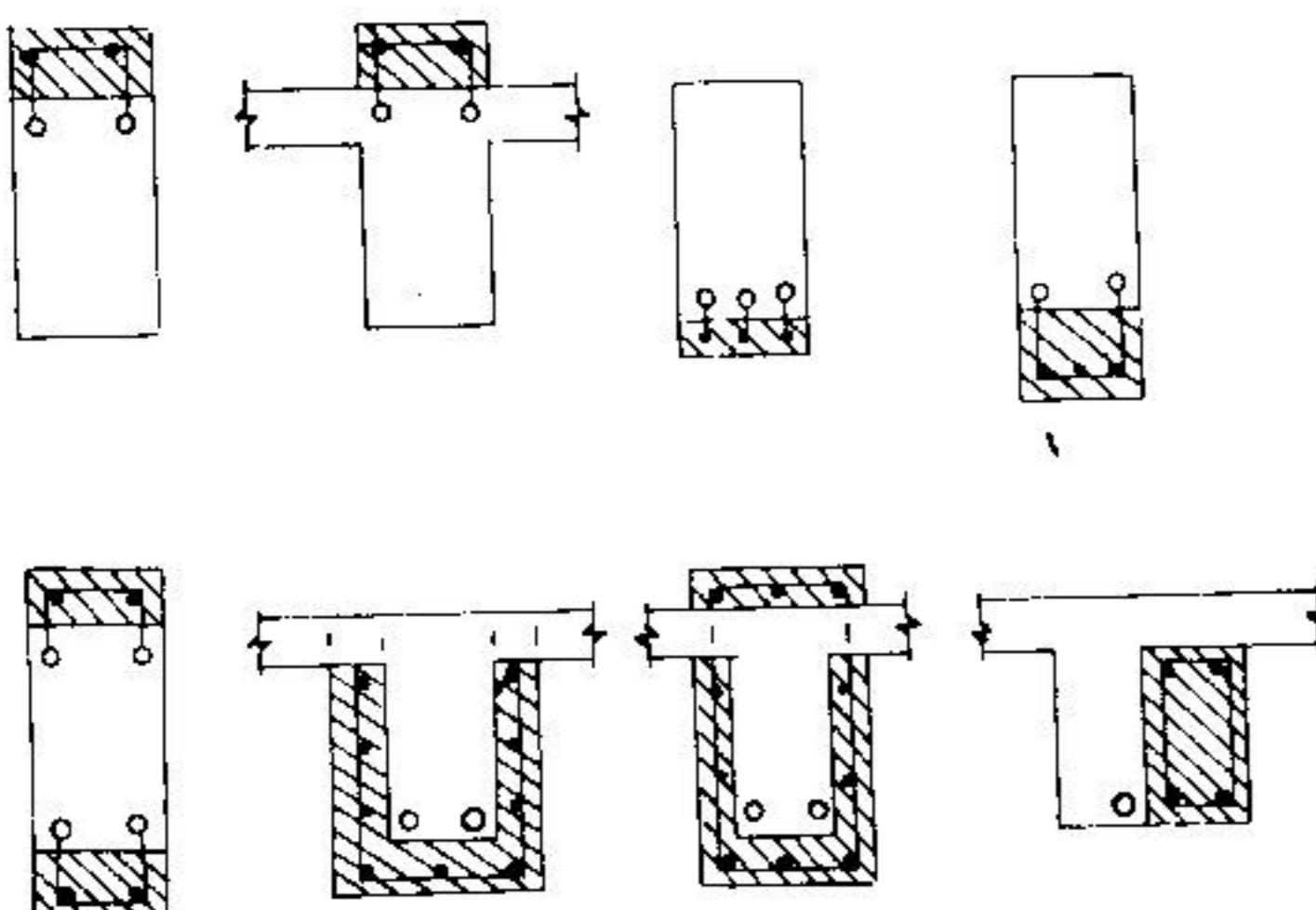
Để gia cố bằng cách thay đổi sơ đồ kết cấu và trạng thái ứng suất có thể áp dụng các phương pháp như đặt thêm gối tựa (cứng hoặc đàn hồi) cho các kết cấu chịu uốn hoặc chịu nén lệch tâm, dùng dây căng ứng lực trước cho kết cấu chịu uốn, thanh nẹp ứng

lực trước cho kết cấu chịu nén, dùng kết cấu hỗ trợ hoặc thay thế v.v...

e) Vật liệu dùng để gia cố kết cấu bêtông cốt thép : dùng bêtông có mác không dưới 150, các loại thép cacbon thông dụng, không nên dùng loại có cường độ đặc biệt cao. Vữa chèn dùng vữa xi măng có mác không dưới 100. Việc sử dụng các cấu kiện bêtông cốt thép đúc sẵn có tác dụng đẩy nhanh tốc độ thi công.

§II.2. Gia cố kết cấu bêtông cốt thép bằng cách tăng tiết diện [1], [18]

Phương pháp này được áp dụng khá rộng rãi. Ưu điểm của phương pháp là tính toán và cấu tạo đơn giản, dễ thực hiện đối với các loại kết cấu khác nhau như chịu uốn, chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm. Đối với các kết cấu không quá lớn, phương pháp này rất có hiệu quả về mặt nâng cao khả năng chịu tải. Các dạng tăng tiết diện được thể hiện trên hình II.1. Cũng có thể tăng cường tiết diện của kết cấu bằng cách ốp các tiết diện bằng các loại thép hình như L, I v.v... Cách ốp bằng thép hình thường được áp dụng để gia cố kết cấu chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm.



Hình II.1. Các dạng tiết diện tăng cường

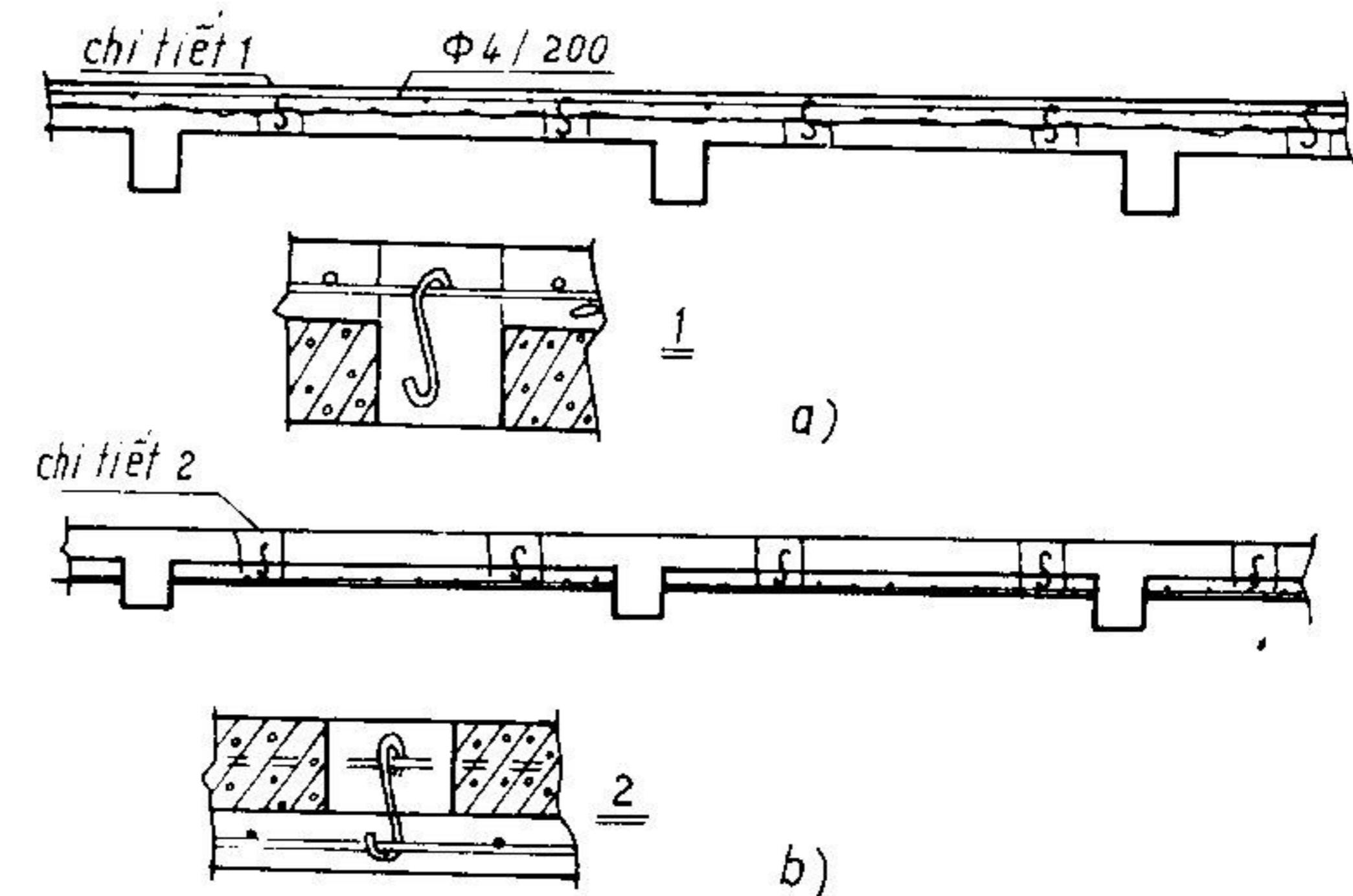
Để đảm bảo sự làm việc chung giữa phần ốp thêm và tiết diện cũ và để có thể coi như đồng nhất trong toàn bộ tiết diện sau khi ốp, đòi hỏi độ bám dính giữa phần bêtông cũ và bêtông mới phải

đảm bảo. Để thực hiện được yêu cầu đó cần đục nhám mặt bêtông cũ, làm sạch mặt bêtông cũ khỏi các chất hữu cơ (rêu, mốc v.v...) và các tác nhân ăn mòn hóa học. Độ bám dính của bêtông còn phụ thuộc vào chất kết dính, điều kiện đổ bêtông, độ dẻo của hỗn hợp bêtông và mác bêtông. Theo kinh nghiệm nên lấy độ sụt của bêtông vào khoảng 8 - 10 cm. Ximăng nên dùng loại xi măng poocläng, không nên dùng xi măng đóng rắn nhanh. Chiều dày của lớp bêtông ốp không nên nhỏ hơn 6 cm khi đổ bêtông thông thường, và 3 cm khi dùng máy phun bêtông. Sau đây là một số hình thức ốp tăng cường tiết diện.

1. Tăng chiều cao tiết diện

Phương pháp này mang lại hiệu quả đáng kể, có thể làm tăng khả năng chịu tải của kết cấu lên 1,5-2 lần, tiết kiệm được vật liệu. Phương pháp này có thể áp dụng cho cấu kiện chịu uốn như đầm, sàn và các cấu kiện chịu nén như cột (h.II.1).

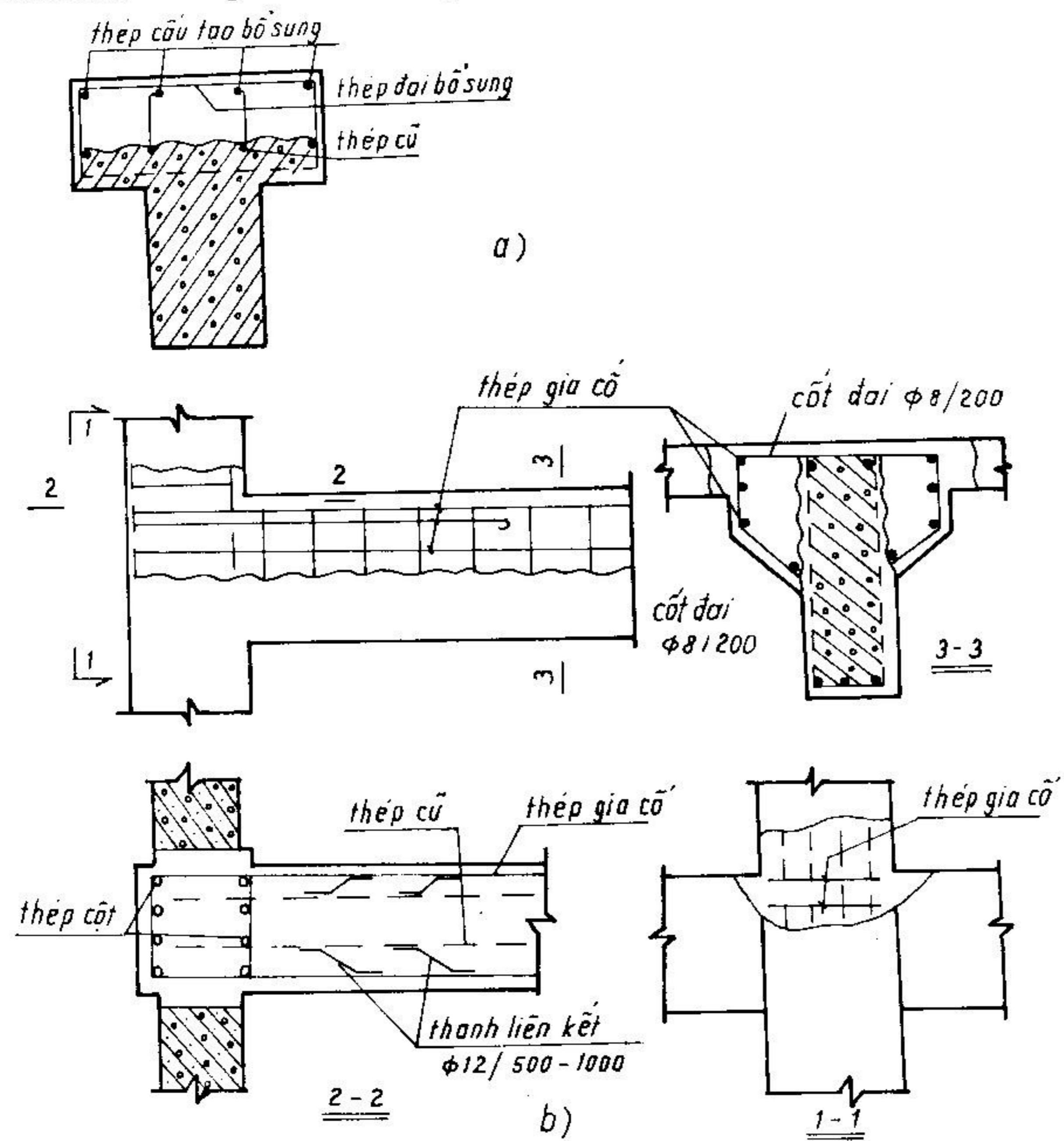
Đối với sàn, khi cốt thép còn nguyên lành và mặt trên không bị vướng, có thể chỉ cần đổ thêm bêtông ở mặt trên của sàn từ 3 đến 6 cm tùy theo yêu cầu của tải trọng. Mặt sàn cũ được đục nhám và làm sạch để lớp bêtông mới gắn chặt vào lớp bêtông cũ. Đồng thời để tăng độ bám dính giữa hai lớp sàn mới và cũ, thỉnh thoảng



Hình II.2. Tăng chiều dày của sàn bê tông cốt thép

cần đúc thủng một lỗ xuống sàn cũ với kích thước khoảng 200x200 mm có thép móc vào lớp thép chịu lực của sàn (h.II.2a). Mặt trên tùy theo yêu cầu chịu lực của sàn có thể bố trí thêm lớp thép cấu tạo ($\Phi 4/200 \times 200$).

Trường hợp mặt sàn bị vướng thiết bị hoặc điều kiện không cho phép nâng độ cao mặt sàn thì có thể tăng chiều dày về phía dưới mặt sàn (h.II.2b). Trường hợp này cần đặt thêm cốt thép phụ, những cốt thép này cần liên kết với các cốt thép có sẵn của sàn. Đồng thời để tăng cường liên kết với sàn cũ cần được

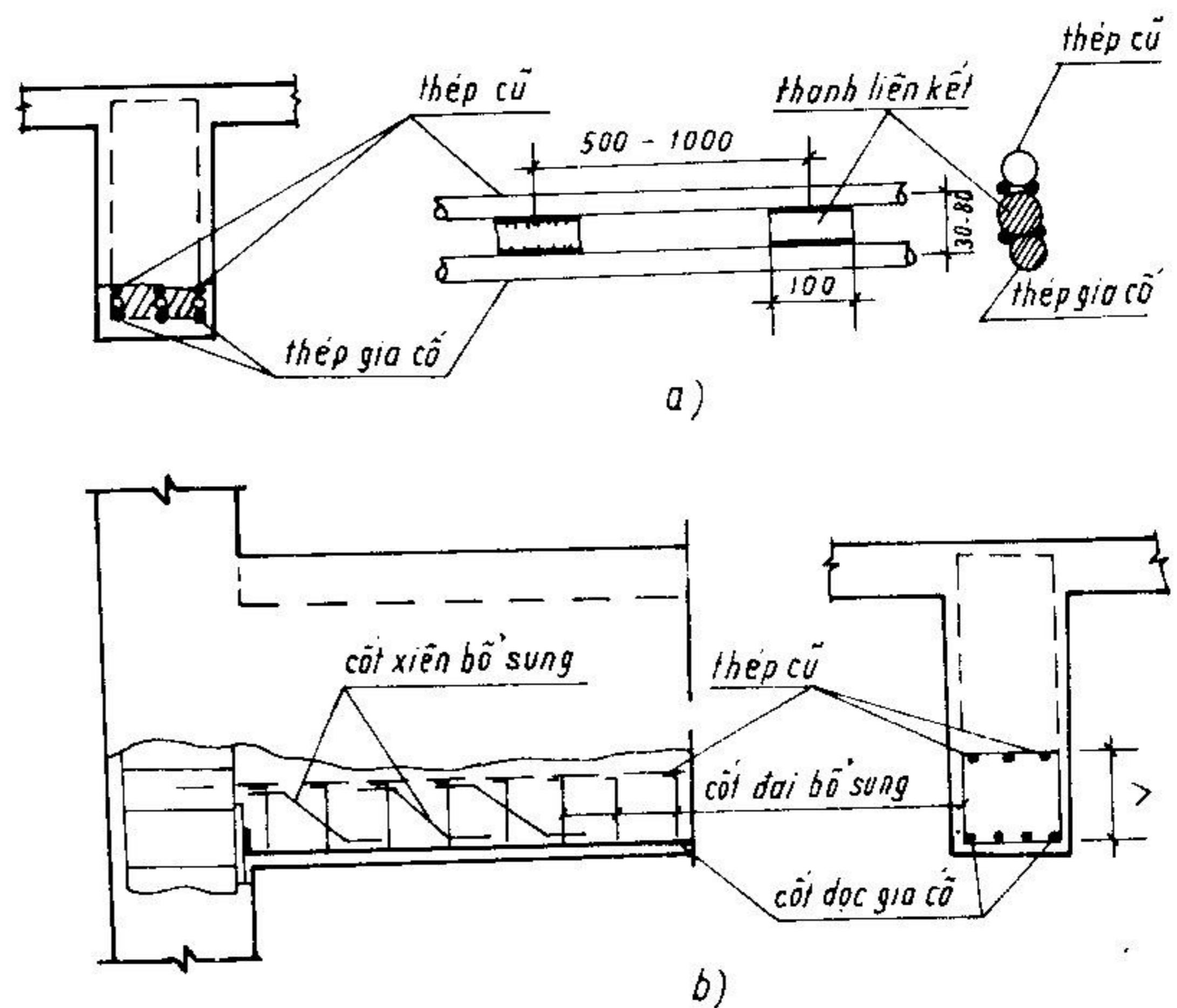


Hình II.3. Tăng chiều cao miền chịu nén của đầm

thực hiện như trường hợp tăng bê tông phía trên như đã nêu. Để bê tông trong trường hợp này chỉ có thể thực hiện được bằng máy phun bê tông.

Đối với đầm, phương pháp này được áp dụng khá thuận tiện. Trong trường hợp đầm gắn liền với sàn, việc tăng chiều cao chịu nén của tiết diện đầm kéo theo việc tăng chiều dày của sàn, cho nên ít khi áp dụng trừ trường hợp cho phép sàn có sườn nổi lên tại vị trí đầm (h.II.3). Đối với đầm riêng rẽ (không gắn liền với sàn) việc tăng chiều cao miền chịu nén thực hiện dễ dàng hơn. Phần tiết diện chịu nén được tăng thêm cần đặt thêm thép cấu tạo: thép dọc $\Phi 10 - 12$ mm, thép đai $\Phi 6 - 8$ mm. Chiều dày phần ốp thêm được xác định theo tính toán nhưng không nhỏ hơn 5 cm.

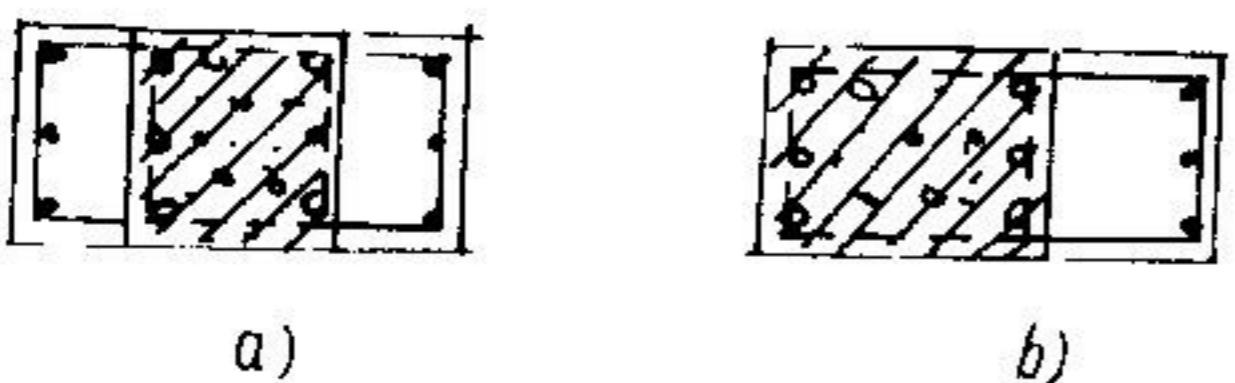
Do việc tăng chiều cao miền bê tông chịu nén gặp nhiều khó khăn cho nên để gia cố đầm bê tông cốt thép người ta thường áp dụng tăng chiều cao từ phía dưới mặt đầm. Như vậy cần đặt cốt



Hình II.4. Tăng chiều cao tiết diện đầm

thép chịu kéo bổ sung. Khi chỉ cần tăng cường cốt thép chịu kéo thì có thể hàn cốt thép bổ sung với cốt thép chịu lực hiện có bằng các đoạn thép trung gian liên kết. Khi đó chiều dày lớp bêtông thêm vào chỉ cần vừa đủ để bao kín lớp cốt thép bổ sung và đảm bảo chiều dày lớp bảo vệ không nhỏ hơn 30 mm. Trường hợp này nên dùng bêtông cốt liệu nhỏ và dùng máy phụt bêtông (h.II.4a). Khi có yêu cầu tăng cao tiết diện cần có thêm cấu tạo cốt đai, cốt xiên v.v... Cốt đai có thể thẳng góc hoặc xiên góc có đường kính $\Phi 8 - 12$ mm. Cốt dọc được hàn với cốt thép cột hoặc dầm chính có đường kính $\Phi 12 - 30$ mm (h.II.4b).

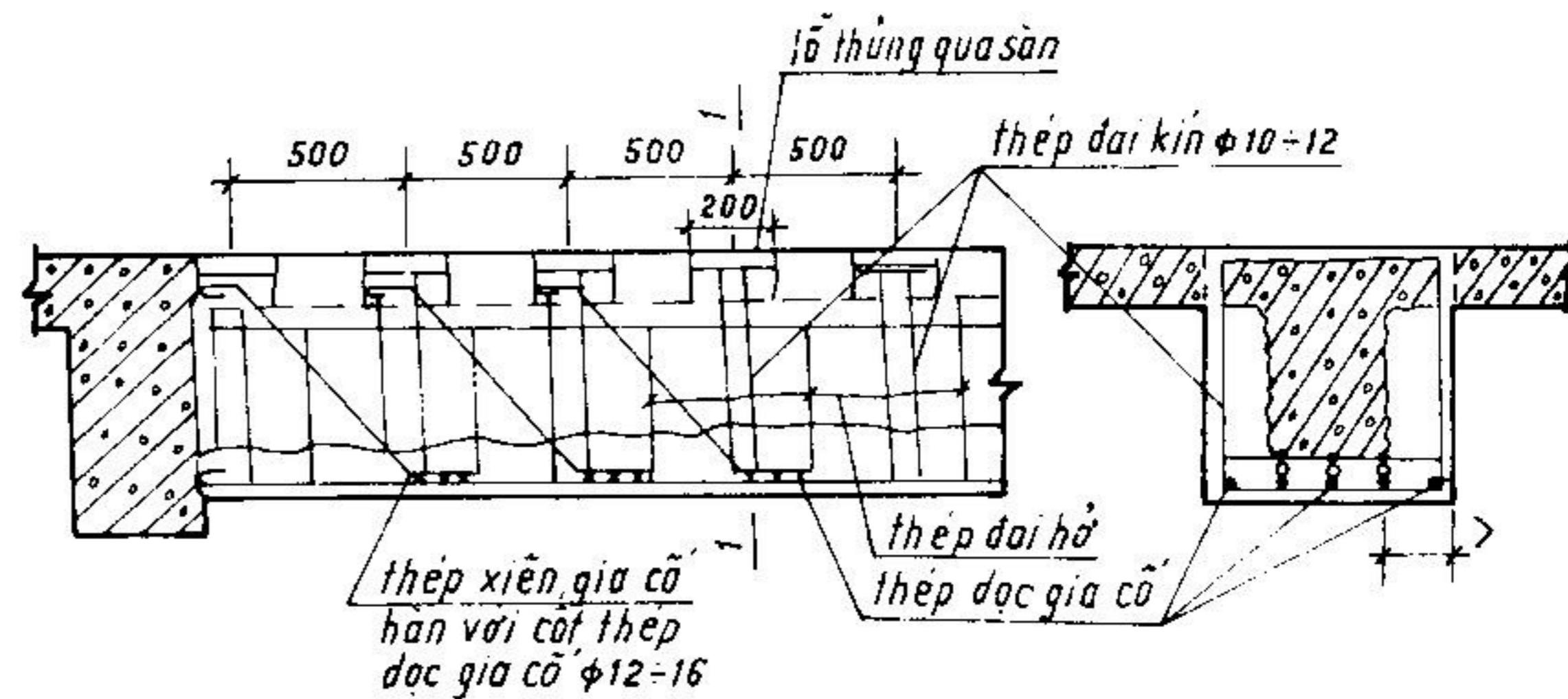
Trường hợp đối với cột chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm, cách gia cố tăng cường chiều cao tiết diện cũng được áp dụng rộng rãi. Có thể tăng một phía khi cột chịu nén lệch tâm; tăng hai phía khi cột chịu nén đúng tâm, lệch tâm ít hoặc lệch tâm có mômen đổi dấu. Chiều cao phần ốp thêm phụ thuộc vào kết quả tính toán. Cốt thép dọc có thể dùng $\Phi 12 - 25$ mm, những cốt thép này được liên kết chặt chẽ với móng cũng như với dầm để cùng tham gia làm việc tại các vị trí đó (h.II.5).



Hình II.5. Tăng chiều cao tiết diện cột

2. Tăng bê rông và chiều cao tiết diện

Đó là trường hợp gia cố dầm bêtông cốt thép bằng cách ốp ba phía, thường được áp dụng khi bê rông của tiết diện dầm khá bé hoặc bị ăn mòn làm móng bê rông của dầm hoặc cột. Cốt thép dọc được bố trí như đối với trường hợp tăng chiều cao. a tiết diện dầm. Cốt thép đai được bố trí theo hai dạng: đai hở và đai liền. Đai hở được móc vào hai thanh thép cấu tạo phía giáp đáy sàn, còn đai kín thì xuyên qua sàn. Khoảng cách những lỗ xuyên qua sàn có thể lấy bằng 500 mm (h.II.6). Những lỗ này còn có tác dụng để đổ bêtông. Cũng có thể đặt toàn bộ cốt đai hở bằng cách gắn cốt đai với một cặp thép góc được bắt với tấm sàn bằng bu lông khoảng cách 1,0 - 1,5 m.



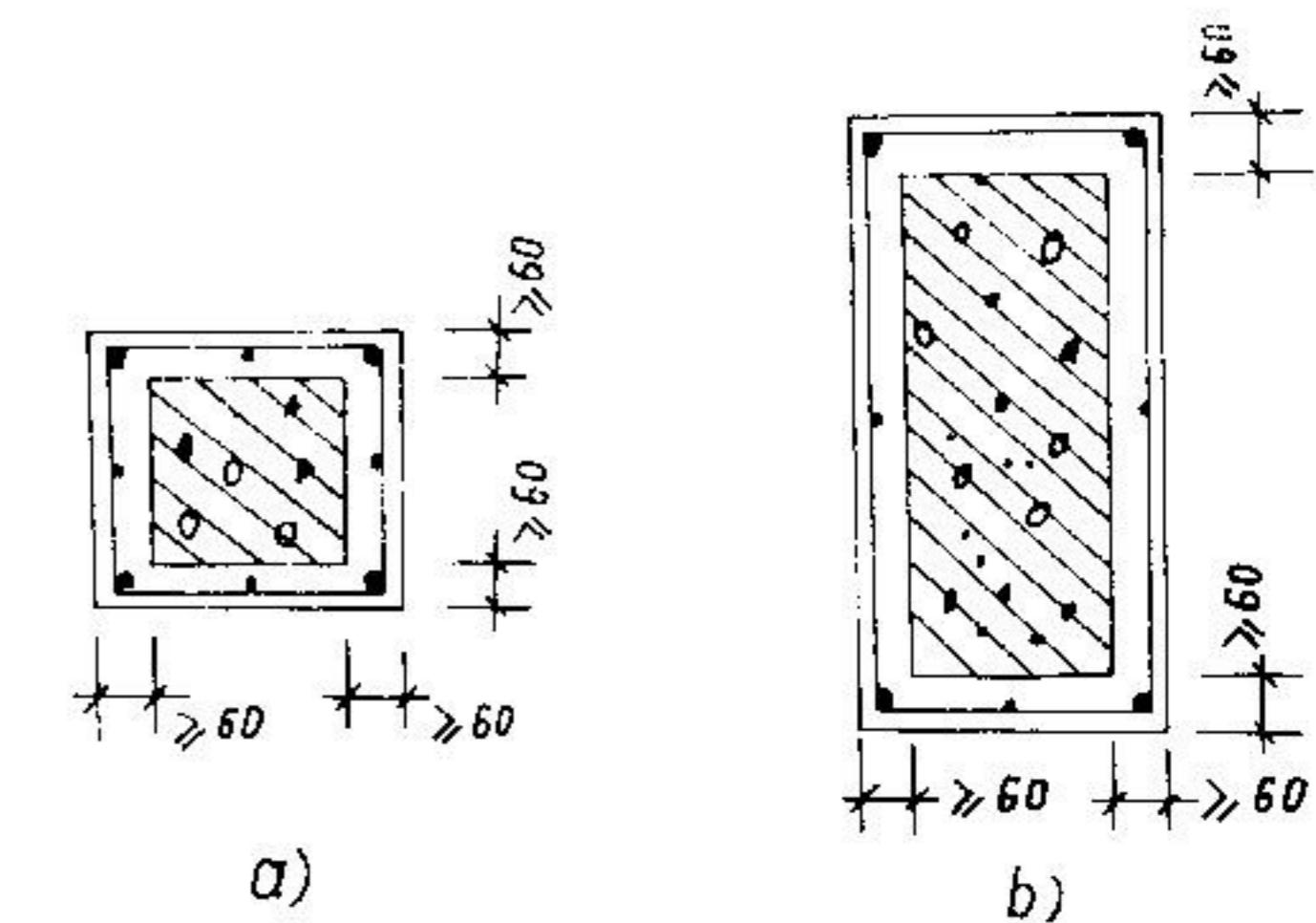
Hình II.6. Gia cố dầm bằng cách ốp ba phía

3. Tăng tiết diện bằng cách ốp bốn phía

Phương pháp này được áp dụng đối với dầm và đặc biệt thích hợp là đối với cột. Cốt thép và chiều dày bêtông ốp được xác định theo tính toán. Ưu điểm của phương pháp này là phần bêtông mới và bêtông cũ gắn chặt vào nhau do tính cõi ngót của bêtông mới tạo nên sự làm việc đồng thời giữa bê tông cũ và mới.

Đối với cột hoặc dầm không có sàn, phương pháp này được thực hiện tương đối dễ, cốt đai khép kín. Chiều dày phần bêtông ốp không dưới 6 cm. Phương

pháp này được áp dụng khá phổ biến để gia cố cột (h.II.7). Trường hợp dầm có sàn, việc gia cố phức tạp hơn cho nên ít được sử dụng.

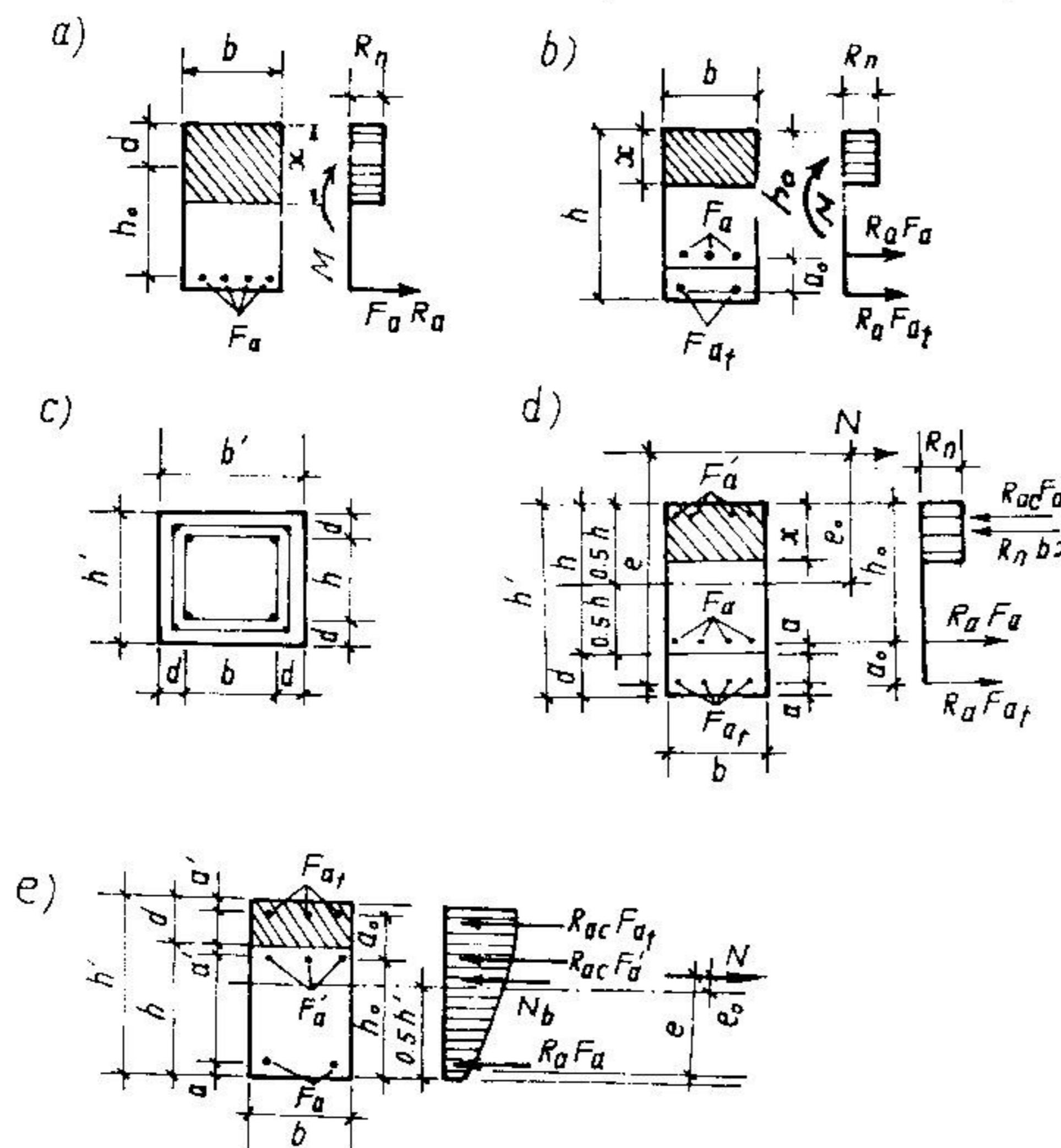


Hình II.7. Tăng tiết diện bằng cách ốp bốn phía
a - đối với cột; b - đối với dầm

4. Đặc điểm tính toán khi gia cố bằng cách tăng cường tiết diện

Do không thay đổi sơ đồ tính toán ban đầu cho nên việc tính toán ở đây chỉ là kiểm tra lại khả năng chịu tải của tiết diện sau khi đã tăng cường. Để lập được các công thức tính toán cần dựa trên các giả thiết sau đây :

- Tiết diện sau khi gia cố được coi như một thể đồng nhất;
- Cốt thép trong phần tiết diện cũ và cốt thép trong phần ốp thêm cho phép làm việc tới cường độ tính toán $m_a R_a$ (với $m_a = 0,75-0,8$). Khi khoảng cách từ cốt thép dọc của tiết diện cũ cách biên chịu kéo của tiết diện sau khi gia cố vượt quá $0,5(h-x)$ thì trong tính toán cường độ của những thép này chỉ lấy bằng $0,8R_a$. Còn các cốt đai cũng làm việc đồng thời giữa các cốt đai cũ và mới. Cường độ bêtông được lấy như sau : nếu tăng tiết diện bêtông miền chịu nén thì lấy cường độ tính toán bằng cường độ



Hình II.8. Sơ đồ tính toán tiết diện được gia cố

của bêtông mới gia cố có lưu ý đến cường độ bị giảm yếu của phần diện tích chịu nén của tiết diện cũ; nếu tăng tiết diện phia chịu kéo thì cường độ tính toán của bêtông lấy bằng cường độ bêtông của kết cấu cũ (đã bị giảm yếu);

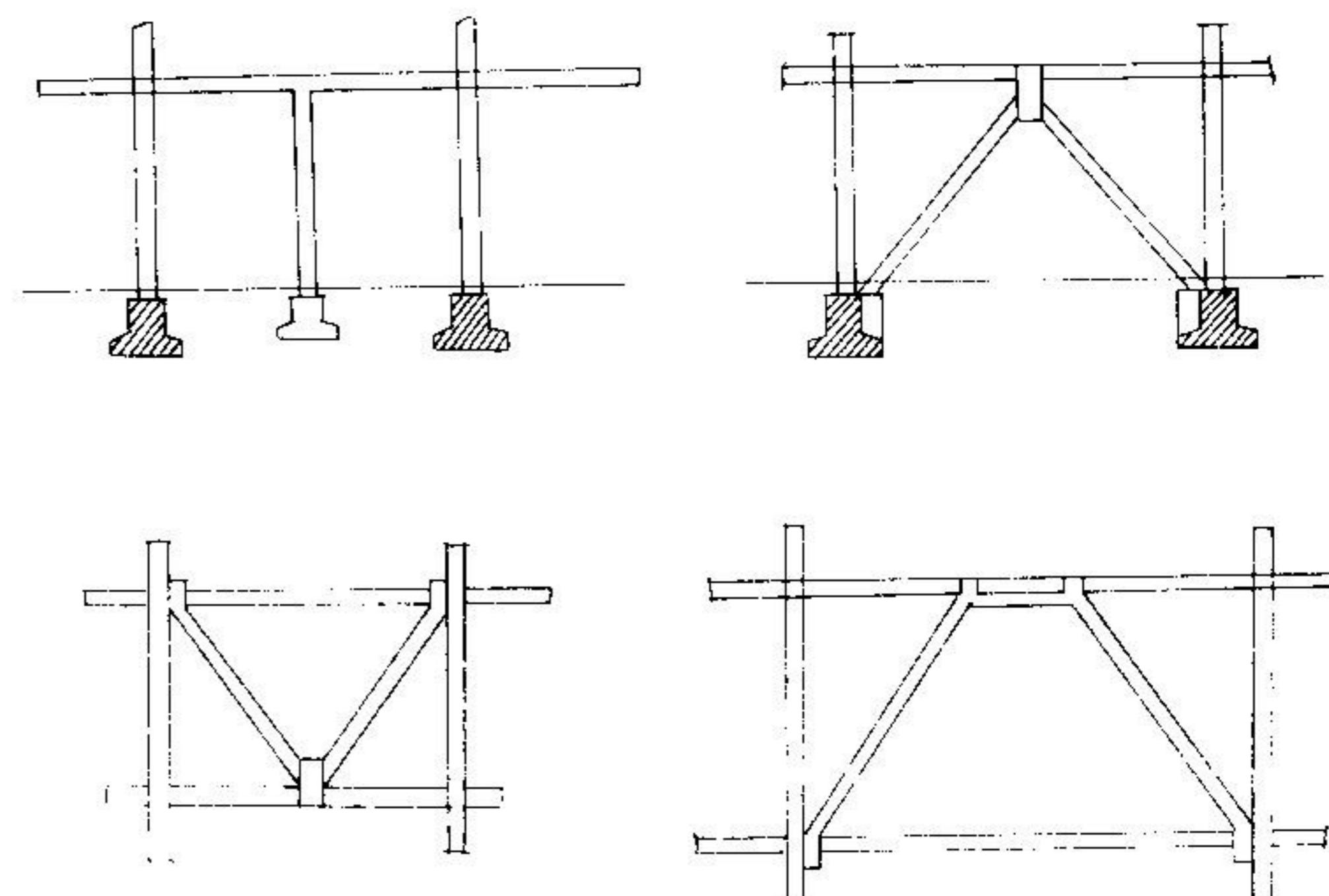
- Quá trình tính toán kiểm tra được thực hiện dựa theo các công thức được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành [17];

- Sơ đồ tính toán tiết diện cheo trên hình II.8.

§II.3. Gia cố kết cấu bêtông cốt thép bằng cách đặt thêm gối tựa phụ [1] [2]

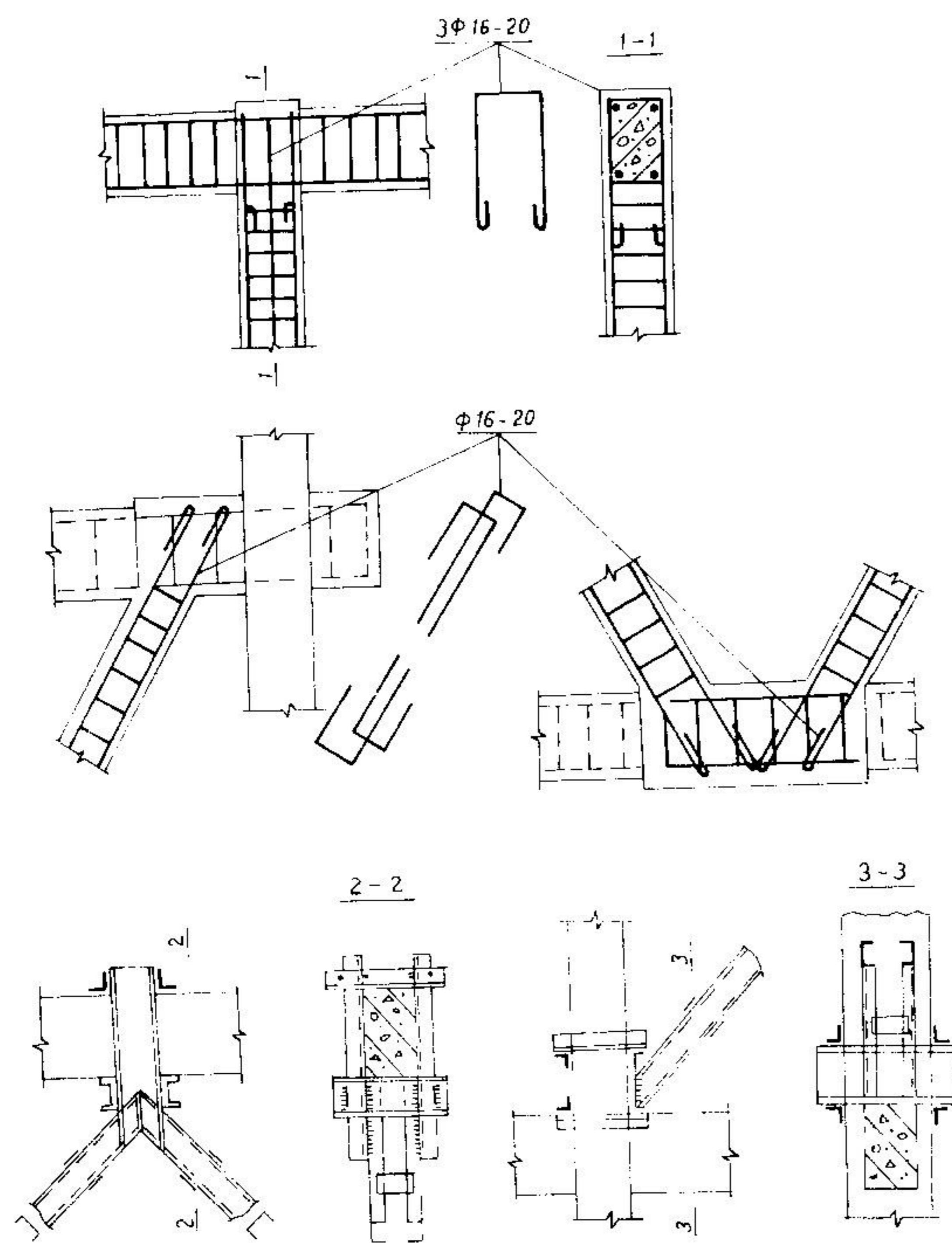
Phương pháp này áp dụng cho những kết cấu chịu uốn trong điều kiện không gian cho phép. Khi đặt thêm gối tựa phụ, sơ đồ tính toán của hệ thống sẽ thay đổi, có thể sẽ xuất hiện mômen âm tại vị trí gối tựa phụ nhưng nói chung nội lực giảm đi và do đó tăng đáng kể khả năng chịu tải của kết cấu. Đối với kết cấu bêtông cốt thép, việc áp dụng phương pháp gia cố này có thể làm tăng khả năng chịu tải của kết cấu lên 2-3 lần. Các gối tựa phụ có thể được thực hiện bằng gối tựa cứng hoặc gối tựa đàn hồi.

1. Gối tựa cứng



Hình II.9. Sơ đồ gia cố kết cấu bằng cách đặt thêm các gối tựa cứng

Gối tựa cứng có thể được thực hiện bằng cách trồng thêm trụ đỡ giữa nhịp dầm, hệ thống giằng, dây treo v.v... (h.II.9). Các kết cấu này có thể làm bằng bêtông cốt thép hoặc bằng thép.



Hình II.10. Chi tiết liên kết giữa gối tựa với kết cấu cản

Khi áp dụng cột phụ (h.II.9a) cần chú ý rằng để giảm độ lún của nền đất cần phải xử lý nền móng một cách cẩn thận, có thể áp dụng các phương pháp thông thường như đệm cát, cọc tre, cọc bêtông cốt thép v.v... Các chi tiết liên kết giữa gối tựa với kết cấu cản gia cố cho trên hình II.10.

Để đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa kết cấu gia cố và kết cấu được gia cố, có thể thực hiện một trong hai biện pháp sau đây trước khi định vị gối tựa phụ:

a - Dỡ tải cho kết cấu được gia cố bằng cách cắt bỏ khỏi kết cấu những tải trọng nào có thể cắt bỏ được để trả lại trạng thái "nghi" (một cách tương đối) cho kết cấu.

b - Khi lượng tải trọng được cắt bỏ là không đáng kể so với toàn bộ tải trọng tác dụng lên kết cấu, để trả lại trạng thái "nghi" cho kết cấu, ta có thể dùng kích tại những vị trí thích hợp để giảm bớt chuyển vị của kết cấu.

Trong trường hợp a, các bước tính toán có thể thực hiện như sau

1 - Lập sơ đồ tải trọng, cần phân biệt rõ tĩnh tải, hoạt tải (tải trọng sử dụng theo yêu cầu mới).

2- Lập biểu đồ mômen do tĩnh tải theo sơ đồ cũ.

3- Vẽ đường bao vật liệu.

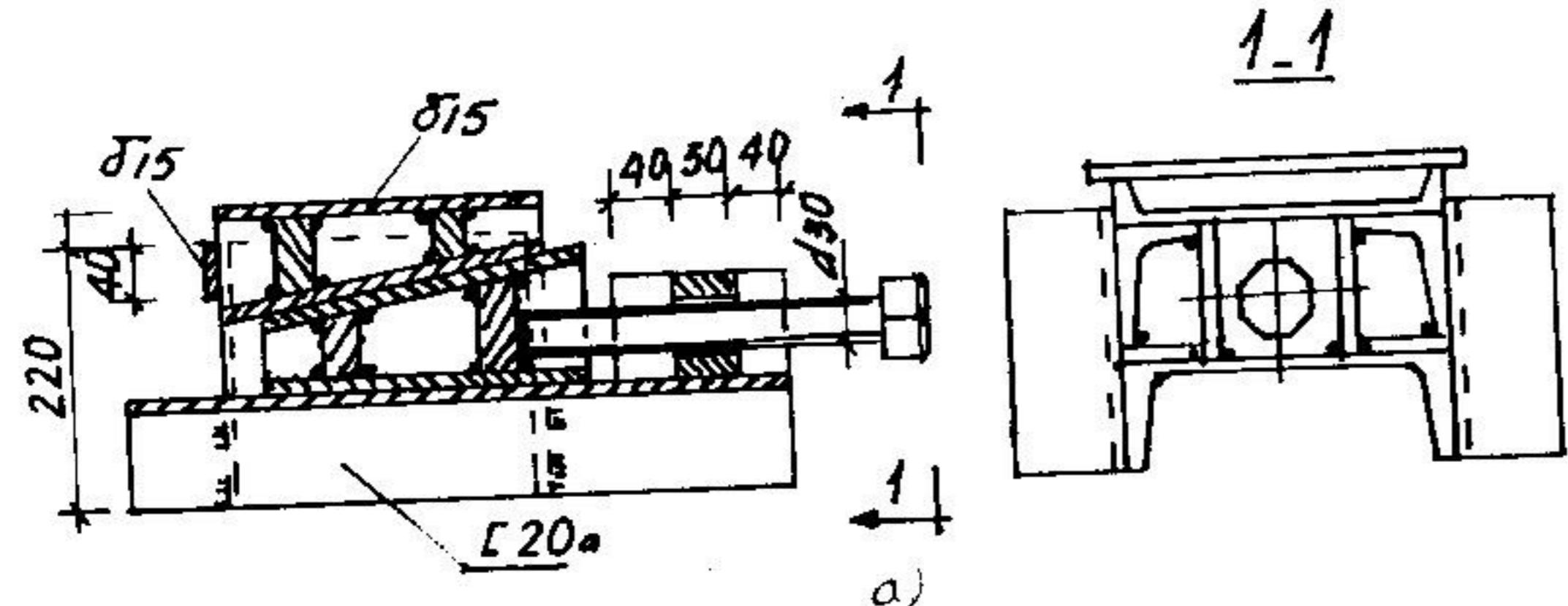
4- Vẽ biểu đồ mômen do hoạt tải theo sơ đồ mới.

5- Tổ hợp biểu đồ mômen (2) và (4) đem so sánh với đường bao vật liệu. Yêu cầu biểu đồ tổ hợp này nằm trong phạm vi đường bao vật liệu.

6- Căn cứ biểu đồ mômen, vẽ biểu đồ lực cắt theo sơ đồ mới sau đó so sánh với đường bao vật liệu.

Trường hợp b xảy ra khi tải trọng thường xuyên là chủ yếu so với toàn bộ tải trọng và gây ra chuyển vị khá lớn, chẳng hạn kết cấu đỡ mái nhà công nghiệp. Trong trường hợp này việc dỡ các lớp mái để cắt tải cho kết cấu mái là rất khó khăn, chỉ có thể thực hiện bằng cách dùng kích giảm bớt chuyển vị (độ võng) của kết cấu mà thôi. Các loại kích được sử dụng như kích dầu, kích nén hoặc một loại kích khá đơn giản, gọn nhẹ hay được sử dụng tại nhà máy Supe Phốt phát Lâm Thao là kích "con rùa" (h.II.11).

Trình tự tính toán trong trường hợp giảm tải bằng kích được thực hiện như sau.

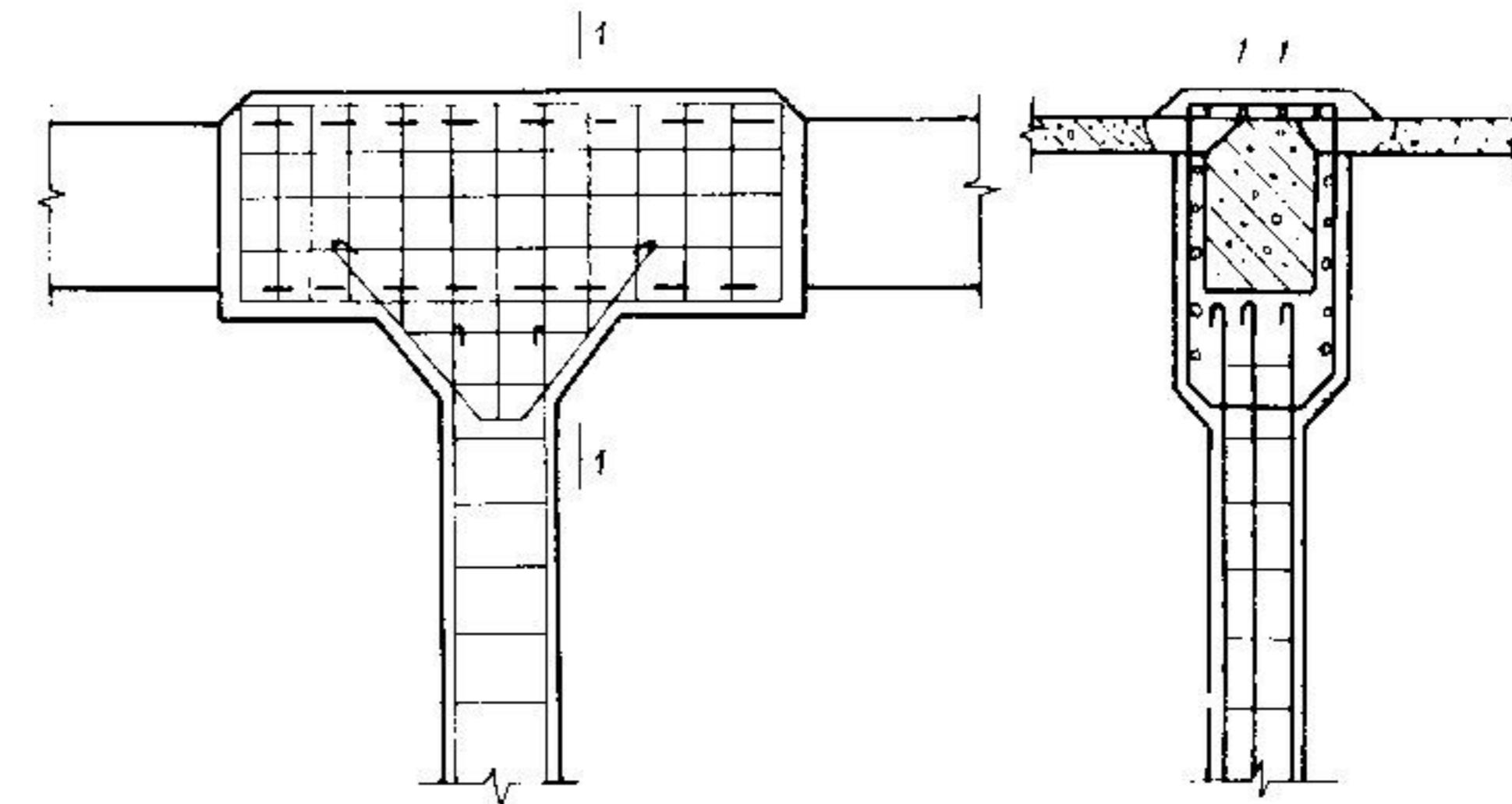


Hình H.11. Các loại kích nén và kích "con rùa" được sử dụng trong quá trình gia cốt bằng gối tựa phụ

- 1- Xác định sơ đồ tải trọng thường xuyên trước khi gia cốt.
- 2- Vẽ biểu đồ mômen uốn do tải trọng thường xuyên.
- 3- Vẽ biểu đồ mômen uốn do hoạt tải tác dụng sau khi đặt thêm gối tựa phụ.
- 4- Vẽ biểu đồ mômen uốn do lực kích đặt tại gối tựa phụ. Lực kích này được xác định theo tính toán.
- 5- Vẽ biểu đồ mômen uốn tổng cộng do tải trọng thường xuyên (2), do hoạt tải (3) và do lực kích (4), biểu đồ này nằm trong phạm vi biểu đồ đường bao vật liệu.

Sau đó căn cứ vào biểu đồ mômen vẽ biểu đồ lực cắt.

Trong thực tế, nhiều khi việc xác định lực kích không phải đơn giản là được chỉ rõ ở lực kế mà là bằng chuyển vị đặt được trên



Hình H.12. Cốt thép gia cốt tại gối tựa phụ

kết cấu. Căn cứ vào chuyển vị này của kết cấu có thể xác định được lực kích theo biểu thức

$$F_i = \Delta_i / \delta_i \quad (2.1)$$

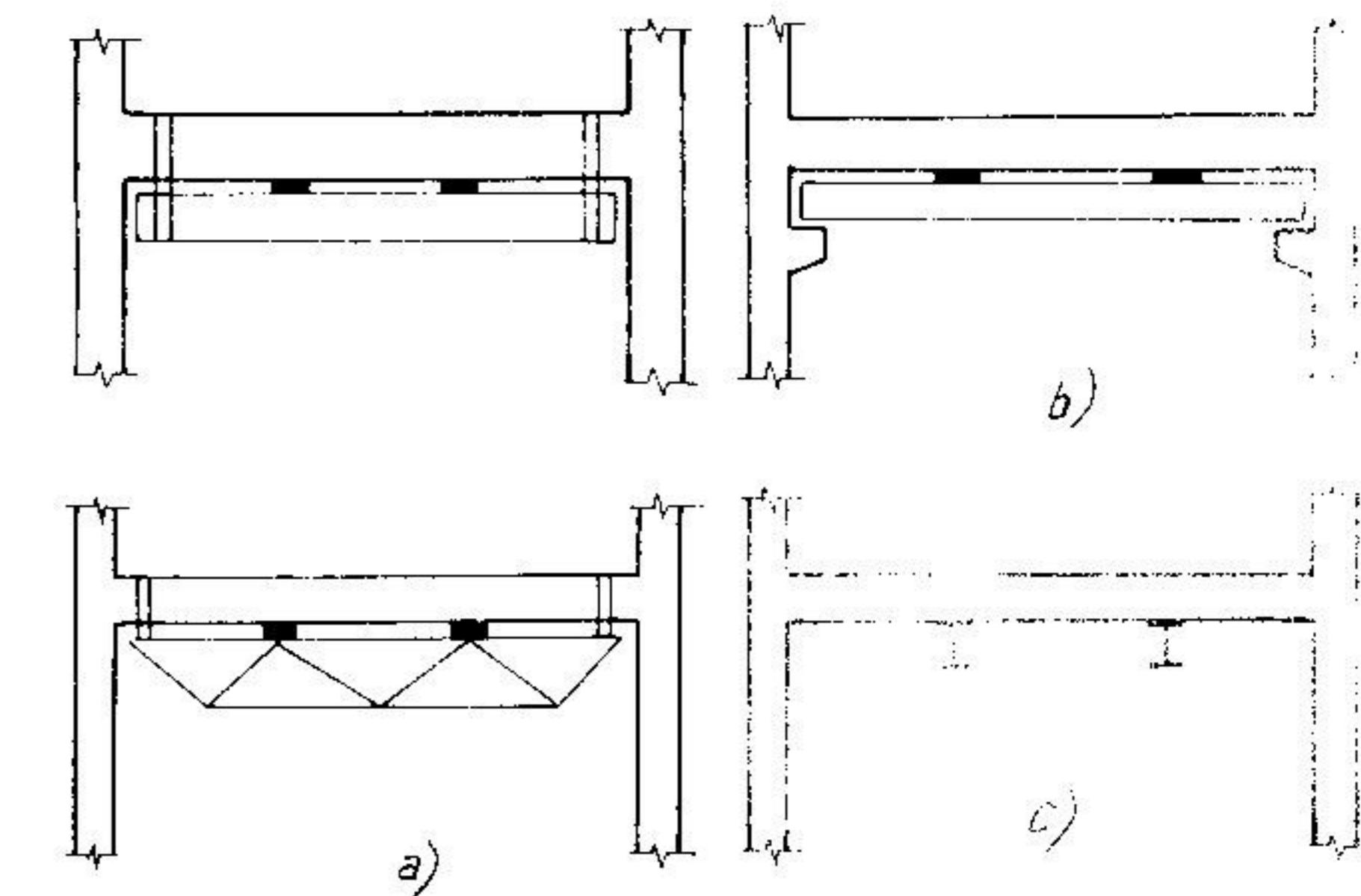
trong đó : F_i - lực kích tại gối tựa phụ i ; Δ_i - chuyển vị đạt được tại gối tựa i do lực kích F_i tác dụng lên gối i ; δ_i - độ cứng chống uốn của dầm tại gối tựa i tức là chuyển vị đạt được tại gối tựa i do lực bằng đơn vị tác dụng lên gối i .

Việc sử dụng gối tựa phụ còn có tác dụng giảm tải cho cột cũ, tuy nhiên đôi khi làm

xuất hiện mômen âm trong kết cấu tại phạm vi gối tựa phụ. Trong trường hợp này phải kiểm tra và nếu cần thì phải bổ sung cốt thép chịu mômen âm của tiết diện (th.H.12).

2. Gối tựa dàn hồi

Để tăng khả năng chịu tải của các kết cấu chịu uốn.

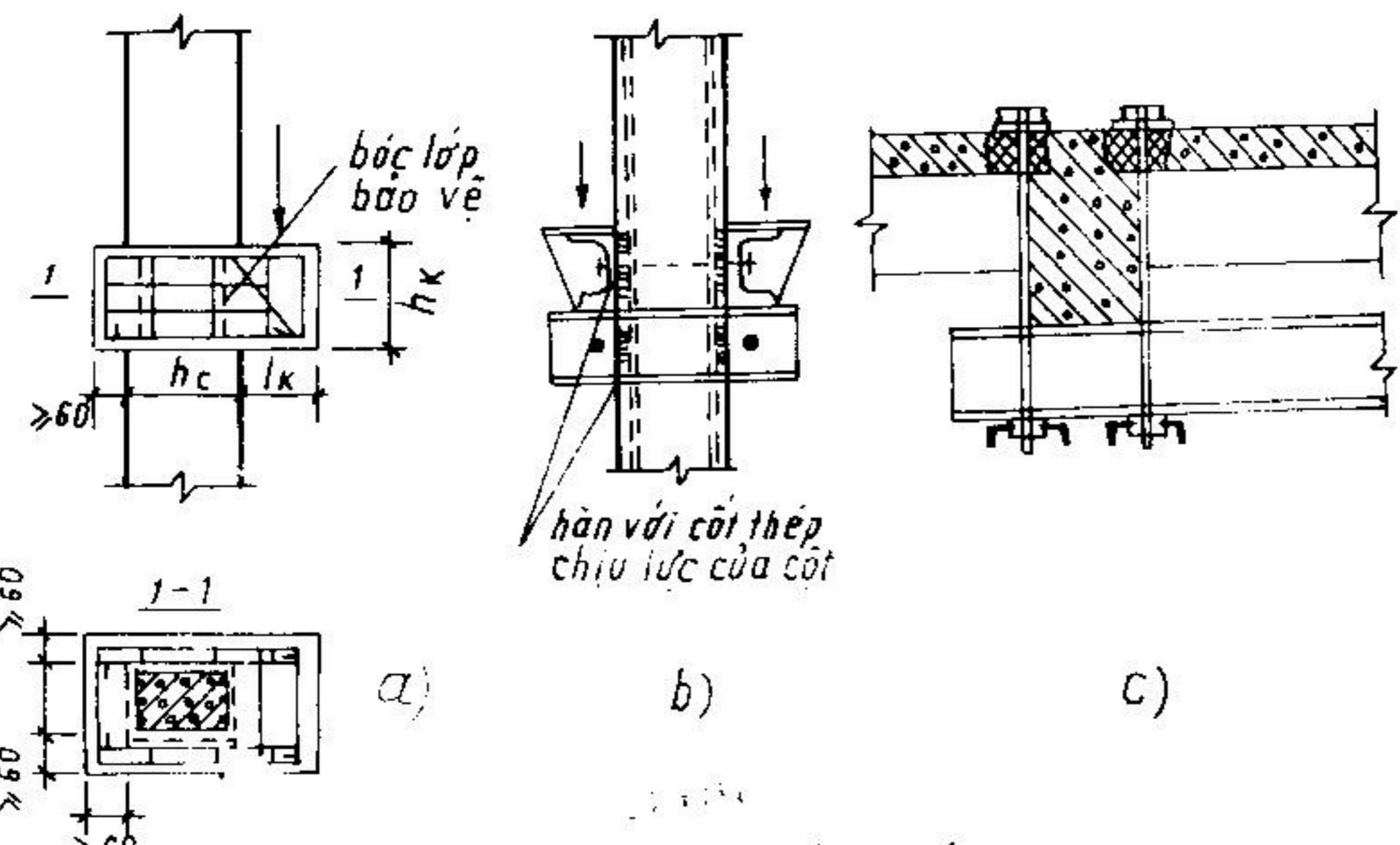


Hình H.13. Các dạng gối tựa phụ dàn hồi

có thể áp dụng các gối tựa phụ đan hồi để giảm bớt nhịp dầm. Gối tựa đan hồi được thực hiện bằng nhiều cách.

Dùng dầm thép hoặc bê tông cốt thép sẵn gắn chặt hai đầu với dầm cản giã cố, chèn gối tựa vào khoảng giữa nhịp dầm (h.II.13a). Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, dễ thực hiện nhưng không giảm được lực cắt tại phạm vi gối tựa của dầm cản giã cố.

Để giảm lực cắt tại phạm vi gối tựa của dầm được giã cố, có thể cấu tạo thêm gối tựa phụ cho dầm giã cố (h.II.13b).

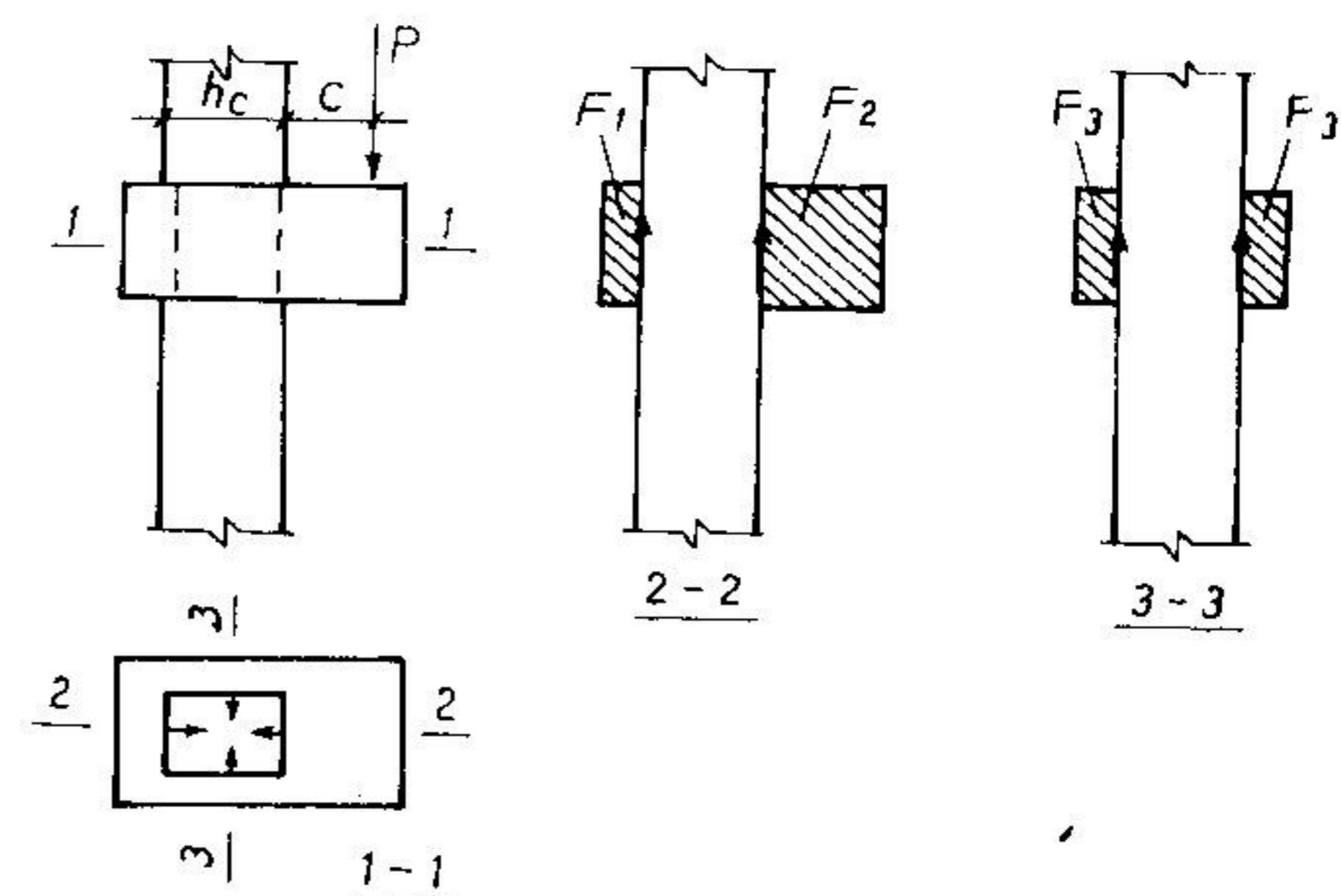


Hình II.14. Các dạng gối tựa phụ
a) gối tựa bê tông cốt thép; b) gối tựa bằng thép hình; c) gối tựa treo

Ngoài ra có thể dùng hệ thống dầm đỡ đặt vuông góc với dầm được giã cố (h.II.13c).

Các gối tựa cho các dầm làm gối tựa phụ có thể được cấu tạo bằng thép hình, thép hình kết hợp với bê tông đổ chèn hoặc bằng bê tông cốt thép (h.II.14). Các gối tựa này cần được tính toán kiểm tra về khả năng chịu tải cũng như biến dạng.

Trường hợp gối tựa bằng thép hình cần kiểm tra khả năng chịu tải của đường hàn giữa thép chịu lực của cột với thép hình làm gối tựa đồng thời kiểm tra khả năng chịu tải của bản thân gối tựa thép hình. Trong trường hợp cần thiết những gối tựa loại này được đổ chèn bằng bê tông, muốn vậy cần bổ sung thêm một số thép cấu tạo, thép đai để đảm bảo sự làm việc đồng đều của bê tông. Khi đó khả năng chịu tải của gối tựa sẽ tăng lên nhiều.



Hình II.15. Sơ đồ tính toán khả năng chịu tải của gối tựa bê tông cốt thép.

Gối tựa bằng bê tông cốt thép có thể được cấu tạo theo nhiều kiểu khác nhau. Gối tựa có thể được mở rộng cả hai phía, hoặc bốn phía. Trong trường hợp gối tựa chỉ mở rộng một phía hoặc hai phía, cốt thép của gối tựa phải hàn với cốt thép chịu lực của cột. Trong trường hợp gối tựa được mở rộng cả bốn phía (h.II.15) cốt thép của gối tựa không nhất thiết phải hàn với cốt thép cột với lý do là trong quá trình đóng rắn, bê tông bị co ngót gây nên lực xiết chặt vành đai quanh cột. Với hệ số ma sát $f = 0,65$ giữa bê tông cũ và bê tông mới, lực xiết chặt này đảm bảo cho khả năng chống trượt khá lớn cho gối tựa. Đó là chưa kể đến độ dính giữa bê tông mới và bê tông cũ.

Sơ đồ tính toán khả năng chịu tải của gối tựa được mở rộng bốn phía cho trên hình II.15.

Gọi P là lực tác dụng lên gối tựa, giá trị P phải thỏa mãn [1] :

$$P \leq 0,00015 E_b (2,6F_3 + 1,3F_1 + 1,3F_2) \quad (2.2)$$

trong đó : 0,00015 - hệ số co ngót của bê tông; E_b - môđun đàn hồi của bê tông; F_1 , F_2 , F_3 - diện tích tiết diện ngang của gối tựa tương ứng với các mặt cột (h.II.15).

Nói chung khi cấu tạo thêm gối tựa lên cột cũ, trong phạm vi gối tựa, chỗ tiếp xúc giữa bê tông mới và bê tông cũ đều phải bóc hết lớp bảo vệ, rửa sạch để tăng cường độ bám dính giữa chúng.

Nguyên tắc tính toán già cố kết cấu bằng đặt thêm các gối tựa phụ đàn hồi dựa trên cơ sở đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa

kết cấu được gia cố và các gối tựa đàm hồi đó. Như đã nêu ở phần trên, để đảm bảo cho sự làm việc đồng thời của kết cấu được gia cố với các gối tựa đàm hồi, trước khi định vị gối tựa cần thực hiện một trong hai cách:

- Giảm tối mức tối đa tải trọng tác dụng lên kết cấu được gia cố.

- Dùng kích để trả lại trạng thái "nghỉ" cho kết cấu được gia cố.

Hoặc kết hợp thực hiện cả hai cách trên.

Ứng lực được phân phối lại cho kết cấu được gia cố và các gối tựa đàm hồi phụ thuộc vào tương quan độ cứng của chúng.

Các bước tính toán có thể được thực hiện như sau :

1 - Vẽ biểu đồ mômen do tải trọng tác dụng trước khi gia cố.

2 - Vẽ biểu đồ mômen do tải trọng yêu cầu bổ sung sau khi gia cố.

3 - Xác định giá trị phản lực tại gối tựa đàm hồi sao cho tổng ba biểu đồ này không vượt ra ngoài đường bao vật liệu (h.II.16).

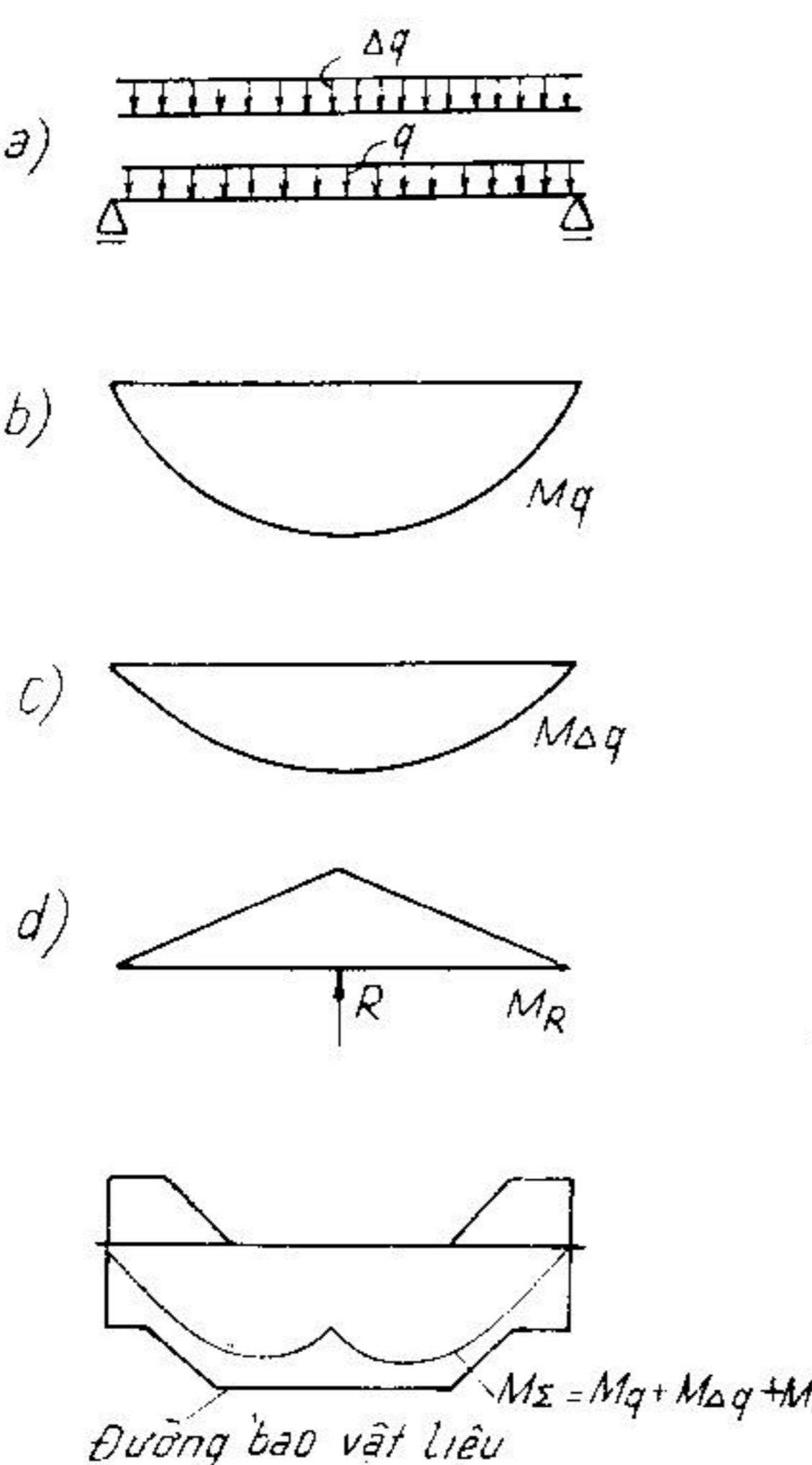
4 - Xác định độ cứng cần thiết của gối tựa đàm hồi để đạt được giá trị phản lực R thỏa mãn điều kiện đã nêu ở điểm 3.

Để xác định độ cứng cần thiết của gối tựa đàm hồi ta áp dụng nguyên tắc cân bằng chuyển vị.

§II.4. Gia cố kết cấu bêtông cốt thép bằng dây căng ứng lực trước

1. Nguyên tắc và các chi tiết cấu tạo

Việc áp dụng hệ thống dây căng ứng lực trước là để tạo ra được những tác động ngược lại với tác động ban đầu của ngoại lực, nhằm nâng cao khả năng chịu tải của kết cấu.



Hình H.16. Sơ đồ tính toán gia cố bằng gối tựa đàm hồi

Phương pháp này có thể áp dụng để gia cố các cấu kiện chịu uốn như đầm, dàn bêtông cốt thép hoặc dàn thép. Phương pháp này có ưu điểm là :

- tiêu hao lượng vật liệu ít mà có thể nâng cao khả năng chịu tải từ 2 ÷ 2,5 lần;

- không chiếm không gian sử dụng (gabarit) của công trình;

- thi công tương đối đơn giản, dễ thực hiện, nhanh đưa công trình vào sử dụng, không ảnh hưởng nhiều đến điều kiện làm việc liên tục của công trình.

Phương pháp này đã được áp dụng rộng rãi ở trong và ngoài nước [1] [2] [3] [18].

Gia cố bằng hệ thống dây căng ứng lực trước có thể được thực hiện dưới các hình thức khác nhau tùy theo yêu cầu của từng trường hợp cụ thể :

a- Khi yêu cầu về mức độ gia tăng khả năng chống uốn lớn hơn so với mức độ gia tăng khả năng chống cắt sau khi gia cố thì có thể áp dụng hệ thống dây căng nằm ngang. Hệ thống này gồm hai nhánh dây căng dưới đáy đầm được neo tại hai đầu gối tựa (h.II.17a).

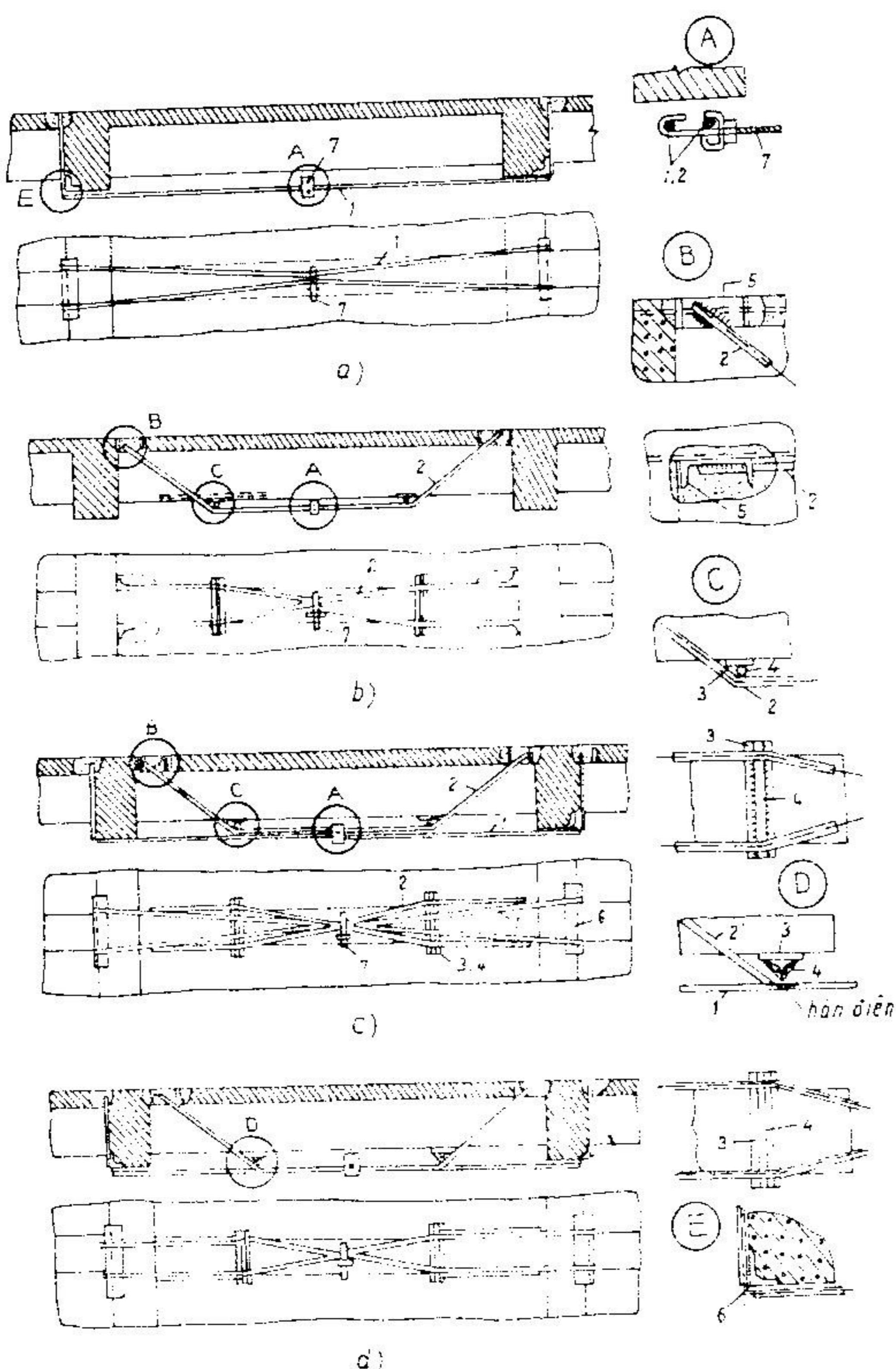
b- Khi yêu cầu về mức độ gia tăng khả năng chống cắt khá lớn thì nên áp dụng hệ thống dây vông. Hệ thống này gồm hai nhánh dây căng dưới đáy đầm được neo tại mặt trên đầu đầm (h.II.17b).

c- Khi yêu cầu về mức độ gia tăng khả năng chống uốn và chống cắt đều lớn thì nên áp dụng hệ thống dây căng tổ hợp. Hệ thống này có thể được cấu tạo thành hệ bốn nhánh hoặc hệ hai nhánh. Hệ bốn nhánh là hệ gồm bốn nhánh dây độc lập : hai nhánh nằm ngang và hai nhánh vông. Hệ hai nhánh là hai nhánh nằm ngang và ở khoảng hai đầu đầm được hàn với hai đoạn dây neo xiên lên phía trên đầu đầm (h.II.17c, d).

Tùy theo điều kiện cụ thể của từng trường hợp, hệ thống dây căng ứng lực trước có thể để trần (nằm ngoài tiết diện bêtông cốt thép cũ) hoặc được ốp và phủ kín bằng bêtông vào kết cấu cũ.

Hệ thống dây căng ứng lực trước gồm các bộ phận :

- Dây căng là bộ phận chủ yếu được sử dụng loại thép thông thường A1,AII dùng cho kết cấu bêtông cốt thép đường kính từ 16 đến 36 mm. Khi không dùng thép tròn có thể thay thế bằng thép hình;



Hình II.17 .Các hình thức gia cố đầm bằng dây căng ứng lực trước:
 a) dây căng nằm ngang; b) dây căng vồng; c) dây căng tổ hợp bốn nhánh;
 d) dây căng tổ hợp hai nhánh.; 1-dây căng nằm ngang; 2-dây căng vồng; 2'-nhánh xiên
 của dây căng tổ hợp hai nhánh; 3-bán tựa; 4, 4'-thanh tựa (thanh văng); 5-bản neo;
 6-thanh đệm; 7-cơ cấu níu chập.

- bộ phận neo hai đầu dây căng được chế tạo bởi thép hình I hoặc L hàn với thép chịu lực của đầm, và có thể chôn trong bê tông. Các bản neo cũng có thể được liên kết với cột tùy theo từng trường hợp cụ thể (h.II.17). Yêu cầu của bản neo là đảm bảo ổn định không dịch chuyển.

- thanh tựa đặt phía dưới mặt đầm tại vị trí uốn của hệ thống dây vông. Thanh tựa gồm một bản thép có bề rộng không dưới 50 mm, chiều dày không dưới 10 mm được hàn với thép chịu lực của đầm. Mặt dưới bản thép đặt thanh tựa là thép tròn có đường kính không dưới 25 mm hoặc thép góc, bản thép và thanh tựa liên kết với nhau bằng hàn điện (h.II.17). Thanh tựa còn có tác dụng làm thanh văng trong quá trình gây ứng lực trước. Trong trường hợp dây căng quá dài hoặc bề rộng của tiết diện đầm bé, để đạt được lực căng trước người ta có thể bố trí thêm các thanh đỡ phụ làm thanh văng;

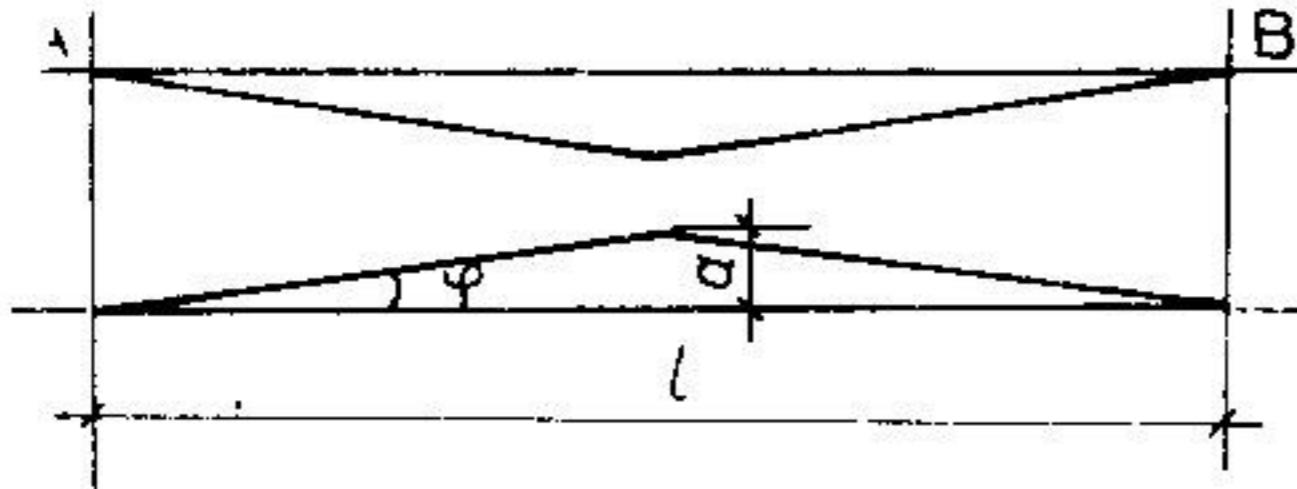
- Cơ cấu gây ứng lực : để gây ứng lực trước trong dây căng có thể áp dụng phương pháp cơ học hoặc điện nhiệt. Bằng phương pháp cơ học có thể sử dụng các loại "tăng đơ" hoặc cơ cấu "níu chập". Cơ cấu "níu chập" được cấu tạo bởi một bulông có hình móc câu hoặc có hình chữ U với khoảng ren tương đối linh hoạt (h.II.17). Thông thường sơ đồ cảng dây là đối xứng đối với mặt phẳng thẳng đứng chia đôi bụng đầm, cho nên cơ cấu "níu chập" dễ thực hiện hơn. Việc điều chỉnh ứng lực đồng đều cho cả hai nhánh bằng cơ cấu "tăng đơ" rất khó thực hiện. Cơ sở của phương pháp gây ứng lực trong dây bằng cơ cấu "níu chập" là dựa trên nguyên tắc làm dãn chiều dài của dây căng bằng cách tạo đường dắc đặc. Theo định luật Hook ta có

$$\sigma_0 = \epsilon E_a \quad (2.3)$$

trong đó : σ_0 - ứng lực trong dây; E_a - módun đàn hồi của thép dây căng; ϵ - độ giảm dài tỷ đối của dây căng, $\epsilon = \Delta l/l$.

Chẳng hạn trên hai dây căng giữa hai thanh tựa A và B (h.II.18), dùng cơ cấu "níu chập" F níu hai dây lại gần nhau tại điểm giữa làm cho dây căng bị lệch đi so với trực một góc φ nào đó, ta có

$$\operatorname{tg} \varphi = 2a/l$$



Hình II.18. Sơ đồ tính toán ứng lực trước khi dùng cơ cấu nén chập

Chiều dài l của dây cảng được tăng thêm một đoạn Δl

$$\Delta l = l(\sqrt{\tan^2 \varphi + 1} - 1) \quad (2.4)$$

$$\text{Do đó } \epsilon = \Delta l / l = \sqrt{1 + \tan^2 \varphi} - 1 \quad (2.5)$$

Từ đó có thể tính được σ_0 theo (2.3).

Khi áp dụng phương pháp điện nhiệt, để tạo độ giãn dài của dây cảng, dùng công thức:

$$\Delta l = \alpha_l l \Delta t \quad (2.6)$$

trong đó: $\alpha_l = 120 \cdot 10^{-7}$ - hệ số nở dài của dây thép do nhiệt độ; l -chiều dài của dây; $\Delta t = T - t_0$ - hiệu số giữa nhiệt độ dây cảng trước và sau khi gia nhiệt.

Giá trị ứng lực trước trong hệ thống dây cảng phụ thuộc vào yêu cầu về mức độ chịu tải của kết cấu cần cố định, có thể nằm trong khoảng $0,4 \div 1,0 R_a$. Do tổn thất ứng suất trong dây cảng cho nên các giá trị ứng suất kiểm tra nên lấy tăng lên 20% so với giá trị ứng suất yêu cầu.

2. Đặc điểm tính toán

Bài toán được đặt ra cho hai trường hợp:

- già cố kết cấu để chịu thêm tải trọng mới;
- già cố kết cấu để phục hồi khả năng chịu tải.

Gọi M là khả năng chịu tải ban đầu của kết cấu. Trong trường hợp già cố kết cấu để chịu thêm tải trọng mới, khả năng chịu tải của kết cấu được tăng thêm một lượng ΔM sao cho $\Delta M \geq M_q$

(M_q - mômen do tải trọng bổ sung q gây ra). Trong trường hợp già cố kết cấu để phục hồi khả năng chịu tải thì cần tăng thêm một lượng ΔM sao cho

$$\Delta M = M - M_{ht} \quad (2.7)$$

trong đó : M_{ht} - khả năng chịu tải hiện trạng của kết cấu. Trong trường hợp kết cấu dầm bêtông cốt thép bị ăn mòn, M_{ht} có thể được xác định theo diện tích thực tế còn lại của cốt thép.

$$M_{ht} = \gamma R_a (F_a - \Delta F_a) [h_0 - \frac{R_a (F_a - \Delta F_a)}{2\alpha R_n b}] \quad (2.8)$$

trong đó : F_a - diện tích tiết diện cốt thép chịu kéo; R_a - cường độ tính toán của cốt thép; R_n - cường độ chịu nén tính toán của bê tông; b, h_0 - kích thước bê rỗng và bê cao hữu ích của bê tông; γ - hệ số kể đến sự giảm yếu lực liên kết giữa bê tông và cốt thép có thể lấy từ 0,8 đến 0,85; α - hệ số xét đến sự thay đổi cường độ tính toán của bê tông; ΔF_a - phần diện tích tiết diện cốt thép bị ăn mòn.

Như vậy trong cả hai trường hợp, kết cấu cần được già cố thêm một lượng ΔM về khả năng chịu tải.

Các bước tính toán được thực hiện như sau :

1- Xác định lượng cần bổ sung về khả năng chịu tải của kết cấu, trong trường hợp kết cấu chịu uốn là xác định các giá trị ΔM và ΔQ như đã trình bày ở trên.

2- Sơ bộ chọn tiết diện dây cảng theo công thức :

Dối với kết cấu dầm

$$F_0 = \frac{\Delta M}{m_0 R_a Z}, \quad (2.9)$$

trong đó R_a - cường độ tính toán của thép; m_0 - hệ số điều kiện làm việc của dây cảng, lấy bằng $0,8 \div 0,85$.

$$Z = \xi h_c, \quad (2.10)$$

ở đây h_c - chiều cao từ biên chịu nén của tiết diện dầm tới trọng tâm dây cảng phần nằm ngang; ξ - hệ số lấy bằng $0,6 \div 0,8$ phụ thuộc vào ham lượng của cốt thép.

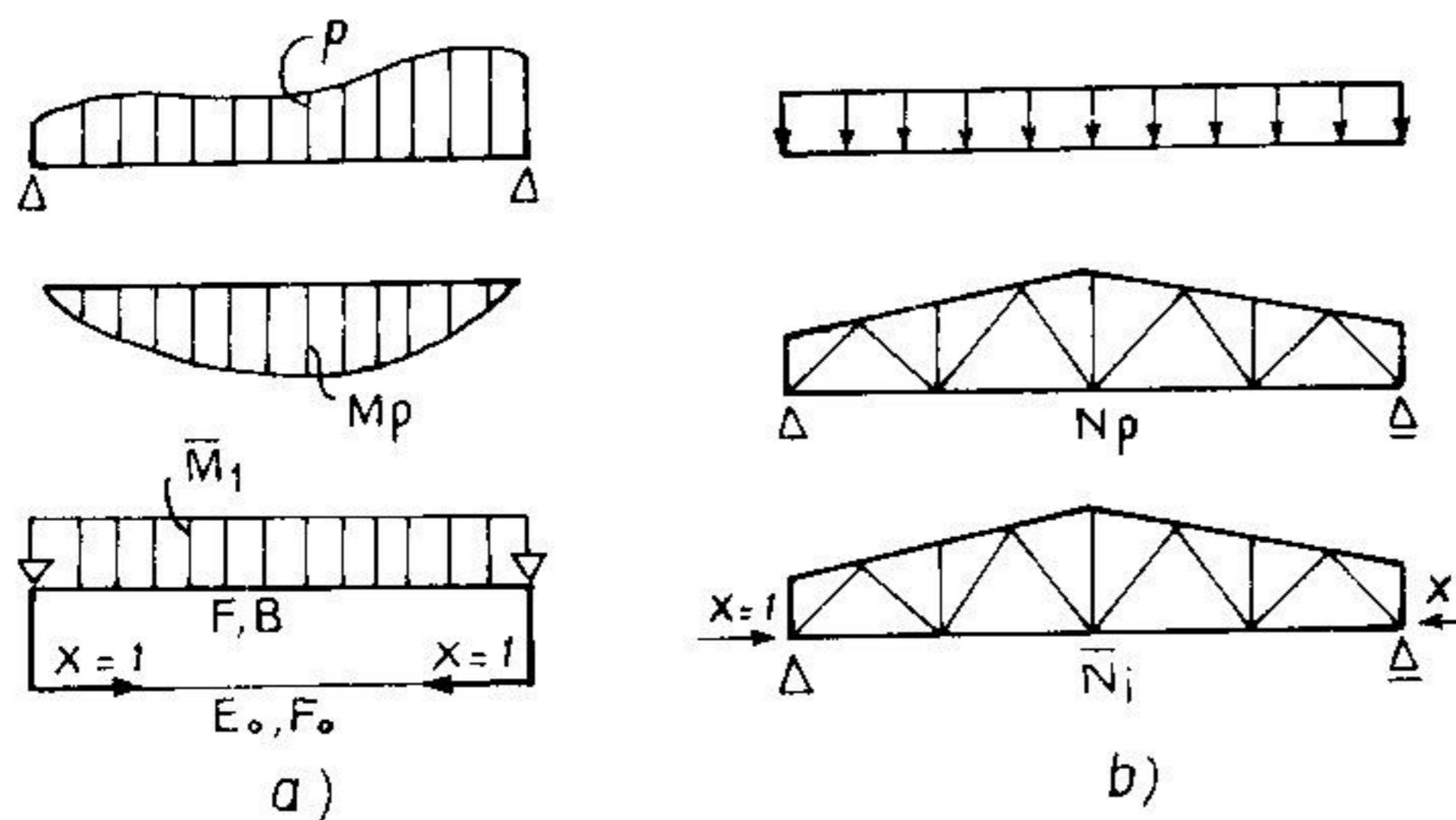
Dối với kết cấu dàn

$$F_0 = \frac{\Delta M}{m_0 R_a h_c} \quad (2.11)$$

trong đó : m_θ , R_a - như công thức (2.9); h_c - chiều cao từ trọng tâm cánh trên của dầm tới trọng tâm dây cảng.

3- Xác định ứng lực trong dây cảng dưới tác dụng của tải trọng thêm (những tải trọng mà trong quá trình cảng dây được cắt bỏ). Bài toán này được đặt ra cho ba trường hợp khác nhau.

a) Trường hợp dây cảng nằm ngang



Hình H.19. Sơ đồ tính toán hệ thống dây cảng nằm ngang

Xem kết cấu được gia cố và dây cảng như một hệ siêu tĩnh bậc 1 (h.H.19), lực căng X trong dây được xác định theo phương pháp lực

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1p} = 0 \quad (2.12)$$

trong đó

- đối với dầm :

$$\delta_{11} = \frac{1}{B} \int_0^{\ell} \bar{M}_1 \bar{M}_1 dl + \sum \frac{\bar{N}_i \bar{N}_i l_i}{E_i F_i}$$

$$\Delta_{1p} = \frac{1}{B} \int_0^{\ell} \bar{M}_i M_p dl$$

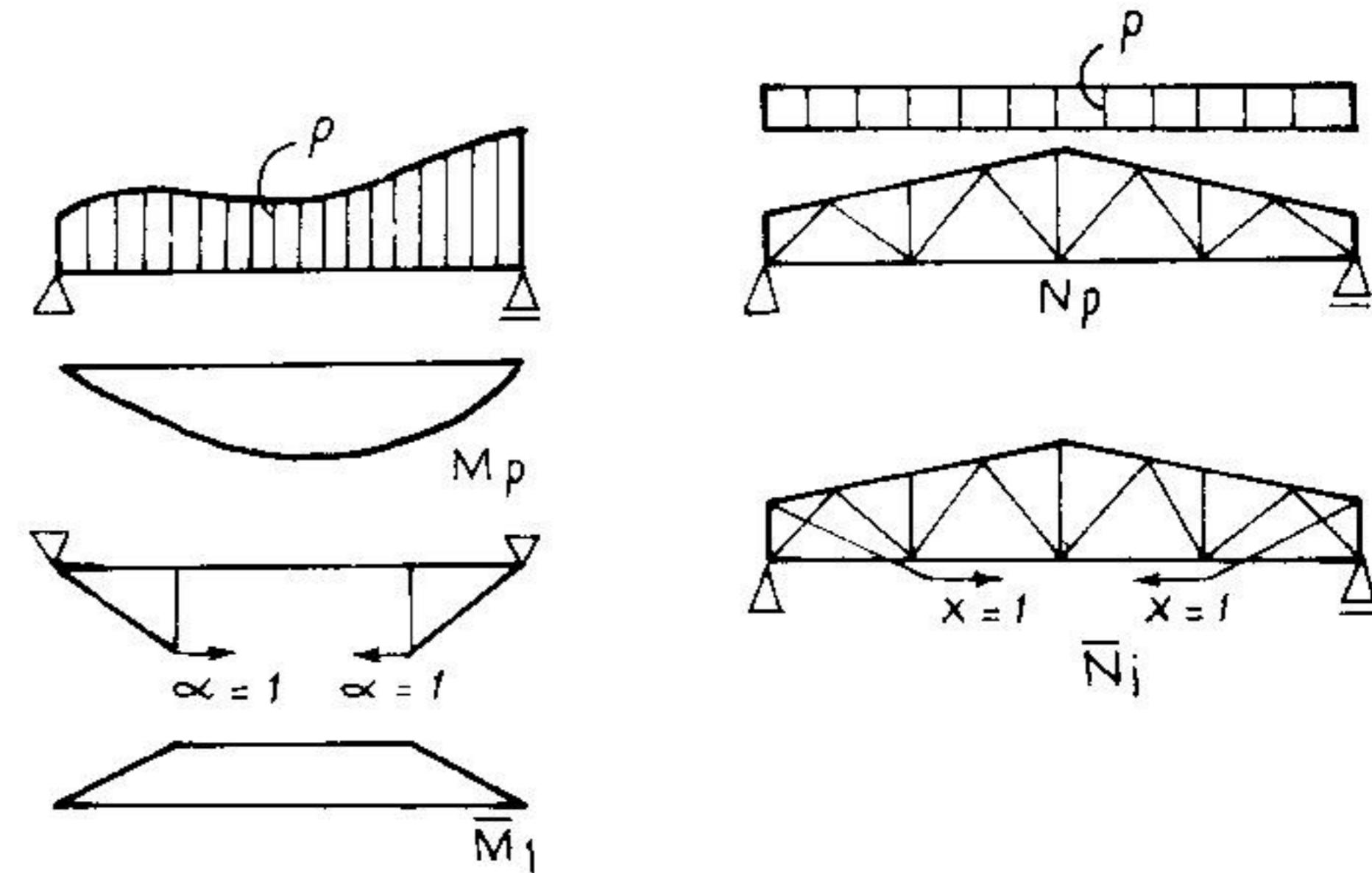
- đối với kết cấu dầm

$$\delta_{11} = \sum \frac{\bar{N}_i \bar{N}_i l_i}{E_i F_i}$$

$$\Delta_{1p} = \sum \frac{\bar{N}_i \bar{N}_i l_i}{E_i F_i}$$

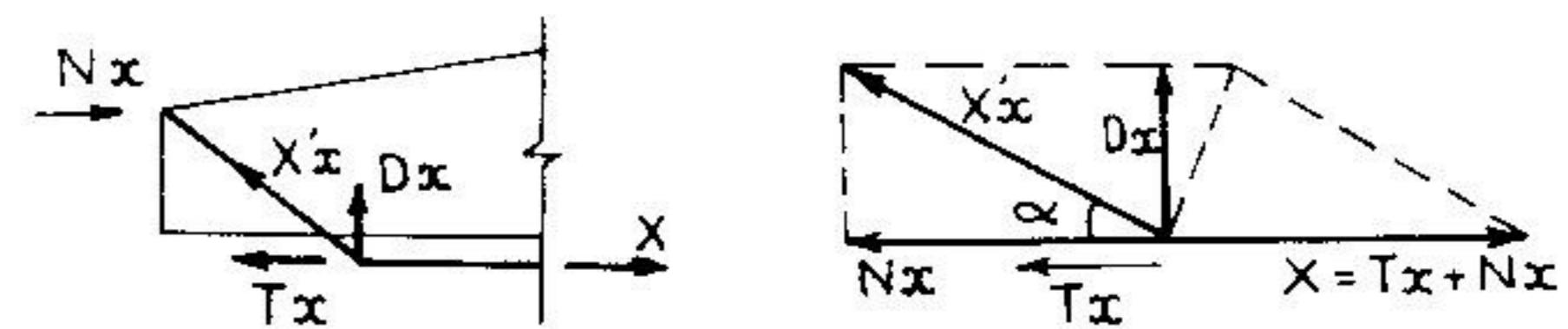
b) Trường hợp dây cảng vông

Cũng như trường hợp dây cảng nằm ngang, lực căng trong dây cảng phần nằm ngang của hệ thống dây cảng vông được xác định theo phương pháp lực như đã nêu trên. Sơ đồ tính toán cho trên hình II.20.



Hình H.20. Sơ đồ tính toán hệ thống dây cảng vông

a) đối với kết cấu dầm; b) đối với kết cấu dầm



Hình H.21. Sơ đồ ứng lực tại điểm uốn của dây cảng

Nội lực phân bố trong hệ thống dây cảng vông thể hiện trên hình II.21:

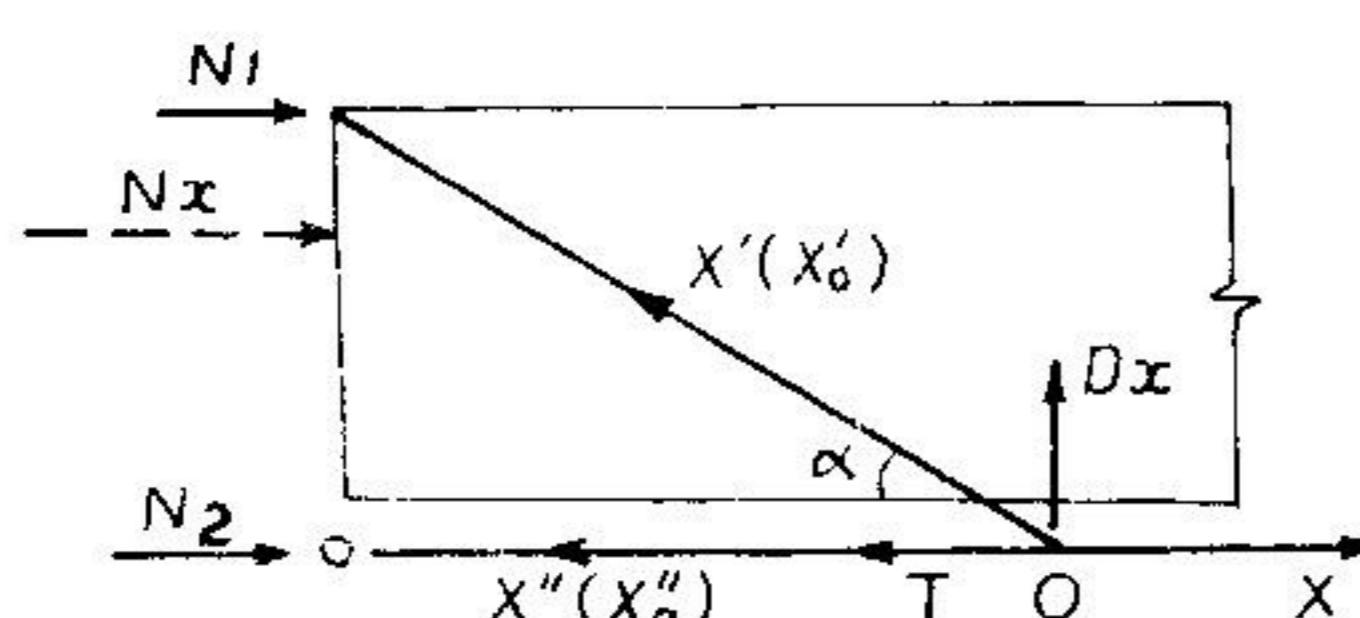
$$\left. \begin{array}{l} X = T_x + N_x; \\ N_x = X' \cos \alpha; \\ T_x = f_0 D_x = f_0 X' \sin \alpha; \end{array} \right\} \quad (2.13)$$

(f_0 - hệ số ma sát giữa dây căng và thanh tựa lấp bằng 0,45)

$$\left. \begin{array}{l} X' = \frac{X}{f_0 \sin \alpha + \cos \alpha}; \\ N'_x = X \frac{\cos \alpha}{f_0 \sin \alpha + \cos \alpha}. \end{array} \right\} \quad (2.14)$$

c) Trường hợp dây căng tổ hợp

Là một hệ siêu tĩnh bậc 2 nên tìm lời giải chính xác tương đối phức tạp. Để có thể dùng được trong thực tế thiết kế mà sai số không quá 7% người ta có thể áp dụng cách giải gần đúng như sau.



Hình II.22. Sơ đồ tính toán cho trường hợp dây căng hỗn hợp

Đầu tiên xác định sự phân bố ứng lực trong các nhánh tại vị trí uốn cong với giả thiết là đã biết ứng lực trong đoạn dây nằm ngang. Bằng cách áp dụng phương trình cân bằng chuyển vị ta xác định được sự phân bố ứng lực trong dây căng tại vị trí uốn cong (h.II.22):

$$\left. \begin{array}{l} D_x = \frac{\sin \alpha \cos^2 \alpha X}{1 + \cos^3 \alpha}; \\ X' = \frac{\cos^2 \alpha}{1 + \cos^3 \alpha} X; \\ X'' = (1 - \frac{\cos^3 \alpha}{1 + \cos^3 \alpha}) X; \\ N_1 = X' \cos \alpha; \\ N_2 = X''. \end{array} \right\} \quad (2.15)$$

Khi có ma sát tại thanh gối O với hệ số ma sát f_0 ta có

$$\left. \begin{array}{l} X'_0 = \frac{X \cos^3 \alpha}{(1 + \cos^3 \alpha)(\cos \alpha + f_0 \sin \alpha)} \\ T = f_0 X'_0 \sin \alpha; \\ N_1 = X'_0 \cos \alpha; \\ N_2 = X''_0 = X''; \\ N_x = N_1 + N_2 \end{array} \right\} \quad (2.16)$$

Để xác định ứng lực X trong đoạn dây nằm ngang ta vẫn áp dụng phương pháp lực như trường hợp a, b.

Để đơn giản cho việc tính toán thực hành, người ta có thể lập bảng để xác định giá trị X trong một số trường hợp thông dụng cho các kết cấu đầm [1] (xem phụ lục I).

Cân chú ý rằng khi xác định độ cứng B của đầm bêtông cốt thép ta đưa vào giá trị mômen

$M_z = N_c e$ với $N_c = m_0 R_a F_0$
trong đó m_0 - hệ số điều kiện làm việc của dây căng; $m_0 = 0,8$, $0,85$; R_a , F_0 - cường độ tính toán và diện tích tiết diện dây căng;

$$e = e_0 + h_0 - y; e_0 = M/N_c$$

với M - mômen uốn do tải trọng cực đại trước khi gãy gãy khoảng cách từ trọng tâm tới biên chịu nén của tiết diện.

Sau khi có ứng lực trong dây căng, ta có ứng suất trong

$$\sigma = X/F_0 \quad (2.17)$$

4 - Xác định ứng lực trước cần thiết trong dây cung theo công thức

$$\sigma_0 = m_\theta R_a - \sigma \quad (2.18)$$

5 - Kiểm tra khả năng chịu tải của kết cấu sau khi gia cố được thực hiện theo các công thức quy định trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bêtông cốt thép đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm [17]

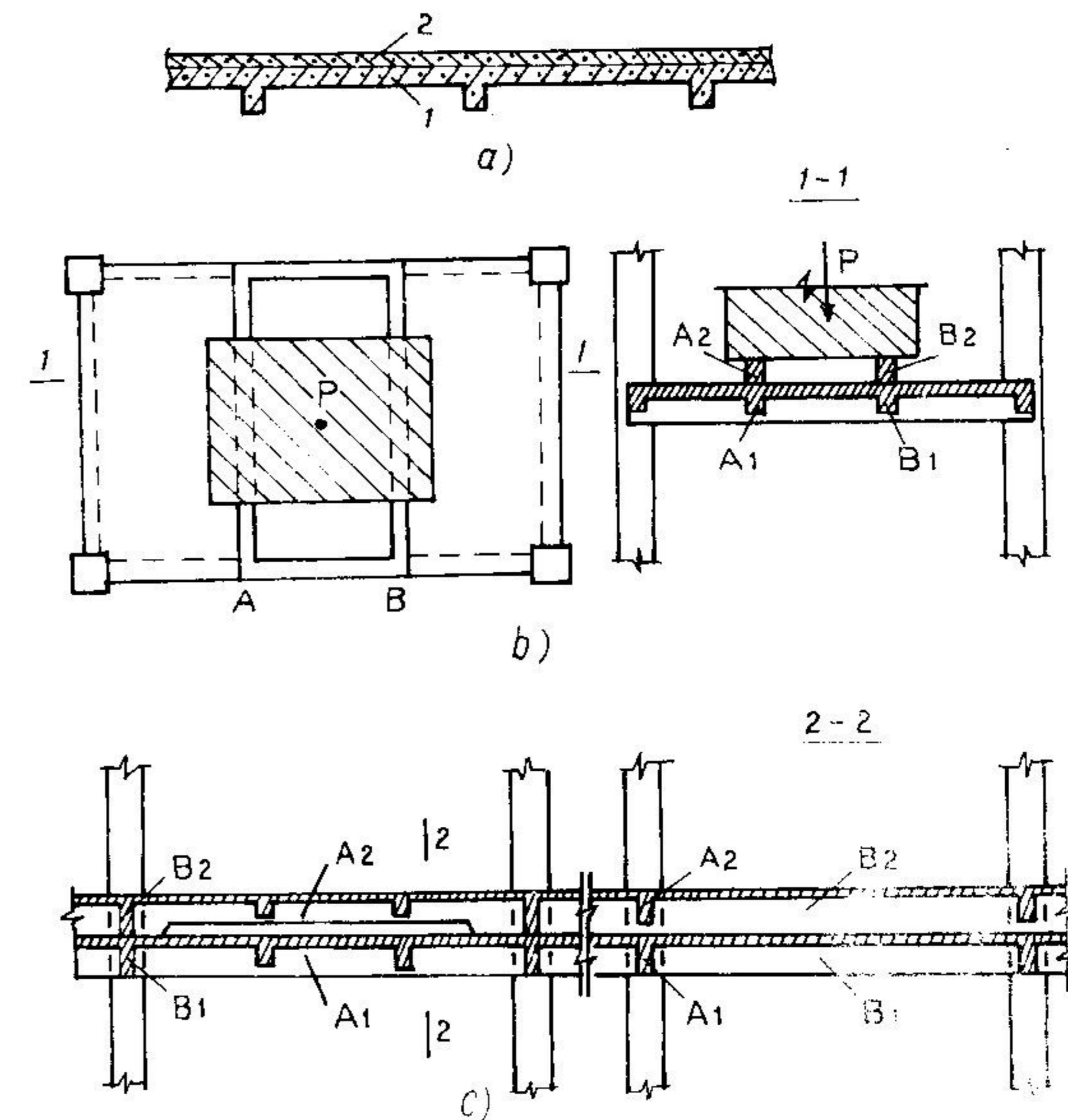
§II.5. Gia cố kết cấu bêtông cốt thép bằng cách dùng kết cấu hỗ trợ hoặc thay thế

Để tăng cường khả năng chịu tải của kết cấu bêtông cốt thép có thể áp dụng các kết cấu hỗ trợ hoặc thay thế các kết cấu cũ. Kết cấu hỗ trợ có hai dạng: *một phần* hoặc *toàn phần*. Kết cấu hỗ trợ một phần cùng tham gia làm việc đồng thời với kết cấu cũ cần gia cố. Kết cấu hỗ trợ toàn phần, còn gọi là kết cấu thay thế nhận toàn bộ tải trọng tác dụng, còn kết cấu cũ chỉ chịu riêng trọng lượng bản thân. Nhiều khi người ta áp dụng kết hợp cả hai dạng kết cấu hỗ trợ để gia cố cho cùng một công trình. Kết cấu hỗ trợ có thể được thực hiện bằng bêtông cốt thép đổ tại chỗ, bê tông cốt thép lắp ghép hoặc bằng kết cấu thép (h.II.23).

Do tính chất cùng tham gia chịu lực với kết cấu cũ cho nên giữa kết cấu hỗ trợ một phần với kết cấu cần gia cố cần có liên kết truyền lực. Trên hình II.23a tấm sàn 2 làm kết cấu hỗ trợ một phần cho tấm sàn 1. Dưới tác dụng của ngoại lực, hai sàn 1 và 2 cùng tham gia làm việc.

Trên hình II.23b các dầm A_2, B_2 tựa trực tiếp lên dầm A_1, B_1 và cùng tham gia làm việc đồng thời với dầm A_1, B_1 .

Trong trường hợp kết cấu hỗ trợ toàn phần, để tải trọng không truyền lên kết cấu cũ, cần tạo một khe hở giữa chúng. Trên hình II.23c các dầm A_2 thay thế chịu tải cho dầm A_1 , còn dầm B_2 hỗ trợ một phần cho B_1 . Để đảm bảo ổn định cho hệ thống, cần tiến hành kiểm tra khả năng chống cắt của đầu dầm hiện có đồng thời tìm giải pháp gia cố chống cắt tại gối tựa hoặc cấu tạo gối tựa mới trên cột (xem §II.3 và §II.7).



Hình II.23. Các dạng kết cấu hỗ trợ

Ưu điểm của phương pháp gia cố này là đơn giản, dễ thi công. Nhược điểm của phương pháp là giám không gian sử dụng do giám chiêu cao phòng, khi thi công buộc phải ngừng sự hoạt động bình thường của công trình và việc loại bỏ kết cấu cũ thay bằng kết cấu hỗ trợ toàn phần là có phần không kinh tế. Do những nhược điểm trên cho nên việc sử dụng cũng chỉ nên hạn chế trong những trường hợp thật cần thiết, chẳng hạn có thể áp dụng trong phạm vi cục bộ của sàn hoặc là đối với những kết cấu đã hư hỏng qua nhiều không còn khả năng chịu tải mà không áp dụng được phương pháp gia cố khác hữu hiệu hơn.

Đặc điểm tính toán

Trong trường hợp kết cấu hỗ trợ toàn phần hoặc kết cấu thay thế, việc tính toán hoàn toàn như đối với kết cấu mới. Trong trường hợp này chỉ cần tính toán kiểm tra khả năng chống cắt đối với đầu đầm hiện có hoặc tính toán gia cố gối đỡ.

Đối với kết cấu hỗ trợ một phần, việc tính toán dựa trên nguyên tắc cân bằng biến dạng. Nội lực sau khi gia cố sẽ được phân phối lại theo độ cứng [1].

Gọi M là ngoại lực tác dụng lên đầm; M_1, M_2 - mômen được phân phối cho đầm hiện có và đầm hỗ trợ có độ cứng tương ứng là B_1, B_2 , ta có

$$M_1/B_1 = M_2/B_2 ; \quad (2.19)$$

$$M = M_1 + M_2 .$$

Từ đó rút ra

$$B_2 = M_2 B_1 / M_1 \text{ và } M_2 = M \cdot M_1 ;$$

$$M_2 = MB_2 / (B_1 + B_2) .$$

Đối với kết cấu chịu uốn, độ cứng B được xác định theo công thức

$$B = \frac{h_0 Z}{\frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{\psi_b}{\vartheta E_b F_b}} \quad (2.20)$$

Khi $\psi_a = 1, \psi_b = 1$ có thể xác định B theo công thức

$$B = E_a F_a Z (h_0 - x) \quad (2.21)$$

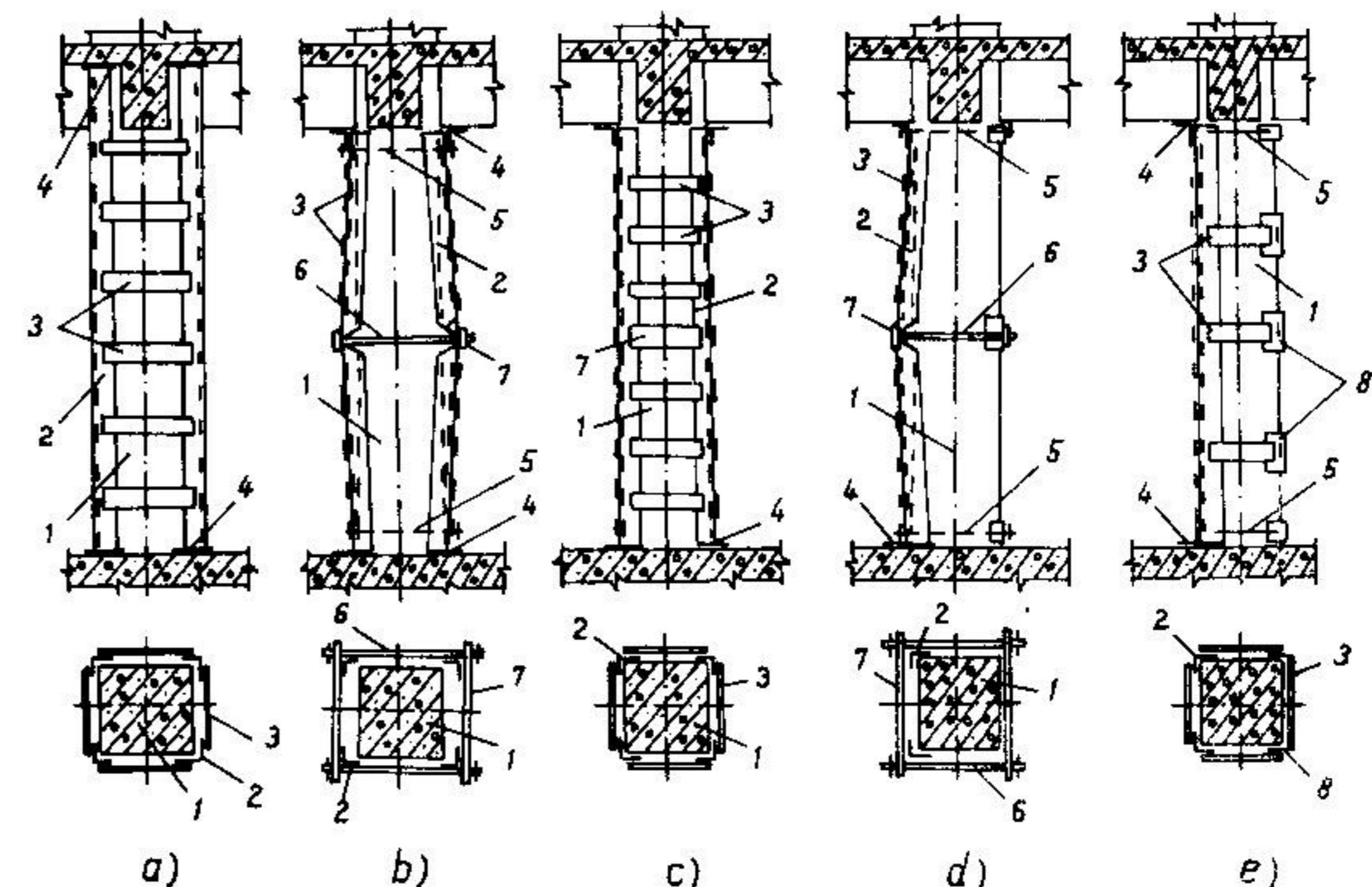
trong đó : Z - khoảng cách từ trọng tâm cột thép chịu kéo tới trọng tâm miền chịu nén của bê tông; x - chiều cao miền chịu nén của bê tông.

§II.6. Gia cố cột bê tông cốt thép bằng thép hình

Một trong những phương pháp khá phổ biến được áp dụng để gia cố cột là ốp bằng thép hình. Phương pháp này có ưu điểm là thi công đơn giản, nhanh chóng, không ảnh hưởng nhiều đến tính

chất làm việc liên tục của công trình. Phương pháp này có khả năng nâng cao đáng kể khả năng chịu tải của cột, nhất là khi gây được ứng lực trước trong kết cấu gia cố. Hơn nữa gia cố cột bằng thép hình vẫn có thể giữ được kích thước tiết diện cột, không ảnh hưởng đến yêu cầu thẩm mỹ công trình. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp là tiêu hao lượng thép tương đối lớn so với các phương pháp khác [1] [2] [3].

Phương pháp này có thể áp dụng để gia cố cột chịu tải đúng tâm hoặc lệch tâm. Tùy thuộc vào điều kiện chịu tải của cột cần gia cố mà chọn tiết diện và bố trí các thanh ốp cho phù hợp. Trong trường hợp cột chịu tải đúng tâm hoặc lệch tâm nhỏ, hoặc cột chịu tác dụng của mômen hai chiều có thể bố trí các thanh ốp đối xứng (h.II.24b,c). Trong các trường hợp khác có thể bố trí các thanh ốp về một phía tức là phía тор chịu nén (h.II.24d,e).

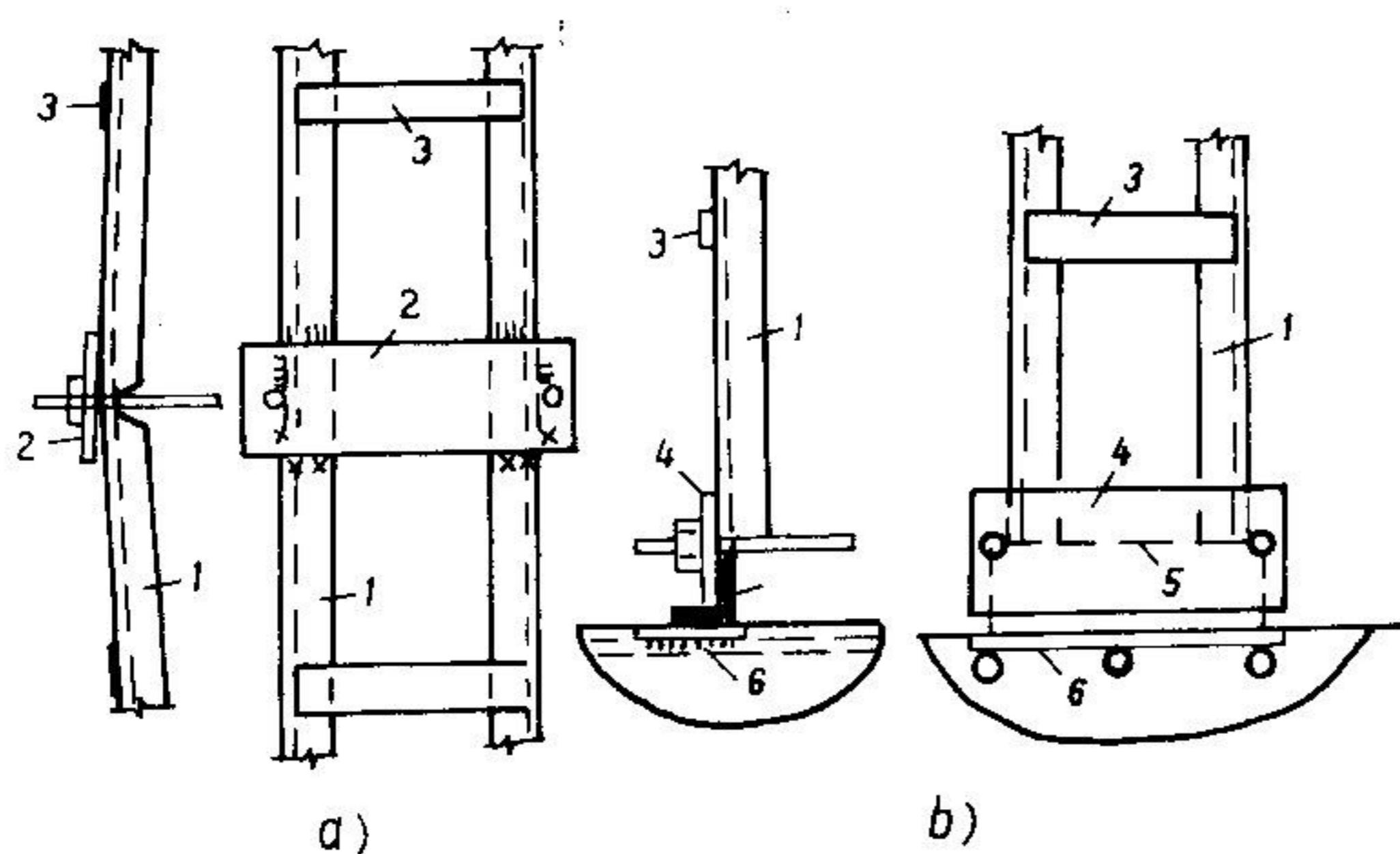


Hình II.24. Gia cố cột bê tông cốt thép bằng cách ốp thép hình :

a) thanh ốp không ứng lực trước; b) thanh ốp hai phia ứng lực trước trong giai đoạn lắp ráp; c) thanh ốp hai phia đã gây ứng lực trước; d) thanh ốp một phia ứng lực trước trong giai đoạn lắp ráp; e) thanh ốp một phia đã gây ứng lực trước.
1-cột được gia cố; 2-thanh ốp; 3-bản giằng; 4-gối tựa; 5-bulông neo gắn gối tựa;
6-bulông neo tại khớp; 7-bản giằng tại khớp; 8-tấm lót thân cột.

Các thanh ốp thường là thép góc được giằng lại với nhau qua các bản giằng. Đôi khi các thanh ốp có thể là thép [. Các bản giằng làm bằng thép dẹt. Khoảng cách các bản giằng không vượt quá $40r$ (r - bán kính quấn tinh nhỏ nhất của thanh ốp).

Hai đầu trên và dưới của thanh ốp gắn liền với một bản tựa có chiều dày không dưới 15 mm, còn bề rộng phụ thuộc vào tiết diện của thanh ốp. Các bản tựa được cấu tạo vượt quá mép cột một đoạn $100 \div 120$ mm để bố trí bulông kẹp khi lắp ghép. Chiều dài đường hàn giữa bản ốp với bản tựa được kiểm tra bằng tính toán (h.II.25).



Hình II.25. Chi tiết cấu tạo khớp và gối tựa

a) cấu tạo khớp; b) cấu tạo gối tựa.

1-thanh ốp; 2-bản giằng tại khớp; 3-bản giằng; 4-bản tựa; 5-bản kê; 6-bản lót

Bản tựa có nhiệm vụ truyền lực từ thanh ốp lên kết cấu qua bản kê bằng thép góc. Bản kê được đặt ép sát vào mặt ngoài của cột. Trong nhiều trường hợp bản kê còn được hàn với thép cột hoặc thép đầm, các khe hở được chèn bằng vữa ximăng. Khi cần thiết dưới bản kê còn phải đặt thêm bản lót. Chiều dày bản kê, bản lót phụ thuộc vào ứng lực trong thanh ốp và được xác định bằng tính toán (hình II.25). Tại vị trí đặt bản kê, kết cấu cần được kiểm tra chịu tác dụng ép mặt.

Các thanh ốp liên kết lại với nhau qua các bản giằng xiết chặt vào cột. Để tăng hiệu quả gia cố người ta gây ứng lực trước cho các bản giằng. Các bản giằng được gây ứng lực trước bằng phương pháp gia nhiệt. Trong quá trình hàn liên kết với các thanh ốp, các bản giằng được đốt nóng tới nhiệt độ yêu cầu. Khi nguội, các bản giằng sẽ co lại và gây nên ứng lực bó chặt thân cột. Phương pháp gia cố cột bằng cách ốp thép hình không có ứng lực trước trong thanh ốp có thể được áp dụng để gia cố các kết cấu cột chịu tải trọng đúng tâm hoặc lệch tâm ít.

Để tăng cường hiệu quả gia cố cột bằng cách ốp thép hình, nên gây ứng lực trước trong các thanh ốp. Để làm việc đó có thể dùng các loại kích như kích thủy lực, kích ném v.v... Một phương pháp gây ứng lực trước khá đơn giản đã được N.M.Onufriev [1] sử dụng như sau (hình II.24, và II. 25).

Các thanh ốp bằng thép góc hoặc thép [được cấu tạo khớp tại điểm giữa chiều cao bằng cách khoét một góc nhỏ tại một bên cánh thép góc hoặc thép [sao cho có thể uốn gập thanh ốp tại khớp đó. Bản giằng tại khớp được cấu tạo vượt ra ngoài mép cột một đoạn 100 đến 120 mm để bố trí bulông néo. Để gây ứng lực trước trong thanh ốp chỉ cần xiết bulông néo tại khớp sao cho các thanh ốp được nắn thẳng và ép sát thân cột. Góc lệch ban đầu của thanh ốp được tính toán trên cơ sở ứng lực trước yêu cầu trong thanh ốp. Thông thường ứng lực trước trong thanh ốp được lấy từ 600 đến 800 kG/cm².

Phương pháp này được áp dụng để gia cố cột chịu tải trọng đúng tâm hoặc lệch tâm. Mức tăng khả năng chịu tải của cột sau khi gia cố phụ thuộc vào tiết diện thanh ốp và có thể lên tới 100t đến 200t.

Đặc điểm tính toán

Sau khi được gia cố bằng cách ốp thép hình, khả năng chịu tải của cột được tăng lên do nhiều yếu tố.

- Độ cứng của cột được tăng lên. Chẳng hạn khi tính độ mảnh λ cho trường hợp cột ốp đối xứng với tiết diện thanh ốp mỗi phía là $\frac{h}{d}$, tiết diện cũ $b \times h$ được thay bằng tiết diện tính đổi $(b+2d)(h+2d)$ với

$$d = \frac{-(b+h) + \sqrt{(b+h)^2 + 8nF_0}}{4} \quad (2.22)$$

trong đó : b, h - kích thước tiết diện cù; F_0 - diện tích tiết diện thanh ốp mỗi phía (khi ốp đối xứng);

$$n = E_a/E_b$$

- Do tác dụng chống nở hông của bê tông giằng ứng lực trước làm tăng cường độ tính toán R_n của bê tông. Lúc này R_n được tính bằng R_n^{gc}

$$R_n^{gc} = \gamma R_n = R_n \sqrt[3]{F_{td}/F_b} \quad (2.23)$$

trong đó R_n^{gc} - cường độ bê tông sau khi bê tông giằng ứng lực trước được thực hiện

$$F_b = bxh;$$

F_{td} - diện tích tiết diện đổi sau khi bê tông giằng ứng lực trước được thực hiện;

$$F_{td} = (b+2d)(h+2d)$$

d được xác định theo công thức

$$d = \frac{tb_g}{C} \frac{\sigma_0 + 300}{R_k} \quad (2.24)$$

Ở đây t, b_g - chiều dày và bề rộng bê tông giằng, cm; C - khoảng cách (bước) bê tông giằng, cm; σ_0 - ứng lực trước trong bê tông giằng, kG/cm²; R_k - cường độ tính toán chịu kéo của bê tông; kG/cm².

- Phần tham gia chịu tải của các thanh ốp phụ thuộc vào điều kiện làm việc của chúng. Trong trường hợp ứng lực trước, thanh ốp có thể chịu lực tới cường độ tính toán của vật liệu làm ra chúng. Còn trong trường hợp thanh ốp không có ứng lực trước, phần tham gia chịu lực của chúng phụ thuộc vào mức độ cất dỡ tải trọng trước khi gia cố.

Việc tính toán gia cố được thực hiện theo các bước sau đây :

- Xác định diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp.

Tính toán kết cấu thanh ốp.

Để xác định được diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp cần tiến hành xác định khả năng chịu tải của cột cũ và mức độ quá tải của nó so với tải trọng mới. Việc xác định khả năng chịu tải của cột cũ được thực hiện với sơ đồ tải trọng mới (sau gia cố) theo các công thức trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép [17].

Gọi N_{yc} là tải trọng sau gia cố, N_{gh} - khả năng chịu tải của cột cũ, mức độ quá tải N_0 được xác định theo công thức :

$$N_0 = N_{yc} - N_{gh} \quad (2.25)$$

Đối với trường hợp chịu nén đúng tâm, diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp mỗi phía bằng :

$$F_0 = \frac{N_0}{2\varphi m_0 \beta R}, \quad (2.26)$$

trong đó φ - hệ số uốn dọc có kể đến hiệu quả giảm độ mảnh ; sau khi ốp; R - cường độ tính toán của thanh ốp; m_0 - hệ số điều kiện làm việc của thanh ốp, lấy bằng 0,8 ÷ 0,9; β - hệ số xét đến sự tham gia chịu lực của thanh ốp.

$\beta=1$ đối với thanh ốp ứng lực trước;

$$\beta = \frac{\Delta N}{N + \Delta N} \quad \text{đối với thanh ốp không ứng lực trước;}$$

ΔN - tải trọng thêm vào sau gia cố;

N - tải trọng trước gia cố.

Trường hợp chịu nén lệch tâm

Sơ đồ tính toán của tiết diện chịu nén lệch tâm được ốp một bên cho trên hình II.27.

Khi chịu nén lệch tâm nhỏ : $x > 0,55h_0$ (h.II.26c) diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp phía lệch tâm là

$$F_0 = \frac{N_{yc} \cdot e - 0,4R_n b h_0^2 - R_n F_a'(h_0 - a')}{m_0 \beta R(h_0 - a'')} \quad (2.27)$$

Khi chịu nén lệch tâm lớn $x < 0,55 h_0$, diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp phía nén là

$$F_0 = \frac{N_{ve}}{m_0 \beta R} + \frac{(F_a - F'_a)R_a}{m_0 \beta R} - \frac{R_n b x}{m_0 \beta R}, \quad (2.28)$$

với x - vị trí trục trung hòa được xác định theo các hệ thức sau :

- Khi $e_0 > h_0 - a'$

$$0,5R_n b x^2 + R_n b x (e - h_0 - e'') + N e'' + F'_a R_a (e' - e'') - F_a R_a (e - e'') = 0. \quad (2.29)$$

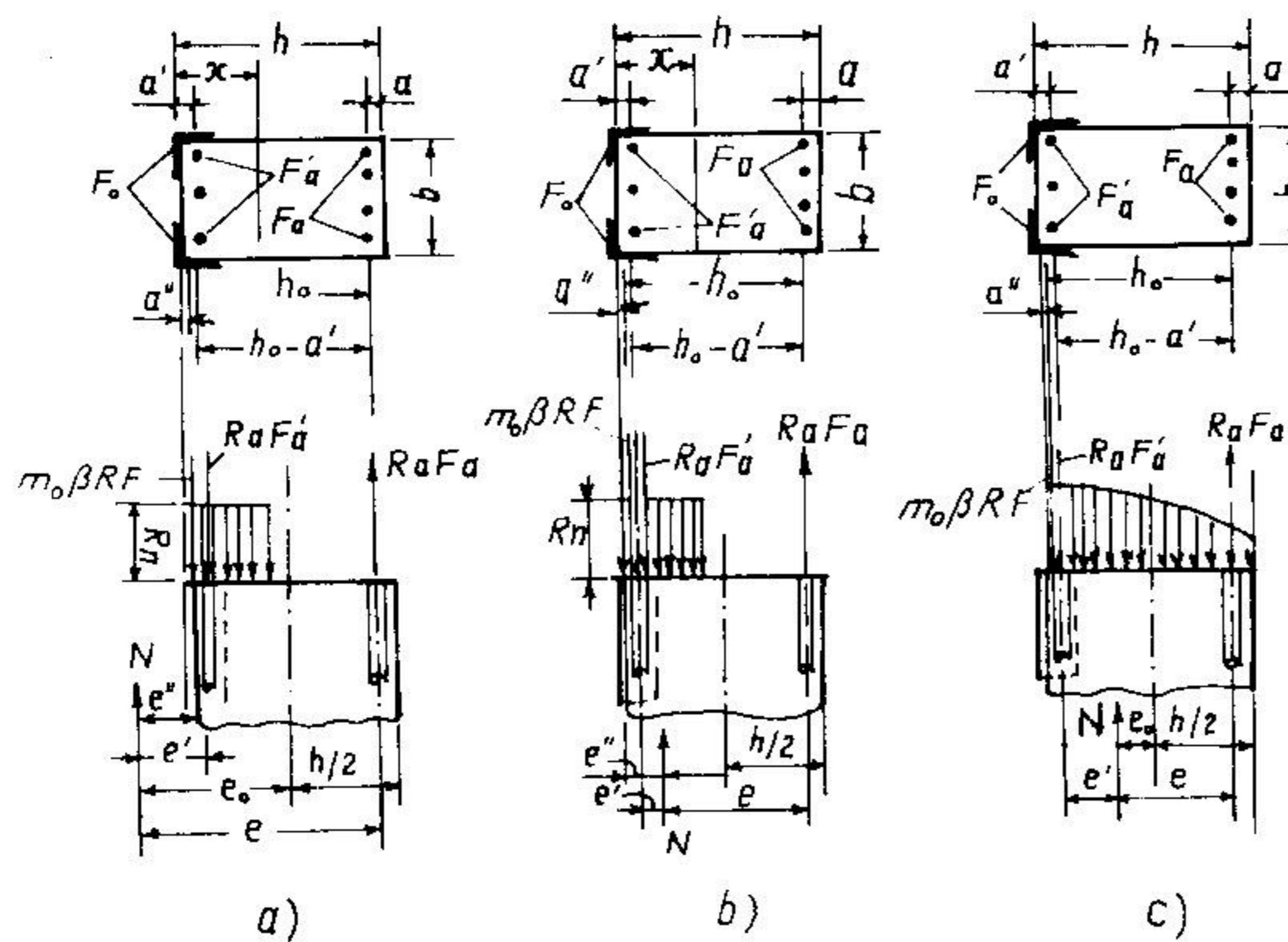
- Khi $e_0 < h_0 - a'$

$$0,5R_n b x^2 + R_n b x (e'' + e - h_0') + N e'' + F'_a R_a (e'' - e) + F_a R_a (e'' + e) = 0 \quad (2.30)$$

Trong các công thức trên :

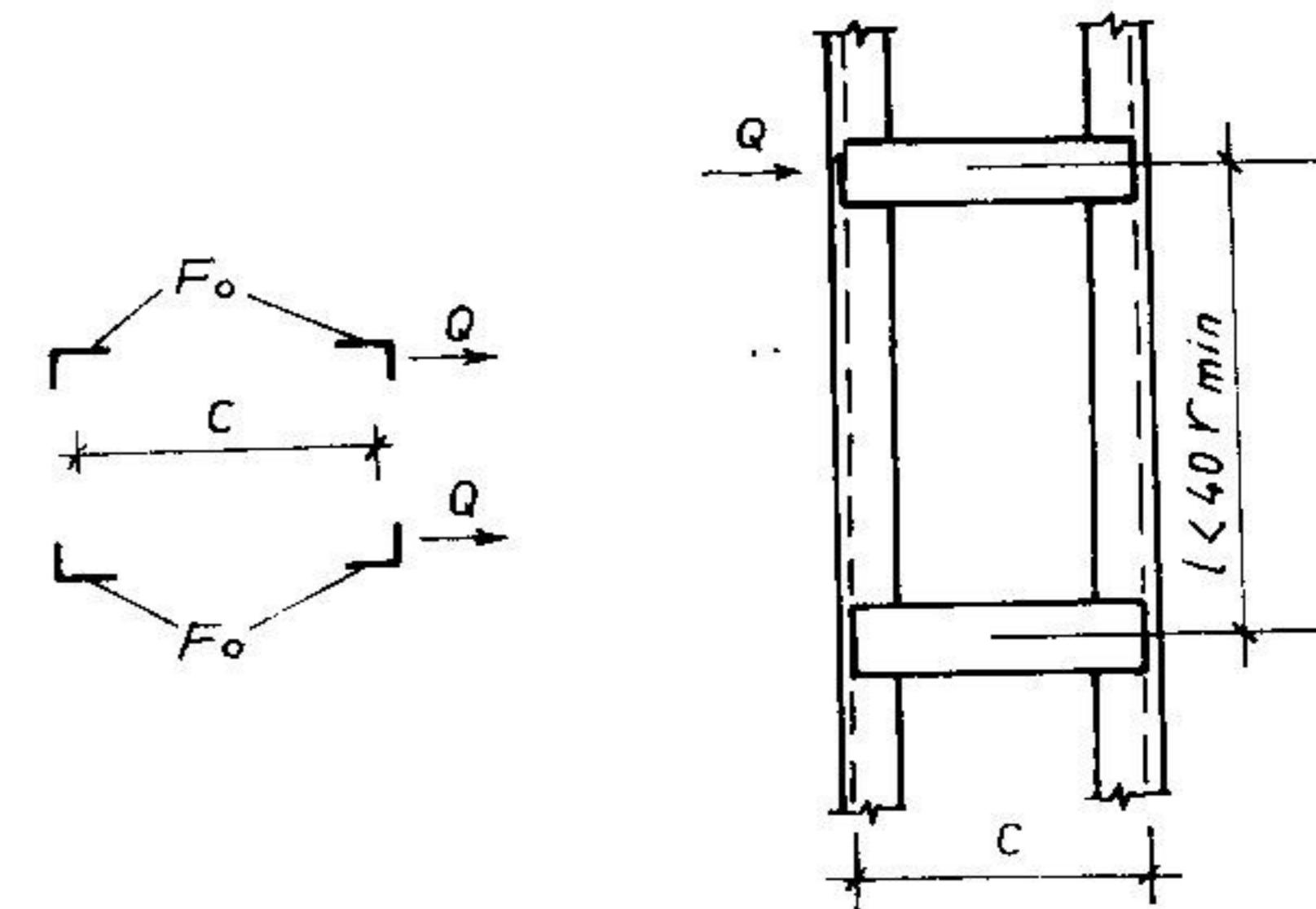
R_n - cường độ tính toán chịu nén của bêtông có kể đến sự gia tăng cường độ khi áp dụng các bản giằng ứng lực trước.

Các giá trị $a, a', b, h, e, e_0, e', e'', F_a, F'_a, \dots$ xem hình II.26.



Sau khi đã xác định được diện tích yêu cầu của tiết diện thanh ốp F_0 , tiếp tục tiến hành tính toán kiểm tra kết cấu ốp gồm thanh ốp, bản giằng, các chi tiết liên kết và góc lệch thanh ốp để tạo ứng suất trước. Việc tính toán kết cấu ốp được thực hiện theo các công thức trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép.

Trong trường hợp ốp cả hai phía, sơ đồ kết cấu ốp cho trên hình II.27.



Hình II.27. Sơ đồ tinh kết cấu ốp

Lực cắt quy ước cho mỗi nhánh (tính bằng kG)

$$Q = 20F_0 \quad (2.31)$$

trong đó F_0 - diện tích tiết diện của mỗi nhánh thanh ốp, cm^2 .

Lực cắt tác dụng lên bản giằng

$$T = \frac{Q \cdot l}{C} \quad (2.32)$$

trong đó : l - khoảng cách các bản giằng, không vượt quá $40r_{\min}$ (r_{\min} - bán kính quấn tinh nhỏ nhất của mỗi thanh ốp).

Mômen tác dụng lên bản giằng

$$M = Ql/2 \quad (2.33)$$

Có được giá trị T, M , tiến hành kiểm tra sức bền của bản giằng và đường hàn liên kết bản giằng với thanh ốp.

Xác định ứng lực tới hạn của thanh ống trong quá trình lắp ghép (quá trình gây ứng lực trước) theo điều kiện ổn định. Chiều dài của thanh ống được lấy từ gối tựa tới điểm uốn gấp, tức là lấy bằng một nửa chiều cao cột

$$\lambda_x = \frac{0.5 h}{i_x} \quad (2.34)$$

trong đó h - chiều cao cột; i_x - bán kính quán tính của thanh ống theo phương có độ mảnh lớn nhất.

Có giá trị λ_x ta tính được hệ số uốn dọc φ và ứng suất giới hạn σ_{gh} của thanh ống trong quá trình tạo ứng lực trước

$$\sigma_{gh} = R \varphi \quad (2.35)$$

Ứng suất trước trong thanh ống không được vượt quá giá trị trên, thông thường thì ứng suất trước chỉ lấy vào khoảng 600 đến 800 kG/cm². Để gây ứng suất trước ta xiết bulông tại vị trí uốn gấp để nắn thẳng các thanh ống. Góc lệch của thanh ống được tính toán sao cho khi được nắn thẳng, độ co tương đối của thanh ống ứng với ứng suất trước σ_0 đã được chọn theo công thức

$$\sigma_0 < \sigma_{gh} \quad (2.36)$$

§II.7. Gia cố khả năng chống cắt, gia cố công xon và một số chi tiết sửa chữa về mặt cấu tạo

1. Gia cố khả năng chống cắt

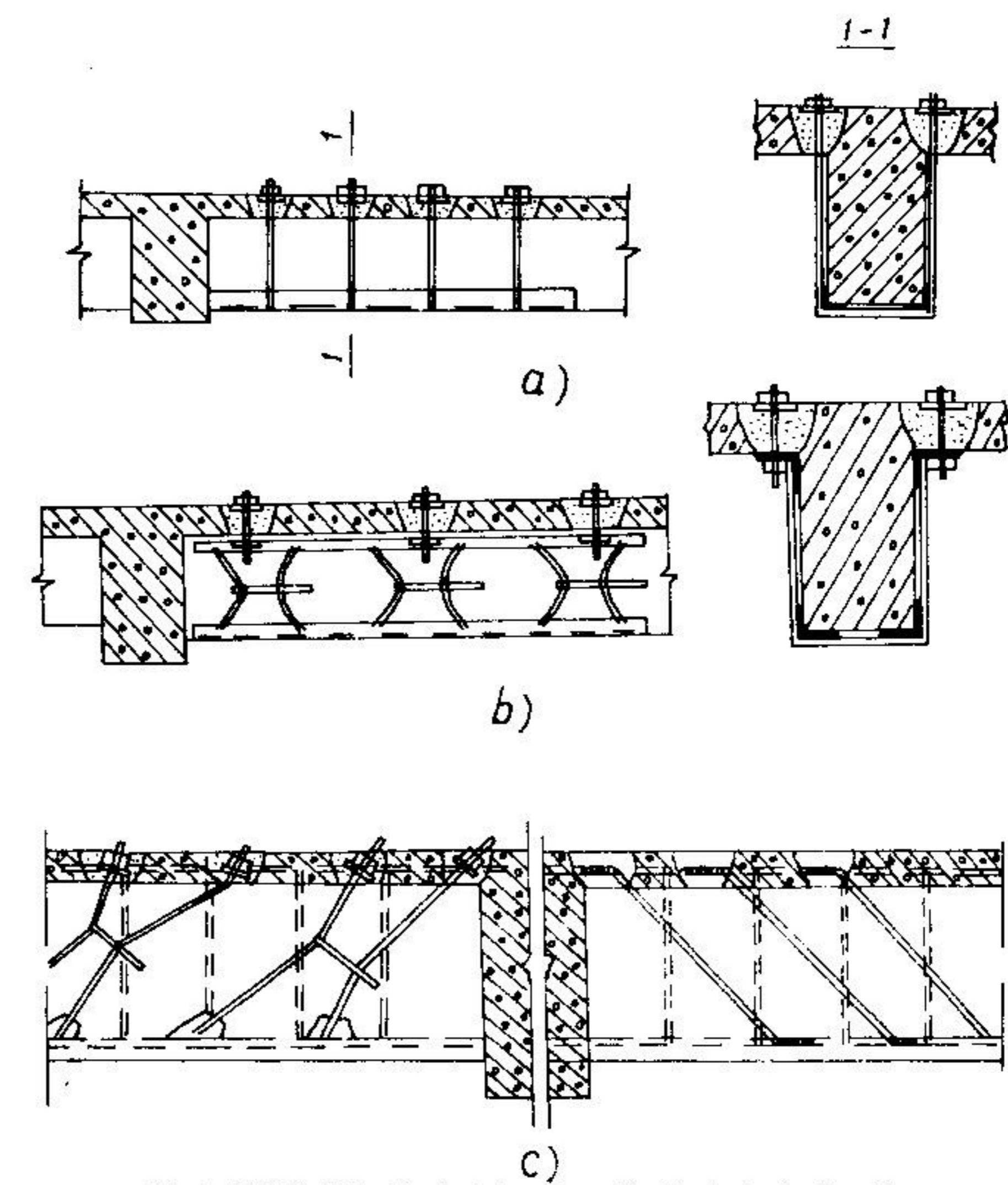
Trong nhiều trường hợp sự phá hoại kết cấu bê tông cốt thép do lực cắt gây ra. Trên kết cấu xuất hiện những vết nứt xiên do tác dụng của ứng suất chính. Để đảm bảo khả năng chịu tải của kết cấu có thể áp dụng một trong các giải pháp sau

- Giảm lực cắt bằng cách thay đổi sơ đồ kết cấu, chẳng hạn đặt thêm gối tựa phụ (xem §II.3 ...).
- Ốp tăng cường tiết diện của cấu kiện (xem §II.2 ...).
- Gia cố bằng phương pháp dây căng ứng lực trước (xem §II.4...).
- Gia cố bằng cách tăng cường cốt đai hoặc cả cốt xiên trong phạm vi cần thiết.

Cốt đai tăng cường có thể là thép tròn có $\phi \geq 10$ mm hoặc thép dẹt có chiều dày không dưới 6 mm.

Có thể cấu tạo các cốt đai tăng cường với hình thức bulông hình chữ [neo lên mặt trên của đầm (h.II.28a). Khi phải dùng các bulông đặt quá gần nhau, việc khoan hoặc đục lỗ cho bulông có thể làm vỡ mặt sàn. Để tránh hiện tượng này nên dùng một cặp thép góc gắn vào phía dưới mặt sàn, các cốt đai gia cố được hàn vào các thép góc này còn thép góc thì được neo vào mặt sàn bằng các bulông đặt thưa hơn (h.II.28b). Để tăng cường hiệu quả của kết cấu gia cố, nên gây ứng lực trước trong thép đai gia cố bằng cơ cấu "níu chập" (h.II.28b, c). Ứng suất trước trong cốt đai gia cố nên nằm trong khoảng 500 đến 800 kG/cm².

Ngoài việc gia cố cốt đai, khi cần thiết có thể gia cố thêm bằng cốt xiên. Những cốt xiên này được liên kết với thép chịu lực của



Hình II.28. Các hình thức gia cố cốt đai và cốt xiên

dầm bằng bằn nối và phia trên được neo với sàn bằng bulông. Đối với các loại cốt xiên này cũng có thể thực hiện gây ứng lực trước bằng cơ cấu "níu chập" để tăng cường sự làm việc đồng thời với kết cấu dầm (h.II.28c).

Những cốt đai và cốt xiên gia cố nên được phủ kín vào kết cấu cũ bằng vữa ximăng hoặc bêtông sỏi nhỏ. Đối với các loại dầm mái đúc sẵn, các cốt đai và cốt xiên gia cố có thể để trần, nằm ngoài tiết diện kết cấu cũ. Trong trường hợp này cần có giải pháp chống giật để đảm bảo sự làm việc lâu dài của kết cấu gia cố.

Để tăng cường khả năng chống cắt của tiết diện chưa xuất hiện vết nứt xiên, khi tính toán coi các thanh cốt đai gia cố ứng suất trước cùng làm việc đồng thời với cốt đai cũ và được tính toán như đối với tiết diện nguyên.

Khi tiết diện đã xuất hiện vết nứt xiên, khả năng chống cắt do cốt đai gia cố ứng suất trước và bêtông miền chịu nén được xác định theo công thức

$$Q_{db} = \sqrt{0,45R_n b h_0^2 (q_d + q_0)} - q_d U \quad (2.37)$$

trong đó Q_{db} - lực cắt giới hạn do bê tông miền chịu nén và tất cả cốt đai chịu; q_d - ứng lực giới hạn trong cốt đai có trong tiết diện trên một đơn vị chiều dài; q_0 - ứng lực giới hạn trong cốt đai gia cố ứng lực trước trên đơn vị chiều dài của cấu kiện được xác định theo công thức.

$$q_0 = \frac{0,85 F_0 R_{ax}}{U_{do}} \quad (2.38)$$

Ở đây F_0 - diện tích của tiết diện hai nhánh cốt đai gia cố ứng suất trước; U_{do} - khoảng cách giữa các cốt đai gia cố ứng suất trước.

2. Gia cố kết cấu côngxon

Côngxon được chia làm hai loại: Côngxon ngắn và côngxon dài. Côngxon ngắn làm việc như cầu kiện chịu cắt và côngxon dài làm việc như cầu kiện chịu uốn.

a) Gia cố côngxon ngắn

Côngxon ngắn thường là các loại vai cột đỡ dầm cầu trục, dầm sàn, dầm tường hoặc dầm mái. Đôi khi côngxon được gắn vào

dầm chính làm gối đỡ các dầm phụ. Gia cố các loại côngxon này tức là tìm cách nâng cao khả năng chống cắt của chúng. Đối với các loại vai cột có thể gia cố bằng cách tăng cường chiều cao sao cho chiều cao tổng cộng của chúng thỏa mãn điều kiện

$$h_{cs} \geq \frac{P}{m R_k b} \quad (2.39)$$

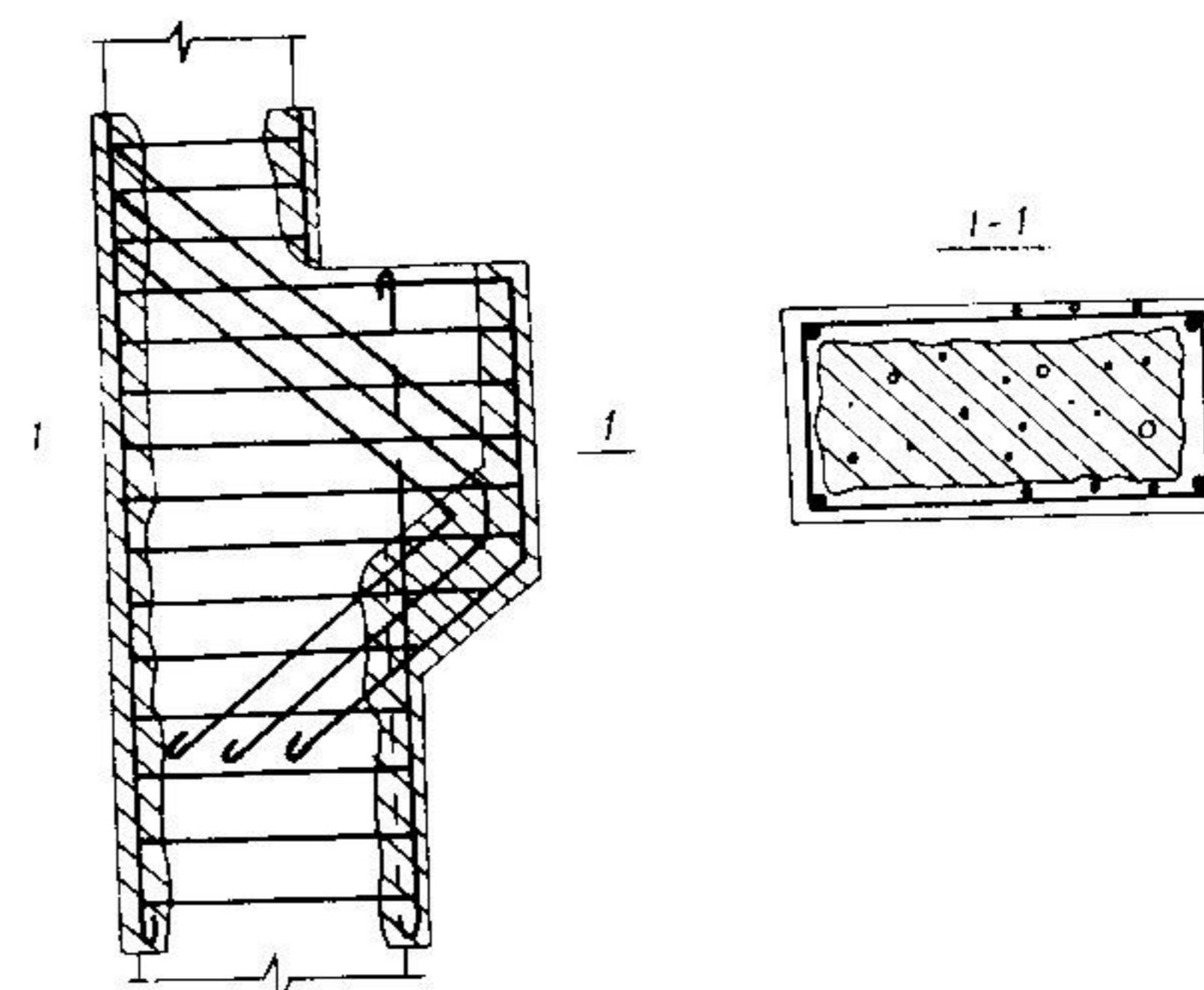
trong đó h_{cs} , b - chiều cao tổng cộng và bề rộng của côngxon sau gia cố; P - lực cắt tác dụng lên côngxon; R_k - cường độ chịu kéo của bêtông; m - hệ số điều kiện làm việc của côngxon có thể lấy như sau:

$m=2,2$ khi đỡ các kết cấu thông thường hoặc đỡ dầm cầu trục có chế độ làm việc nhẹ;

$m=1,6$ khi đỡ dầm cầu trục có chế độ làm việc trung bình;

$m=1,0$ khi đỡ dầm cầu trục có chế độ làm việc nặng.

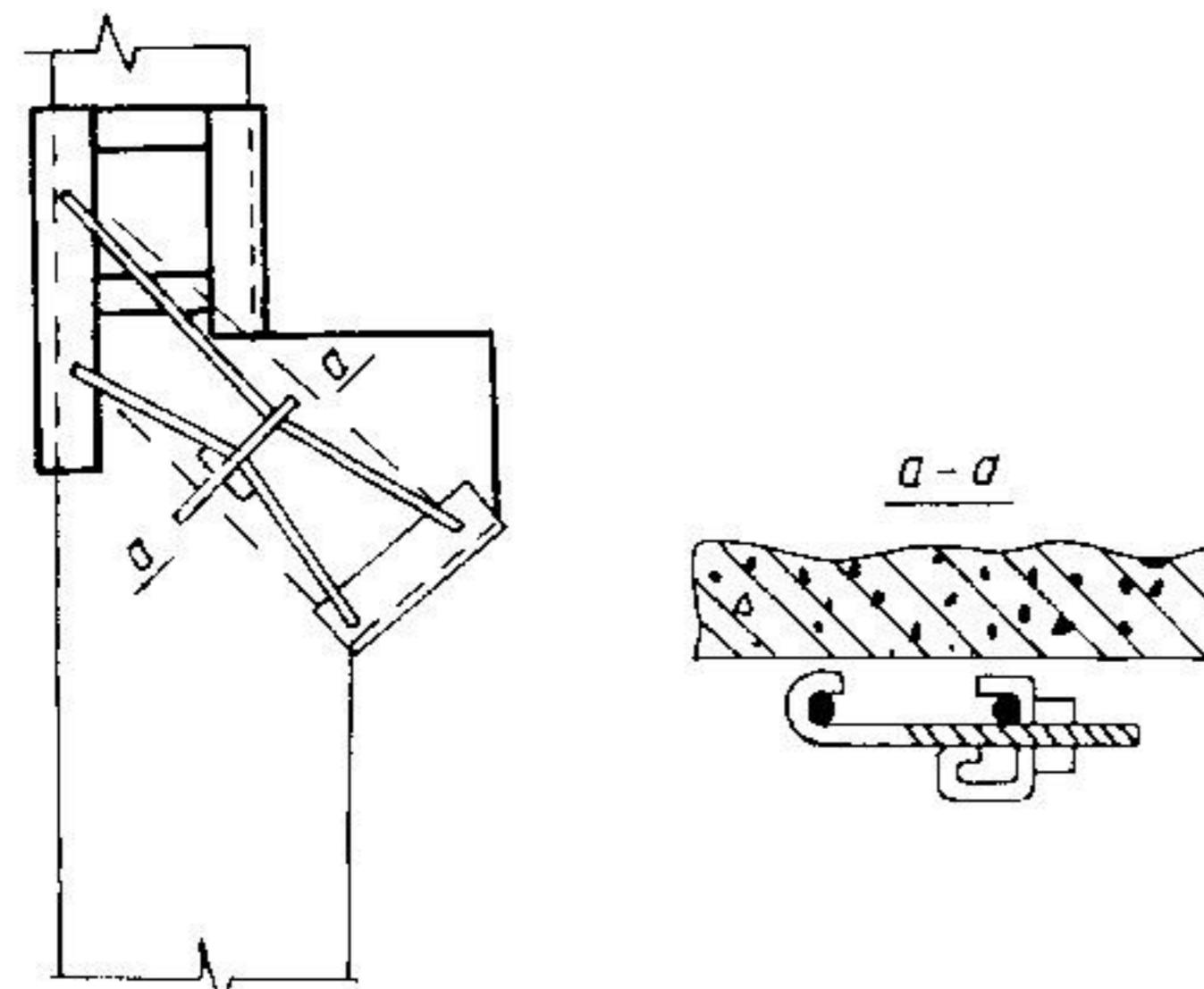
Cốt đai và cốt xiên bổ sung được ốp chặt vào mặt ngoài kết cấu đã được đục bô lớp bảo vệ sau đó ốp phủ kín bằng bêtông sỏi nhỏ có mác không dưới 200 (h.II.29). Khi tính toán có thể coi những thép gia cố cùng làm việc với các thép có sẵn trong một tiết diện đồng nhất.



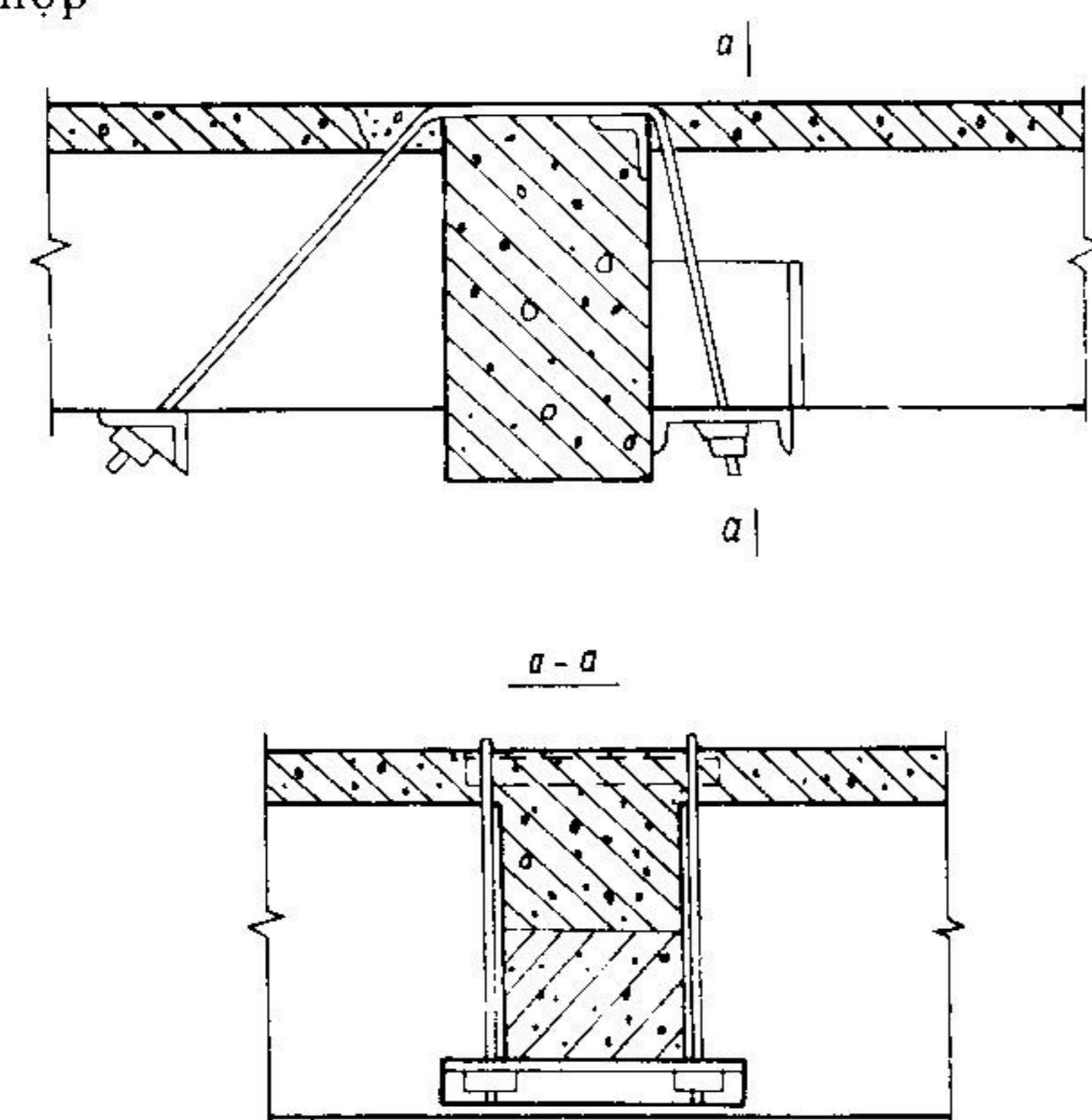
Hình II.29. Gia cố côngxon ngắn

Cũng có thể gia cố vai cột bằng các thép xiên ứng lực trước. Trong trường hợp này cần có các thanh nẹp bằng thép góc. Ứng lực trước trong thép xiên gia cố được tạo bằng cơ cấu "nín chập" hoặc bằng cách xiết êcu (h.II.30).

Đối với các mẫu đỡ tại cột hoặc đầm chính trong kết cấu bêtông cốt thép lắp ghép có thể gia cố bằng kết cấu treo. Dùng kết cấu bu lông để ghì bản tựa gia cố ép lên mặt dưới của mẫu đỡ, gây ứng suất trước lên kết cấu treo. Phần trên của dây treo được neo vào cột hoặc đầm chính tùy từng trường hợp cụ thể (h.II.31).



Hình II.30. Gia cố côngxon ngắn bằng thép xiên ứng lực trước



Hình II.31. Gia cố các mẫu đỡ bằng kết cấu treo

Tiết diện của thanh xiên ứng lực trước (h.II.30) hoặc dây treo (h.II.31) được xác định theo công thức

$$nF_o(m_o R_a - \sigma_o) = \Delta Q / \sin \alpha \quad (2.40)$$

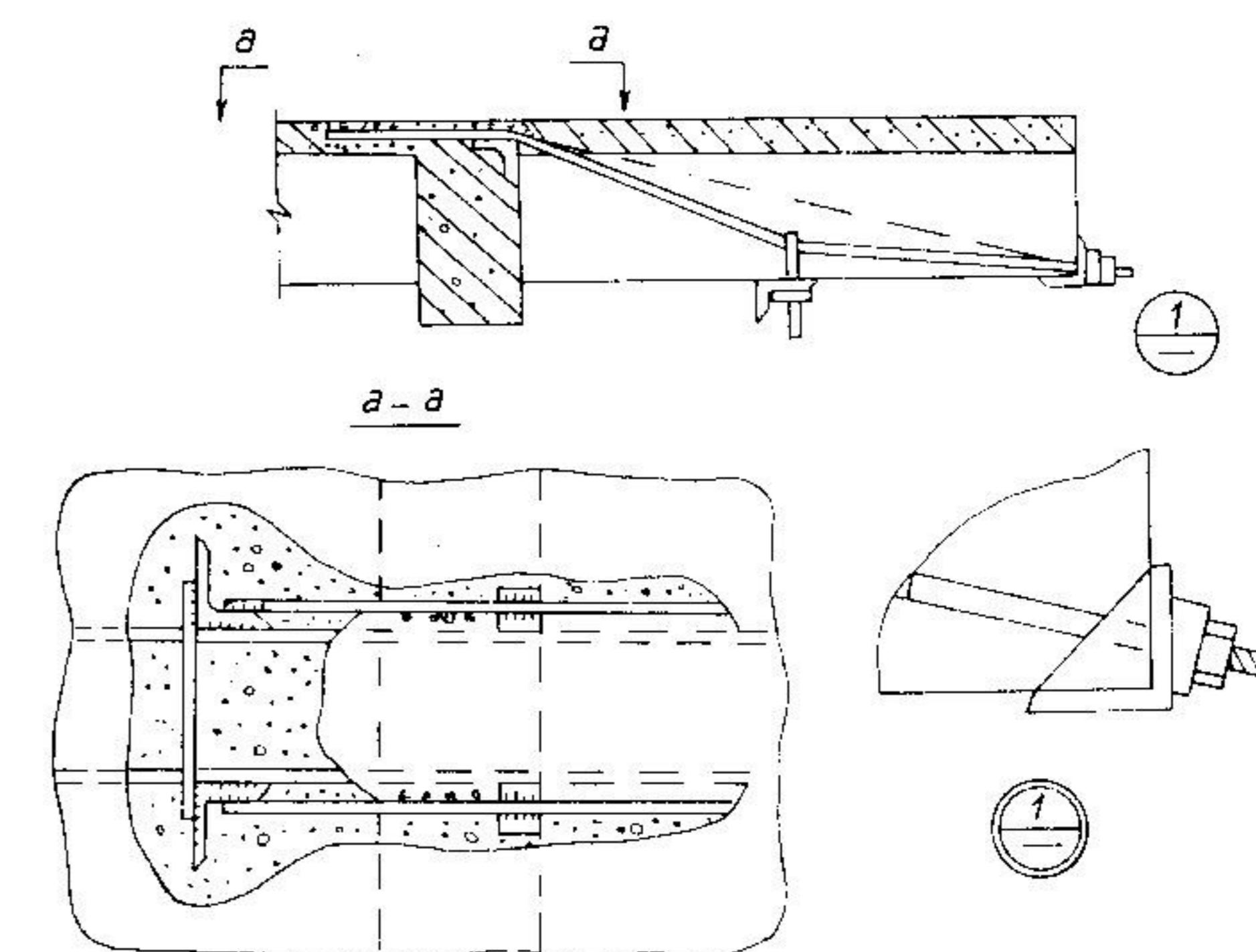
trong đó ΔQ – lực cắt vượt tải ; m_o – hệ số điều kiện làm việc của thanh xiên, lấy bằng 0,9 ; σ_o – ứng lực trước trong thanh xiên lấy bằng 600 đến 800 kG/cm² ; α – góc nghiêng của thanh xiên so với mặt phẳng nằm ngang ; n – số lượng thanh xiên cả hai phía.

Diện tích tiết diện của một thanh xiên là

$$F_o = \frac{\Delta Q}{n(m_o R_a - \sigma_o) \sin \alpha} \quad (2.41)$$

b) Gia cố côngxon dài

Côngxon dài có đặc điểm là mômen và lực cắt đều lớn tại ngàm. Như vậy mục đích của gia cố là làm tăng khả năng chịu cắt và chịu mômen của côngxon. Để đạt được mục đích đó có thể gia cố bằng cách tăng cường tiết diện côngxon hoặc tăng cường cốt thép. Một phương pháp gia cố khá hiệu quả được áp dụng cho loại côngxon này là dùng hệ thống dây căng ứng suất trước xuất phát



Hình II.32. Gia cố côngxon dài bằng dây căng ứng lực trước

từ phía dưới đầu mút côngxon neo lên mặt trên đầu ngầm côngxon. Đầu neo đầu mút côngxon được làm bằng thép góc có gân tăng cứng. Tại đầu ngầm côngxon, bản neo được gắn chặt trong bêtông sàn. Để gây ứng lực trước trong dây căng dùng cơ cấu "níu chập" (h.II.32).

Dưới tác dụng của lực căng trước trong dây căng chéo làm thay đổi trạng thái ứng lực ban đầu của côngxon.

Lực căng trước trong dây căng:

$$N_0 = m_0 R_a F_0 \quad (2.42)$$

trong đó m_0 - hệ số điều kiện làm việc của dây căng, lấy bằng 0,8 đến 0,85.

Dưới tác dụng của N_0 xuất hiện các ứng lực phụ ngược dấu :

- lực nén : $N_{1,2} = - N_0 \cos \alpha$;

- mômen : $M_{1,2} = + 0,5h N_0 \cos \alpha$;

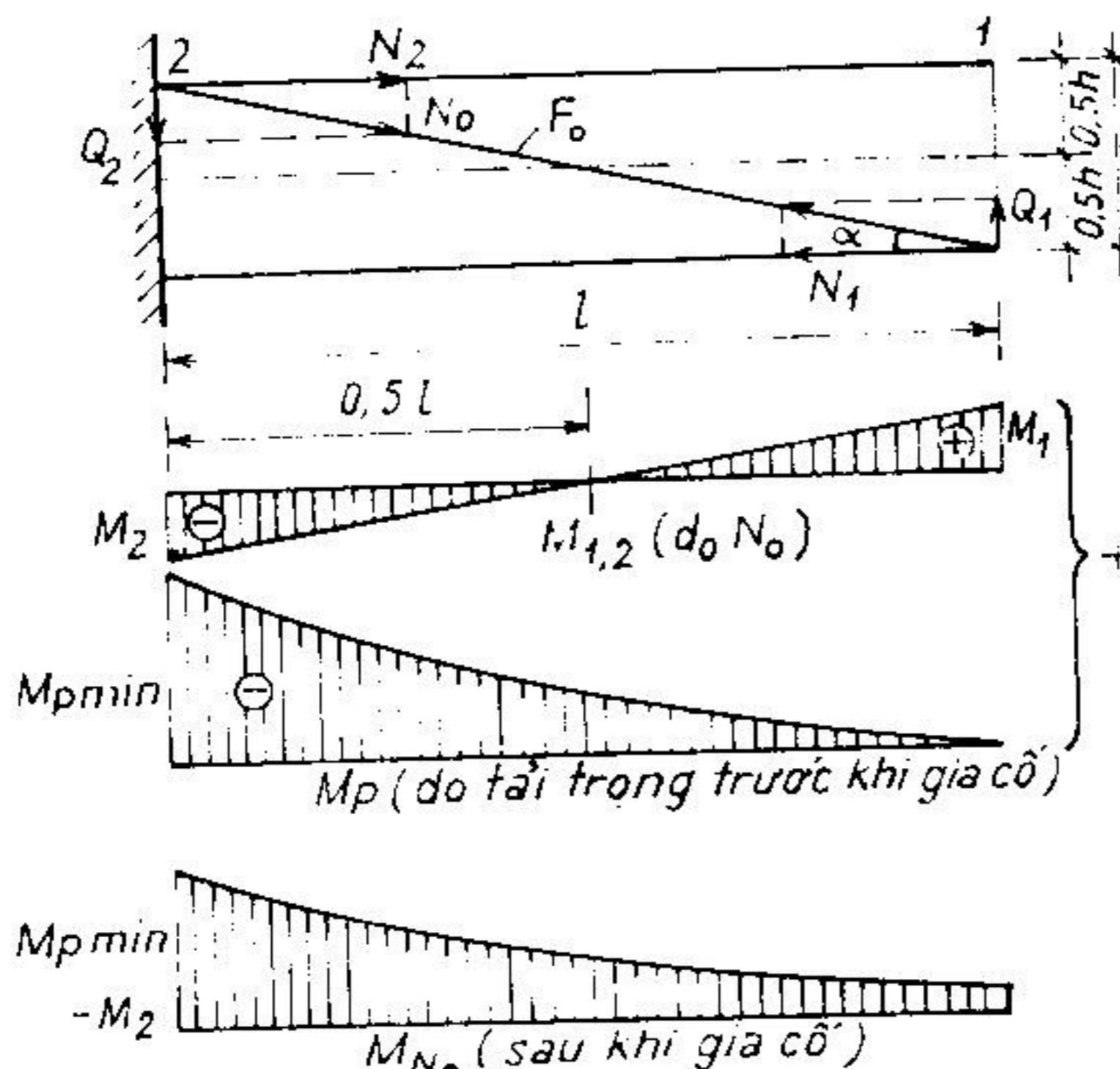
- lực cắt : $Q_{1,2} = - N_0 \sin \alpha$.

Các chỉ số 1, 2 để chỉ tiết diện tại đầu mút và đầu ngầm của côngxon (h.II.33).

Do đó, nếu gọi M_p và Q_p là mômen và lực cắt tại đầu ngầm côngxon trước khi chưa gia cố thì giá trị M_{N0} và Q_{N0} sau khi gia cố sẽ là

$$M_{N0} = M_p - 0,5h N_0 \cos \alpha; \quad (2.43)$$

$$Q_{N0} = Q_p - N_0 \sin \alpha. \quad (2.44)$$



Hình II.33. Sơ đồ tính toán gia cố côngxon dài bằng dây căng ứng suất trước

Diện tích tiết diện dây căng F_0 được xác định theo cách điều chỉnh dần bằng các phép tính kiểm tra khả năng chịu tải của côngxon sau gia cố như đối với một cấu kiện chịu nén lệch tâm.

3. Một số chi tiết sửa chữa về mặt cấu tạo

Trong nhiều trường hợp do thay đổi chức năng sử dụng công trình cần có những chi tiết cải tạo theo yêu cầu sử dụng mới.

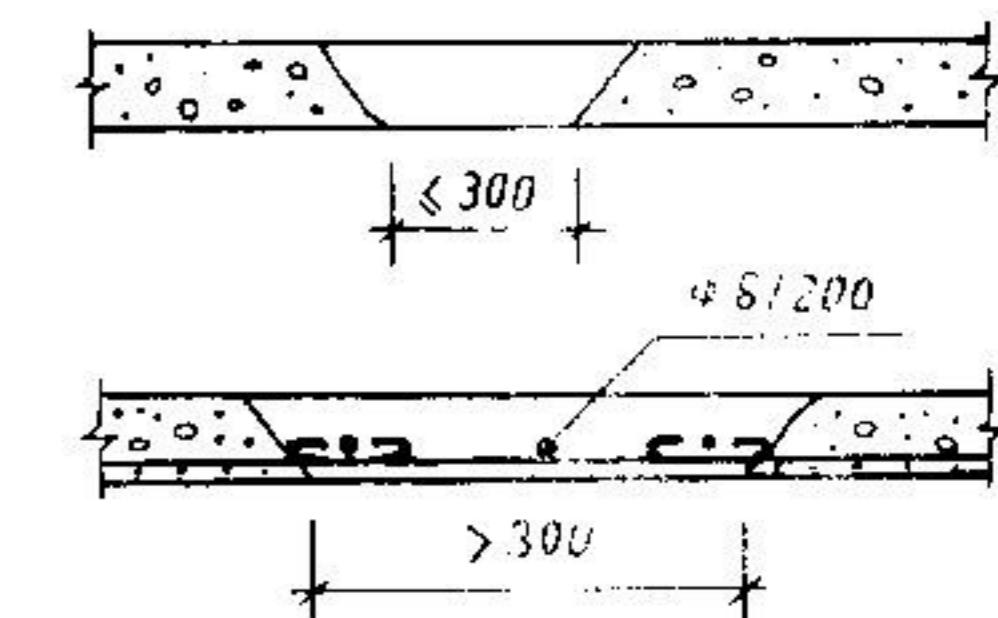
Đối với sàn

Khi cần bịt những lỗ hổng có sẵn trên sàn, tùy theo độ rộng hẹp và quy cách khác nhau mà áp dụng hình thức sửa chữa. Khi kích thước lỗ có đường kính không quá 300 mm thì vá sàn không cần tăng cường cốt thép mà chỉ dùng bêtông chèn lỗ. Để đảm bảo phần bêtông chèn khỏi bị trượt nên khoét lỗ với độ vát khoảng 45 đến 60° so với mặt phẳng nằm ngang (h.II.34).

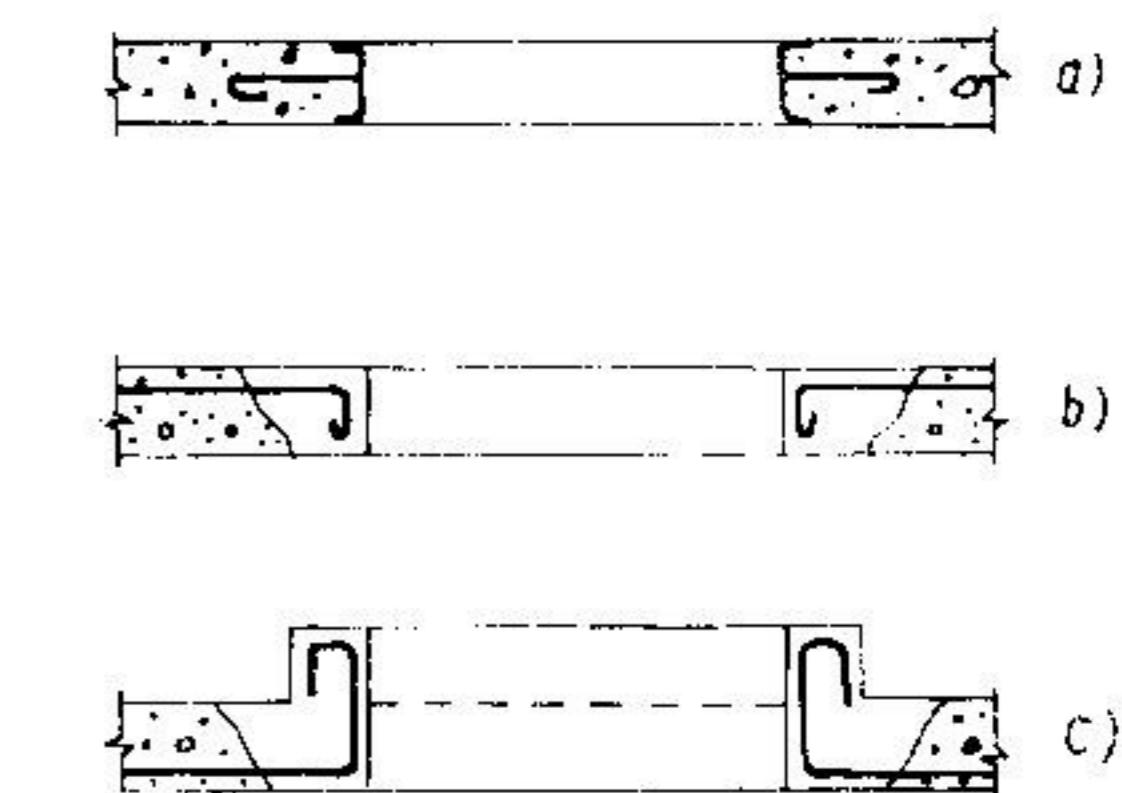
Khi cần bịt lỗ sàn có đường kính 300 mm $< D < 1000$ mm thì cần phải có cốt thép bổ sung. Những thép này phải nối với thép chịu lực của sàn. Tại miệng lỗ vẫn phải đục vát để chống trượt cho phần bêtông bổ sung (h.II.34).

Khi cần bịt lỗ sàn có đường kính vượt quá 1000 mm, do tính chất làm việc của sàn có thể thay đổi cho nên cần có tính toán kiểm tra lại khả năng chịu tải của nó.

Các lỗ sàn cũng có thể được bịt bằng những tấm bêtông cốt thép đúc sẵn hoặc các tấm thép có gờ tăng cường. Ngược lại khi cần khoét lỗ trên sàn bêtông cốt thép, miệng lỗ cần được gia cố bằng cốt thép hoặc gờ bêtông cốt thép (h.II.35) hay gờ thép hình.

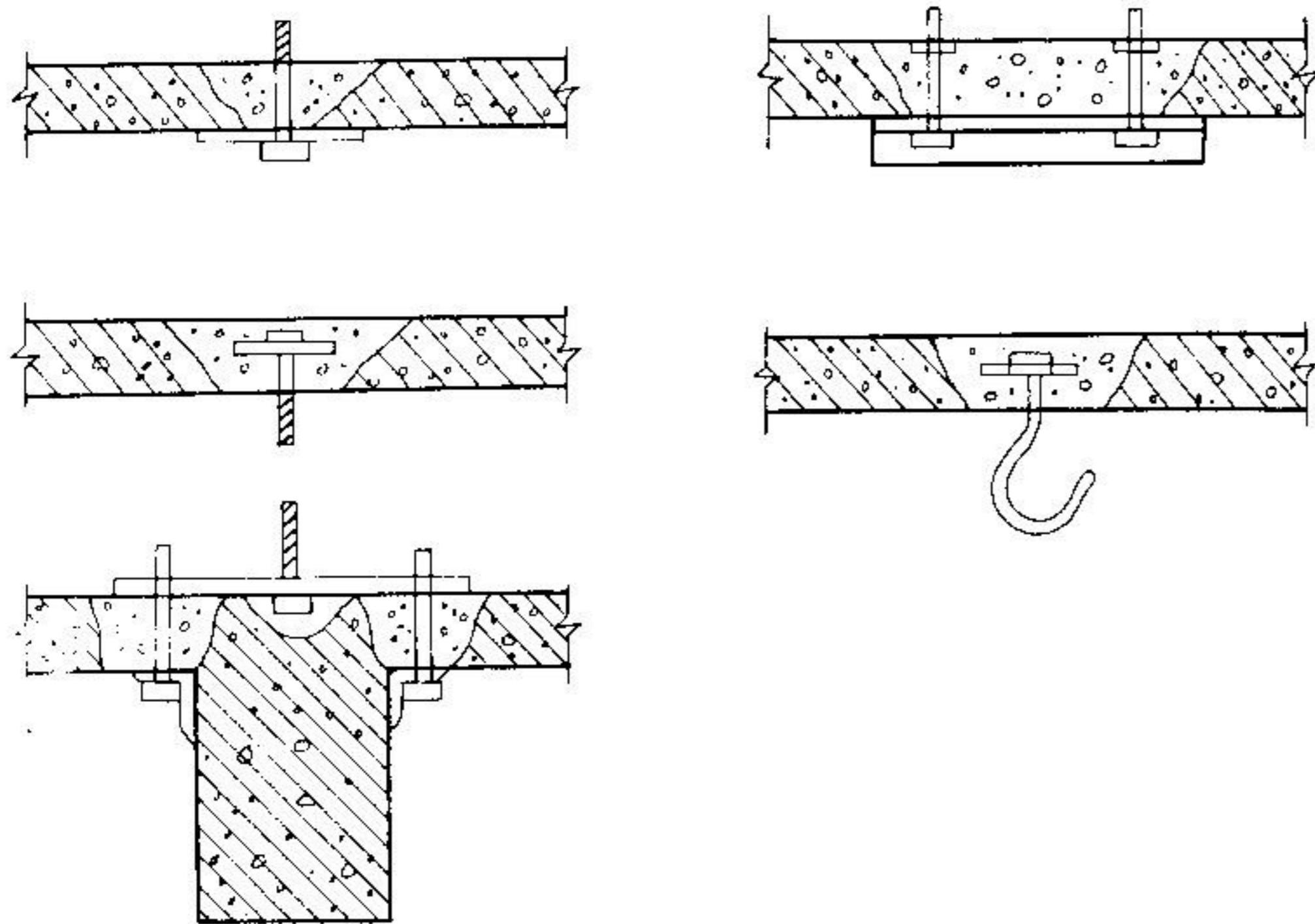


Hình II.34. Các тип hàn lỗ sàn



Hình II.35. Cấu tạo lỗ khoét trên mặt sàn

Trong trường hợp cần chôn bulông gắn các thiết bị mới cần phải neo bulông vào sàn hoặc dầm qua các bản neo chống nhổ. Chèn lỗ dùng bêtông sỏi nhỏ có mác không dưới 200 (h.II.36).



Hình II.36. Cấy bulông neo vào bêtông

Chương III

GIA CỐ KẾT CẤU GẠCH ĐÁ

§.III.1. Tình trạng hư hỏng của kết cấu gạch đá và nguyên tắc gia cố

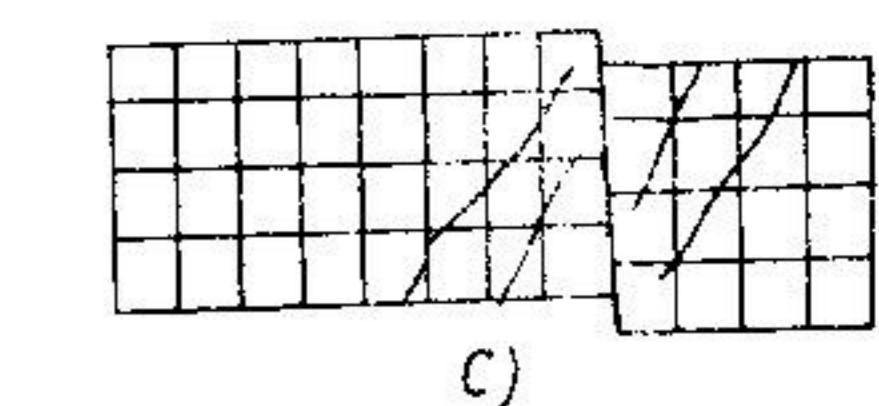
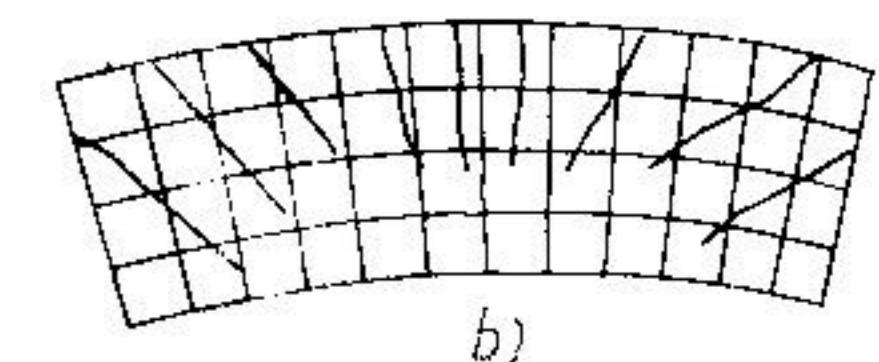
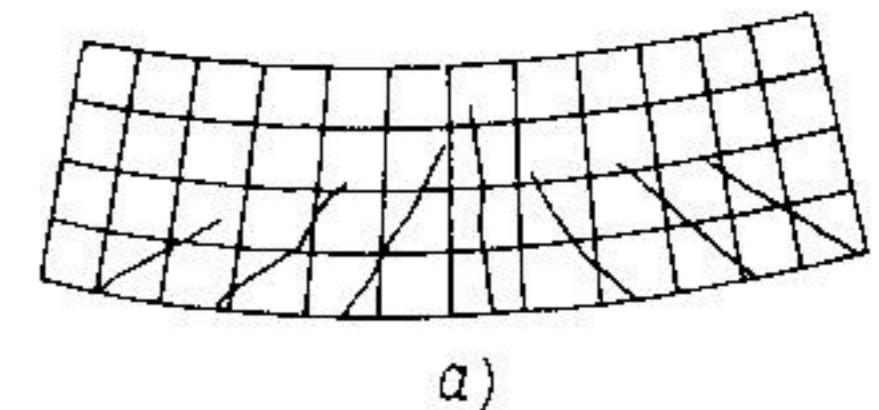
Tính chất và mức độ hư hỏng của kết cấu gạch đá phụ thuộc vào các yếu tố tác động lên công trình như đã nêu trong chương I. Những hư hỏng thường gặp của kết cấu gạch đá gồm:

a- Sự xuất hiện các vết nứt

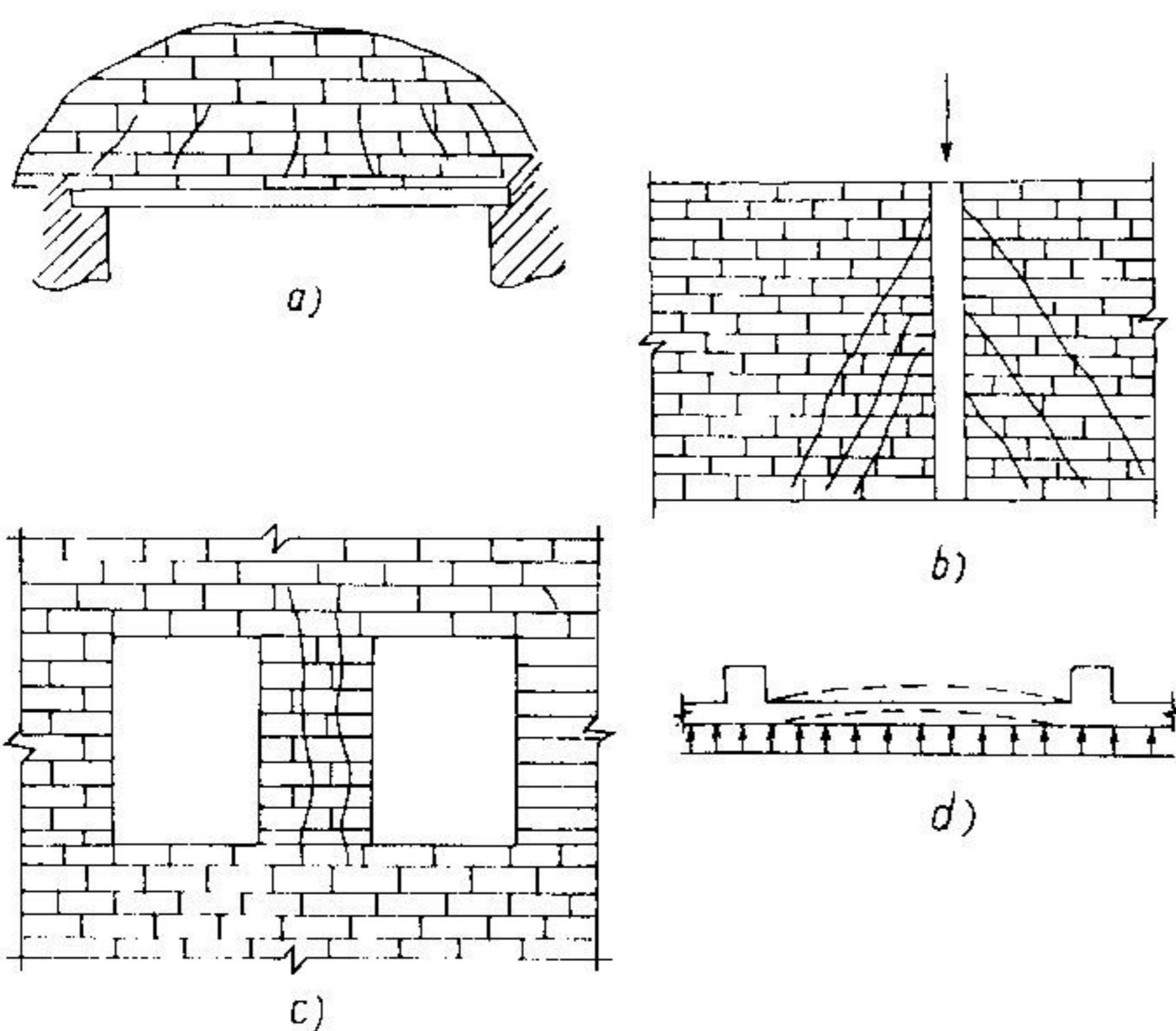
Có nhiều nguyên nhân gây nứt nhưng chủ yếu là :

- *Do hiện tượng lún không đều của nền móng.* Sự phân bố những vết nứt này phụ thuộc vào dạng lún của công trình. Có ba dạng lún cơ bản : *lún vồng*, *lún vồng* và *lún trượt* (H.III.1). Trong trường hợp lún vồng, các vết nứt thường xuất phát từ phần dưới của công trình và tập trung vào khoảng giữa (h.III.1a). Trong trường hợp lún vồng, các vết nứt thường xuất phát từ phần trên (mái) công trình và phân bố tương đối đều đặn theo chiều dài công trình, tại hai đầu thường xuất hiện những vết nứt xiên (h.III.1b). Trong trường hợp lún trượt, các vết nứt thường chỉ tập trung tại phạm vi công trình bị trượt (h.III.1c).

- *Do biến dạng quá lớn của kết cấu đỡ tường.* Đó là trường hợp các dầm tường, các lanh tô cửa v.v... không đảm bảo khả năng chịu tải hoặc vượt



Hình III.1. Các dạng lún của công trình và sự phân bố các vết nứt [3]



Hình III.2. Các dạng vết nứt

quá biến dạng cho phép. Các vết nứt thường xuất phát từ mặt trên của đầm tường và phát triển lên phía trên (h.III.2a).

- *Do tải trọng tập trung quá lớn.* Đó là trường hợp lực tập trung tác dụng lên trụ tường có xu hướng xé rách mảng tường tiếp giáp (h.III.2b). Trong trường hợp này những vết nứt có chiều hướng đi xiên tập trung vào điểm tác dụng của tải trọng. Hoặc trường hợp kết cấu chịu nén quá mức, chẳng hạn mảng tường giữa hai lỗ cửa không đủ khả năng chịu tải sẽ xuất hiện các vết nứt thẳng đứng (h.III.2c).

- *Do vượt quá giới hạn chịu kéo trong những kết cấu xuất hiện ứng suất kéo (h.III.2d) hoặc do các tải trọng động đất, gió bão, sự cố công nghệ hoặc bom đạn v.v... đều có thể xuất hiện vết nứt.*

Tất cả các vết nứt trên đều thể hiện rất rõ trên mặt vữa trát ngoài, nhưng cũng có trường hợp do vết nứt nhỏ, lớp vữa thường có độ co giãn tốt hơn cho nên các vết nứt không xuất hiện ở lớp vữa. Trong trường hợp này cần tiếp tục khảo sát thêm, đặc biệt là tại phạm vi tiếp nối với các vết nứt đã thấy rõ.

b- Tường bị nghiêng

Có thể do thiếu giằng ngang, do lực đẩy của kết cấu đỡ mái, do đất nền bị lún lệch hoặc cũng có thể do thi công sai từ đầu làm cho tường bị nghiêng.

c- Tường bị ẩm ướt thường xuyên

Hiện tượng này xảy ra đối với những công trình nằm trong vùng có mức nước ngầm cao. Do công trình bị lún, lớp vữa chống thấm trên mặt móng đã chìm xuống dưới mặt nền tạo điều kiện cho nước ngầm thẩm thấu lên phía trên của tường. Tình trạng này cũng có thể xảy ra đối với những công trình có tiếp xúc với nước (khu vệ sinh, các công đoạn rửa v.v...) không được ốp lát tốt làm cho nước thấm vào chân tường và mao dẫn lên trên. Khi bị ẩm ướt, gạch và vữa dễ bị mòn theo thời gian, do đó khả năng chịu tải sẽ bị giảm.

d- Do chất lượng vật liệu không đảm bảo

Gạch và vữa không đủ cường độ do đó khối xây không đảm bảo khả năng chịu tải hoặc làm việc lâu dài.

e- Do công trình làm việc trong môi trường ăn mòn

Tính chất cơ lý của vật liệu bị giảm đi nhanh chóng khi công trình làm việc trong môi trường ăn mòn. Hiện tượng này được thể hiện khá rõ từ mặt ngoài. Nhiều khi lớp trát bị bong, gạch đá bị mòn, thường xuyên ẩm ướt và khả năng chịu tải của kết cấu bị giảm mạnh.

Ngoài những hư hỏng kể trên, còn phải kể đến những bất hợp lý về mặt sử dụng của công trình cần phải được cải tạo cho phù hợp với yêu cầu mới.

Căn cứ vào tính chất và mức độ hư hỏng, đồng thời căn cứ vào yêu cầu sử dụng mới của công trình và điều kiện thực tế mà đề ra giải pháp gia cố cho phù hợp.

Về nguyên tắc chung, các giải pháp gia cố cần đáp ứng được những đặc điểm đã nêu trong chương I. Riêng đối với kết cấu gạch đá cần đặc biệt chú ý những nguyên tắc sau :

- Loại trừ nguyên nhân gây hư hỏng, chẳng hạn chỉ xử lý vết nứt sau khi đã loại trừ được hiện tượng lún không đều hoặc chưa thể dùng bất kỳ một giải pháp chống ăn mòn nào khi chưa loại trừ được tác nhân ăn mòn kết cấu.

- Tận dụng khả năng chịu nén của khối xây tránh để xảy ra các dạng ứng suất khác biệt là ứng suất kéo.

- Liên kết chặt chẽ kết cấu gia cố với kết cấu được gia cố, đảm bảo sự làm việc đồng thời.

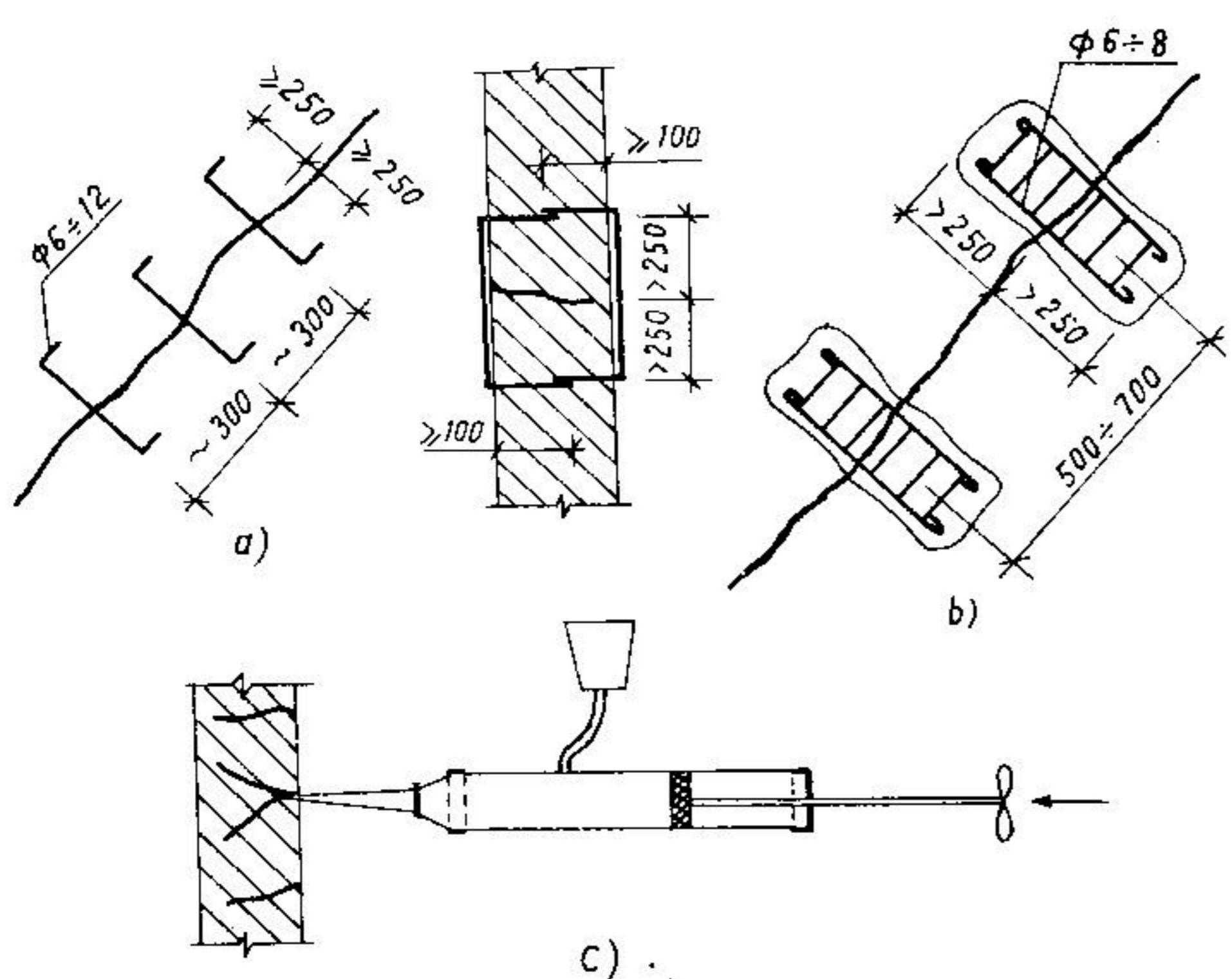
- Để gia cố kết cấu gạch đá có thể dùng vật liệu gạch đá, bê tông cốt thép hoặc thép.

§III.2. Gia cố tường gạch

1. Gia cố các vết nứt

Trước khi xử lý các vết nứt cần phân biệt rõ nguyên nhân gây ra vết nứt đó, mức độ trầm trọng của vết nứt và phải kiểm tra xem vết nứt còn hoạt động hay đã ổn định. Trong trường hợp vết nứt đã ổn định, có thể tiến hành gia cố bằng các phương pháp sau đây.

- Dùng thép tròn $\phi 6 \div 12$ mm có dạng U có đầu nhọn đóng vào tường vắt qua và thẳng góc với vết nứt. Thép này được đóng cả hai bên mặt tường nếu vết nứt xuyên suốt chiều dày tường. Khoảng cách giữa các thép này vào khoảng $300 \div 500$ mm (h.III.3a).



Hình III.3. Gia cố vết nứt

- Trong trường hợp cần chống trượt giữa các mảng tường hai bên vết nứt thì nên gia cố vết nứt bằng các chốt bêtông cốt thép. Chốt được đặt vuông góc với vết nứt. Bề dày chốt bằng bề dày tường. Chốt được cấu tạo bằng bêtông có mác không dưới 150, thép $\phi 6 \div 8$ loại AI. Chốt có hình hơi loe ngoài để có tác dụng ngầm chặt. Khoảng cách các chốt này bằng 500 - 700 mm (h.III.3b).

Sau khi vết nứt đã được gia cố bằng cốt thép hoặc chốt bê tông cốt thép, cần bơm sữa xi măng lấp đầy vết nứt. Khi bê rộng vết nứt dưới 2 mm, có thể dùng sữa xi măng với tỷ lệ nước trên xi măng $N/X = 10$ (h.III.3c).

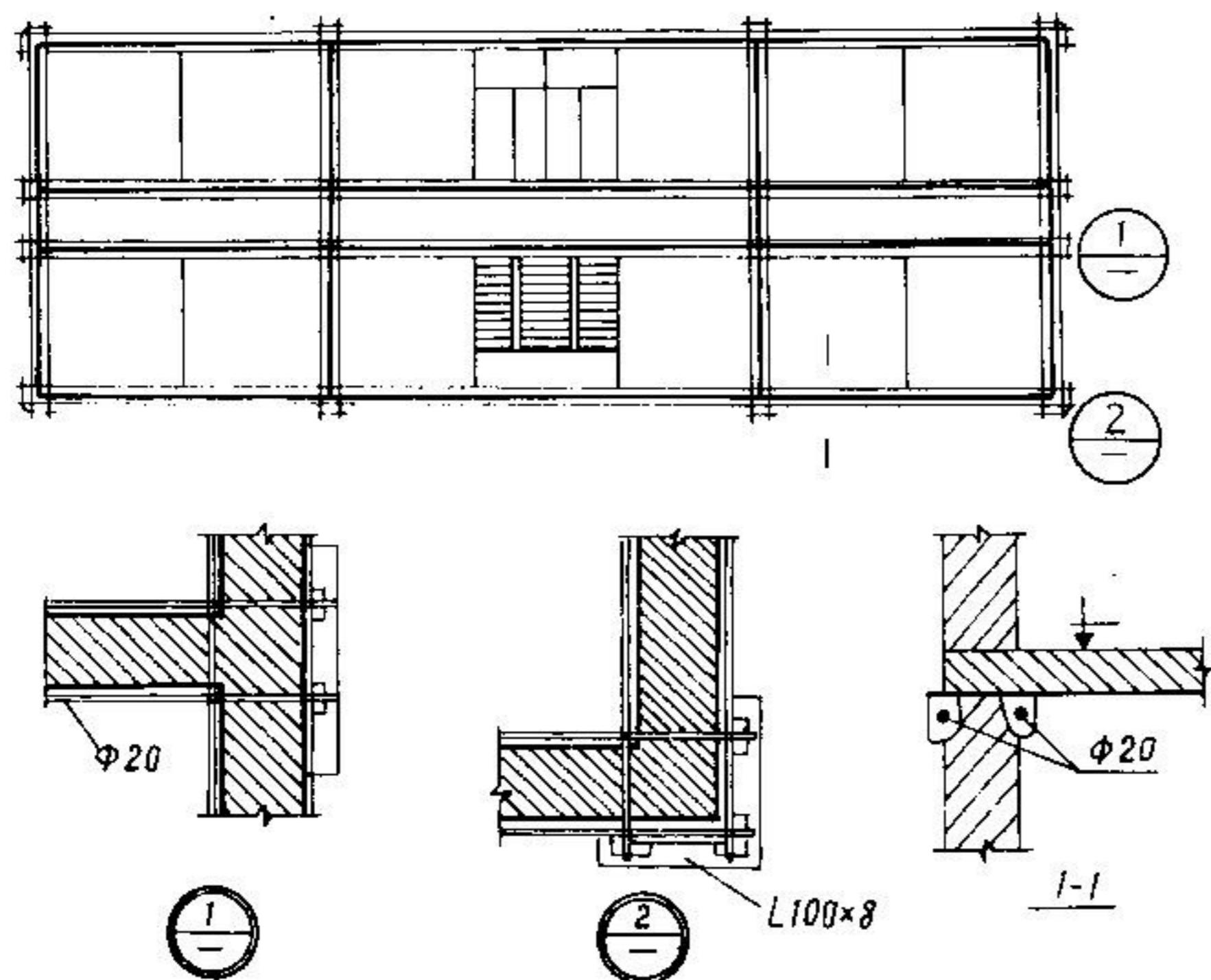
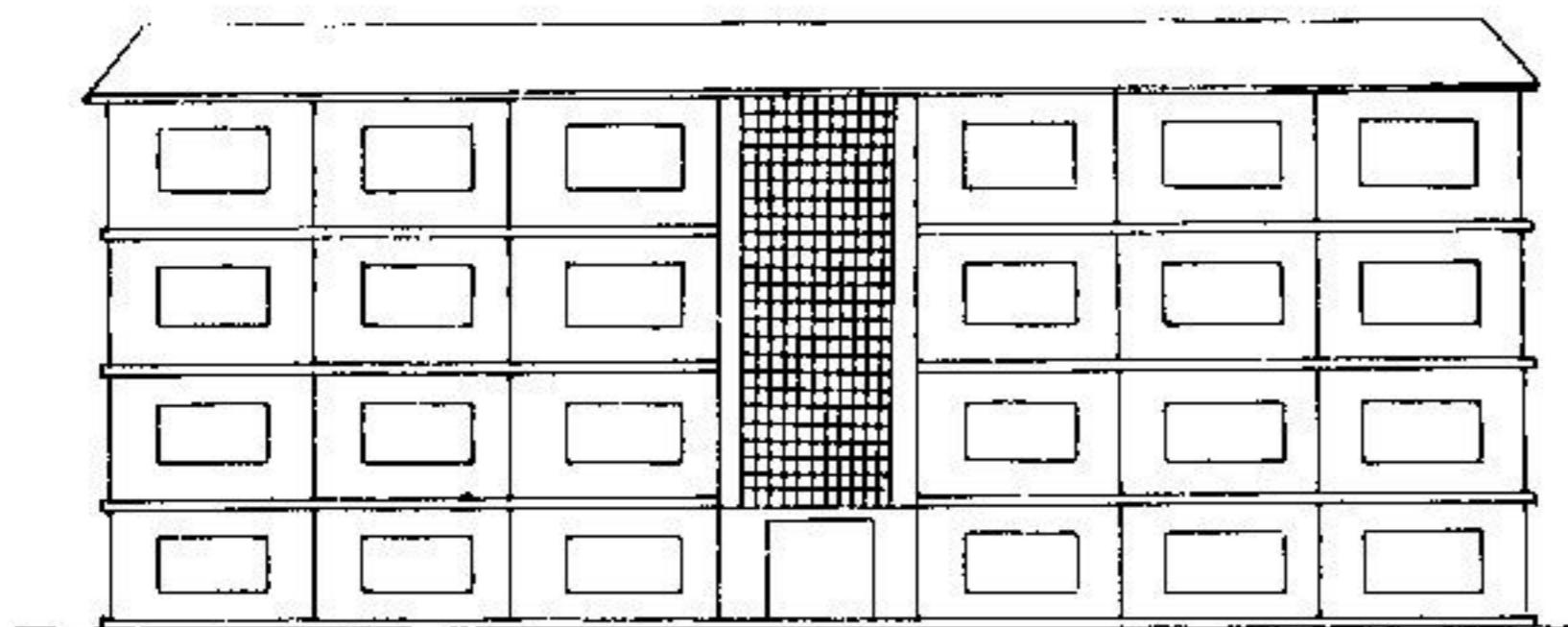
Trường hợp các vết nứt hoạt động, chẳng hạn các vết nứt do lún không đều đang phát triển, cần tiến hành gia cố nền móng để hạn chế lún của nền đất đồng thời cần tăng cường độ cứng của công trình bằng hệ thống giằng thép hoặc bêtông cốt thép. Cần cứ vào dạng lún vồng hoặc lún vòng mà bố trí hệ giằng tăng cứng. Khi công trình bị lún vồng thì giằng được bố trí phần dưới của công trình, ngược lại khi bị lún vòng thì hệ giằng nên bố trí tại phần trên công trình. Đối với các công trình có độ lún không đều nói chung nên bố trí hệ giằng tăng cứng tại các độ cao móng, mái và các tầng sàn dọc suốt theo chiều dài của nhà (h.III.4).

Thép làm giằng nên dùng thép tròn loại AI, AII. Để tăng hiệu quả của giằng nên tạo ứng lực trước trong giằng khoảng $0,3 \div 0,4 R_a$. Việc gây ứng lực trước có thể thực hiện bằng nhiệt hoặc bằng cơ học (hệ thống tăng đơ). Tại các vị trí neo cần bố trí các bản tựa bằng thép để bảo vệ khối xây bị ép mặt.

Các thanh giằng bằng thép tròn được ép vào mặt tường và bọc lại bằng vữa hoặc bêtông sỏi nhỏ để đảm bảo thẩm mỹ cho công trình. Trong trường hợp cho phép có thể tạo khe trong tường để đặt thanh giằng trong mặt tường.

Trong trường hợp cần thực hiện hệ giằng bằng bêtông cốt thép có thể tiến hành thi công theo phương pháp đầm Pynford. Đó là phương pháp chèn một đầm bêtông cốt thép vào một bức tường có sẵn.

Tiết diện của thép giằng được tính toán dựa trên bài toán về sự làm việc đồng thời giữa nền và công trình. Để đơn giản có thể



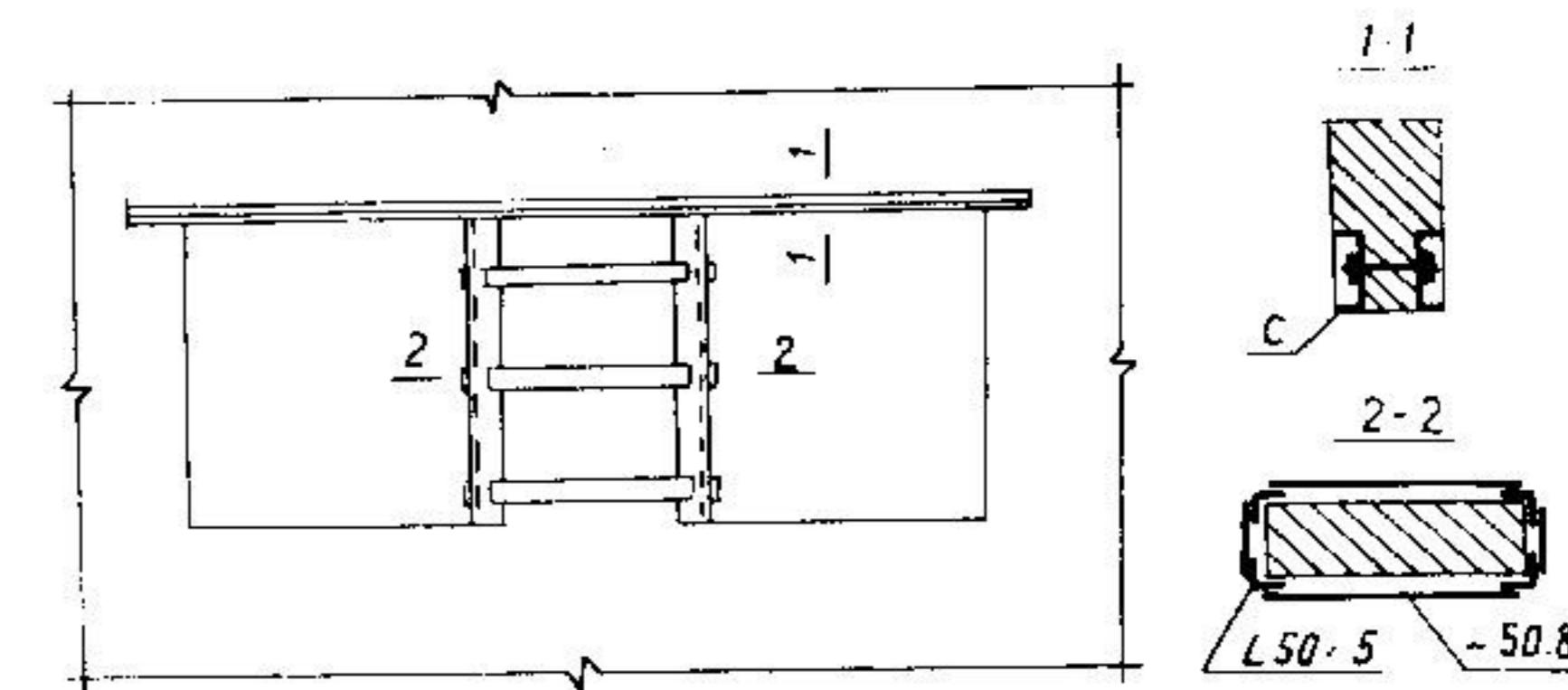
Hình III.4. Bố trí hệ giằng tăng cứng

dựa vào điều kiện cân bằng giữa độ bền của thép giằng với nội lực trong tường, ta có [3]

$$N = 0,2[\tau] l.g, \quad (3.1)$$

trong đó τ - cường độ tính toán chịu cắt của khối xây, t/m^2 ; l, g - chiều dài và bề dày của tường cần gia cố, m.

- Đối với các vết nứt do lực nén vượt quá khả năng chịu tải (chẳng hạn các vết nứt ở mảng tường nằm giữa hai lỗ cửa) nên gia cố bằng cách ốp thép hình, tạo thành một trụ chống vững chắc (h.III.5). Sau đó bơm sửa ximăng chèn đầy các vết nứt.



Hình III.5. Gia cố mảng tường giữa hai lỗ cửa

- Tại các vị trí chịu lực tập trung quá lớn nên đặt thêm bản gối bằng thép hoặc bằng bêtông cốt thép. Kích thước của bản gối cần được tính toán kiểm tra theo điều kiện chịu lực ép mặt và sự phân bố ứng lực trong khối xây (h.III.6).

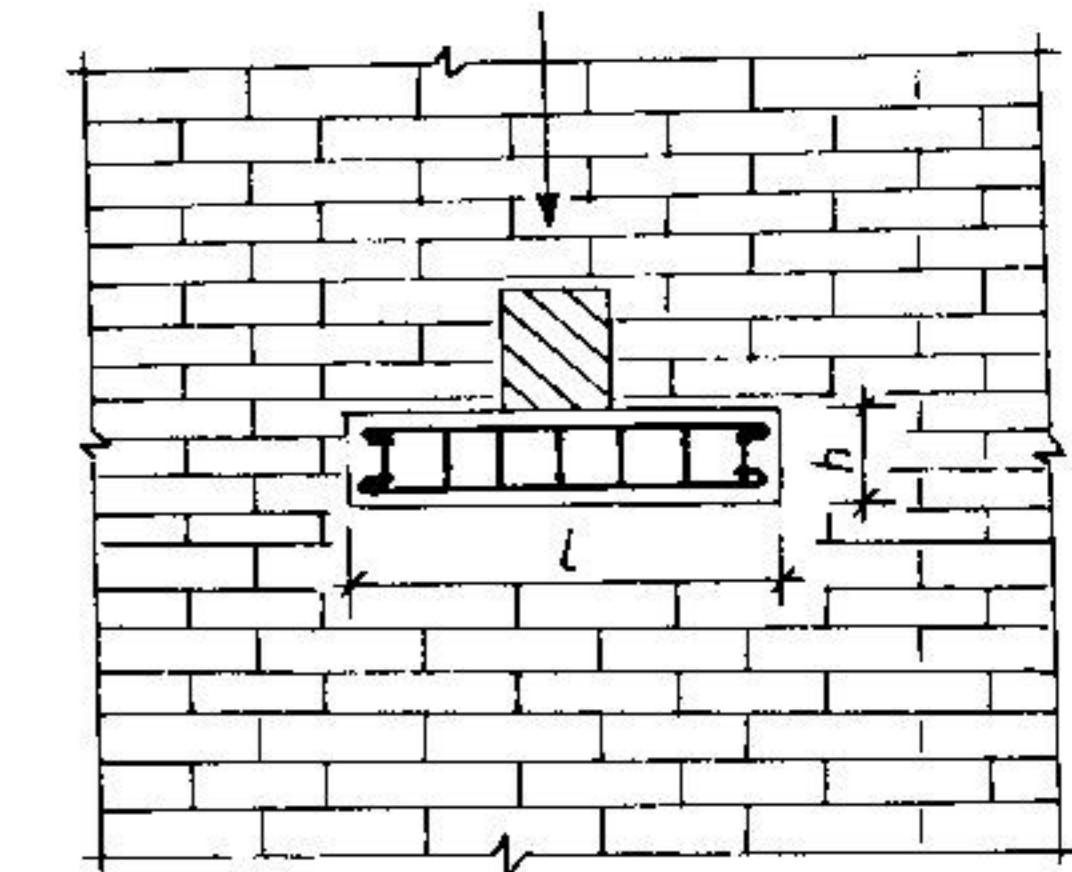
- Đối với các vết nứt của tường nằm trên dầm tường bị vông, trước hết cần gia cố dầm tường rồi sau đó mới xử lý vết nứt theo các phương pháp đã trình bày trên.

2. Đối với các bức tường bị ẩm do hiện tượng thấm thấu

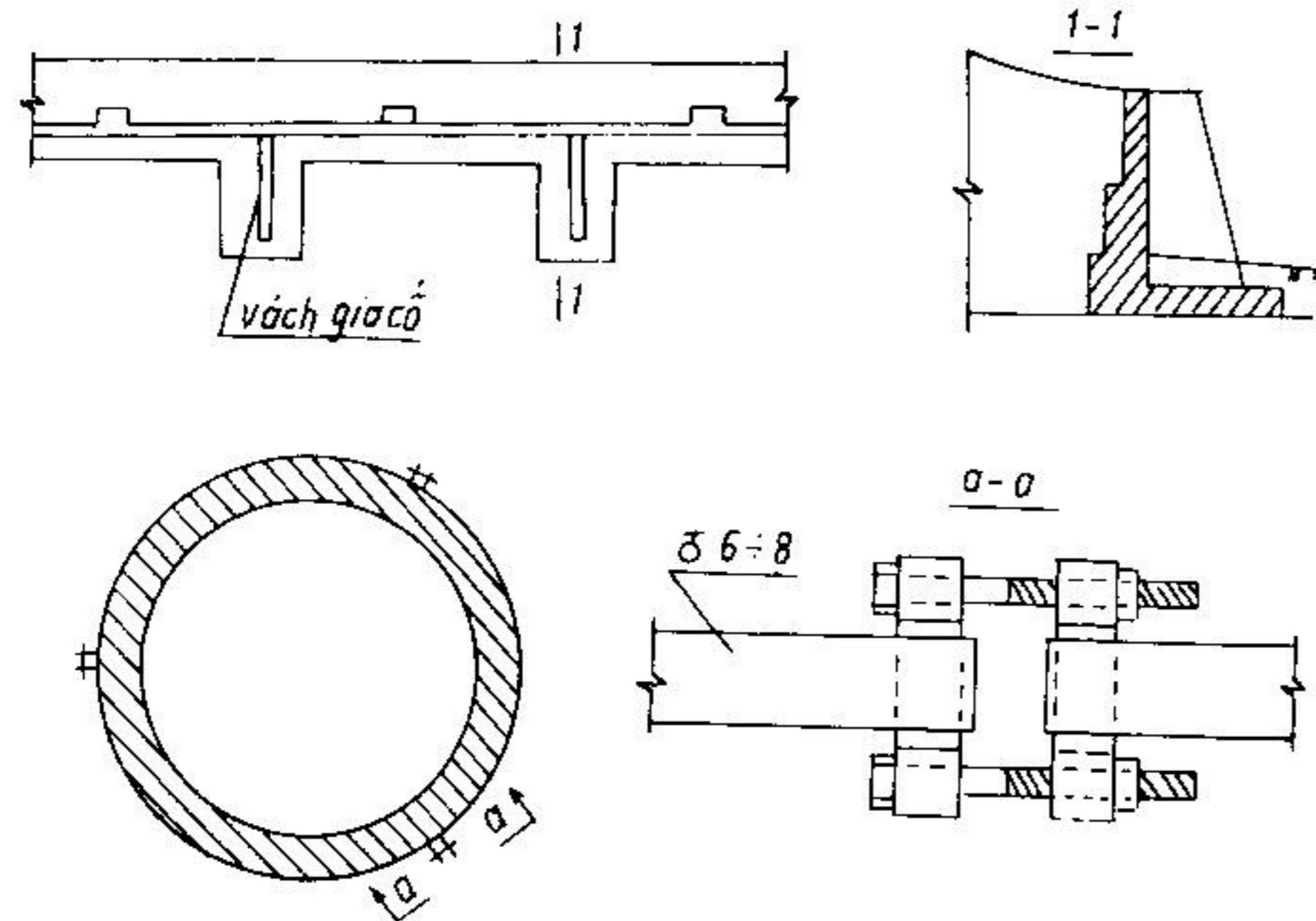
Để cách ly nguồn nước có thể thấm thấu lên phía trên, cách tốt nhất là tạo được một hệ giằng bêtông cốt thép tại chân tường nơi tiếp xúc với độ ẩm. Trước khi đổ bêtông giằng cần trát một lớp vữa chống thấm bằng ximăng cát M100 dày $15 \div 20$ mm. Để thi công hệ giằng này có thể sử dụng phương pháp đầm Pynford. [15].

3. Trong trường hợp khối xây bị mòn

Khối xây bị mòn do vật liệu kém chất lượng hoặc do bị ăn mòn quá nặng thì nên phá bỏ làm lại vì việc gia cố sẽ rất phiền phức, tốn kém mà hiệu quả không cao. Còn trong trường hợp bị ăn mòn nhẹ có thể xử lý chống ăn mòn theo các giải pháp trình bày ở Hình III.6. Cấu tạo bản gối dưới tải trọng tập trung



4. Gia cố tường bị nứt do ứng suất kéo

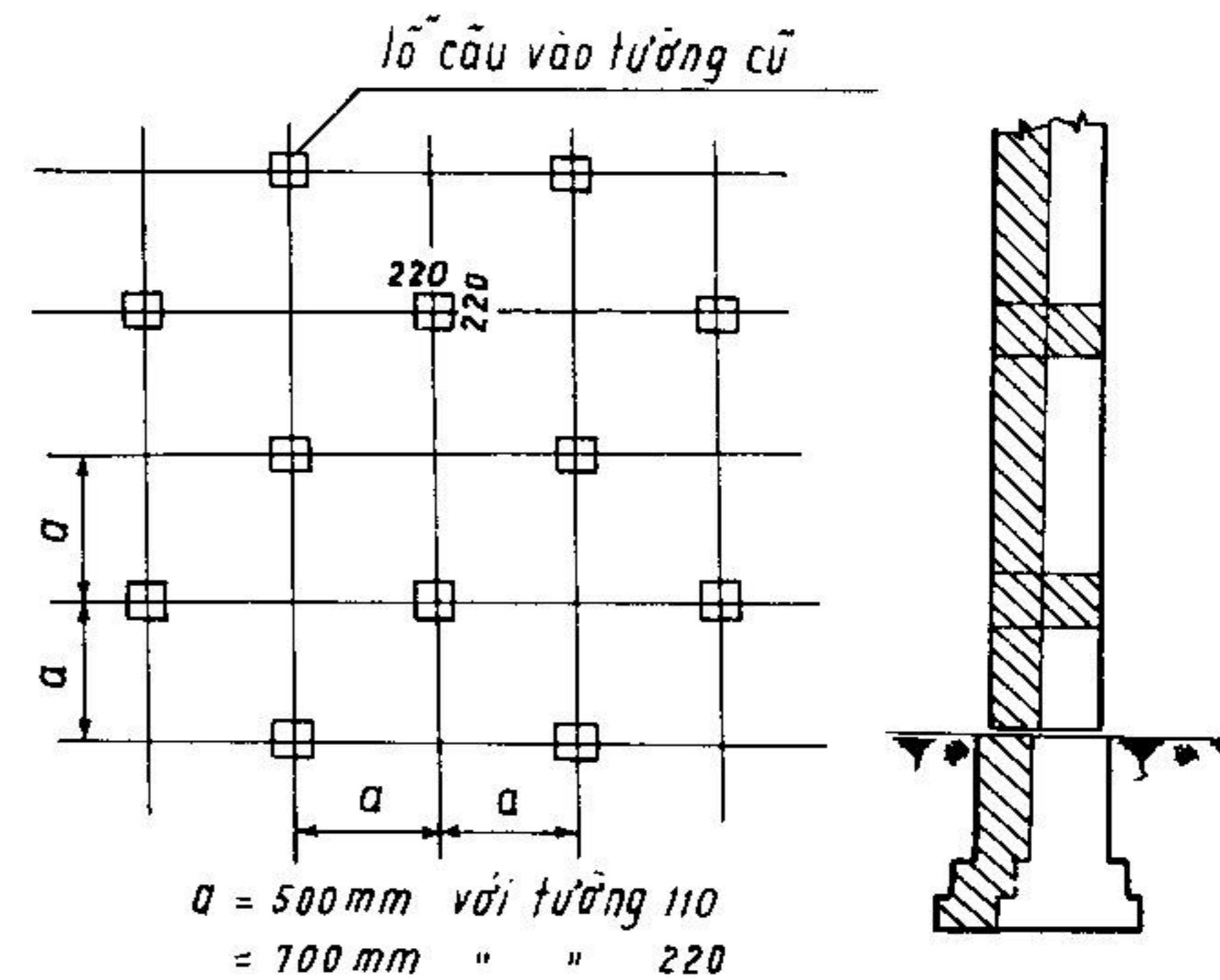


Hình III.7. Gia cố tường bị nứt do xuất hiện ứng suất kéo

Trong trường hợp tường bị nứt do ứng suất kéo vì chịu uốn như kết cấu tường chắn, bể chứa..., có thể gia cố bằng các vách chống (h.III.7a), hoặc vì chịu nhiệt như ống khói, lò đốt có thể gia cố bằng đai thép (h.III.7b). Trong trường hợp tường bị nghiêng, trước khi gia cố cần có biện pháp sao cho công trình trở lại cân bằng rồi mới tiến hành gia cố cục bộ.

5. Gia cố tường gạch bằng cách ốp

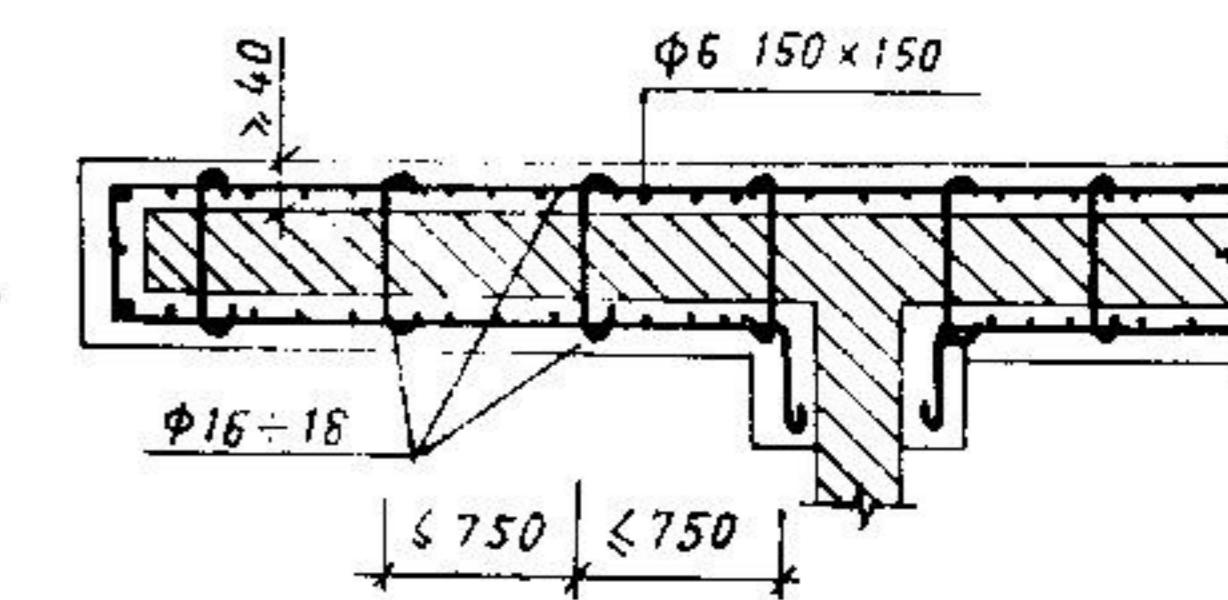
Để tăng cường khả năng chịu tải của tường có thể xây ốp thêm chiều dày của tường. Để đảm bảo sự tham gia làm việc của phần ốp thêm cần phải có liên kết vững chắc giữa hai phần tường. Muốn vậy cần phải đục những lỗ trên tường cũ để khi xây cầu tường mới vào. Cũng có thể chèn những lỗ này bằng bêtông. Số lượng các lỗ này tùy theo chiều dày của tường; đối với tường nửa gạch cứ $1m^2$ để hai lỗ $220x210$ mm, đối với tường một gạch cứ $1m^2$ để một lỗ $340x280$ mm. Lớp trát trên tường cũ phải cạo bỏ. Cần chú ý rằng khi ốp tường thì cần phải ốp thêm móng để có chỗ tựa của phần tường ốp cũng như để tránh sự làm việc lệch tâm của móng (h.III.8).



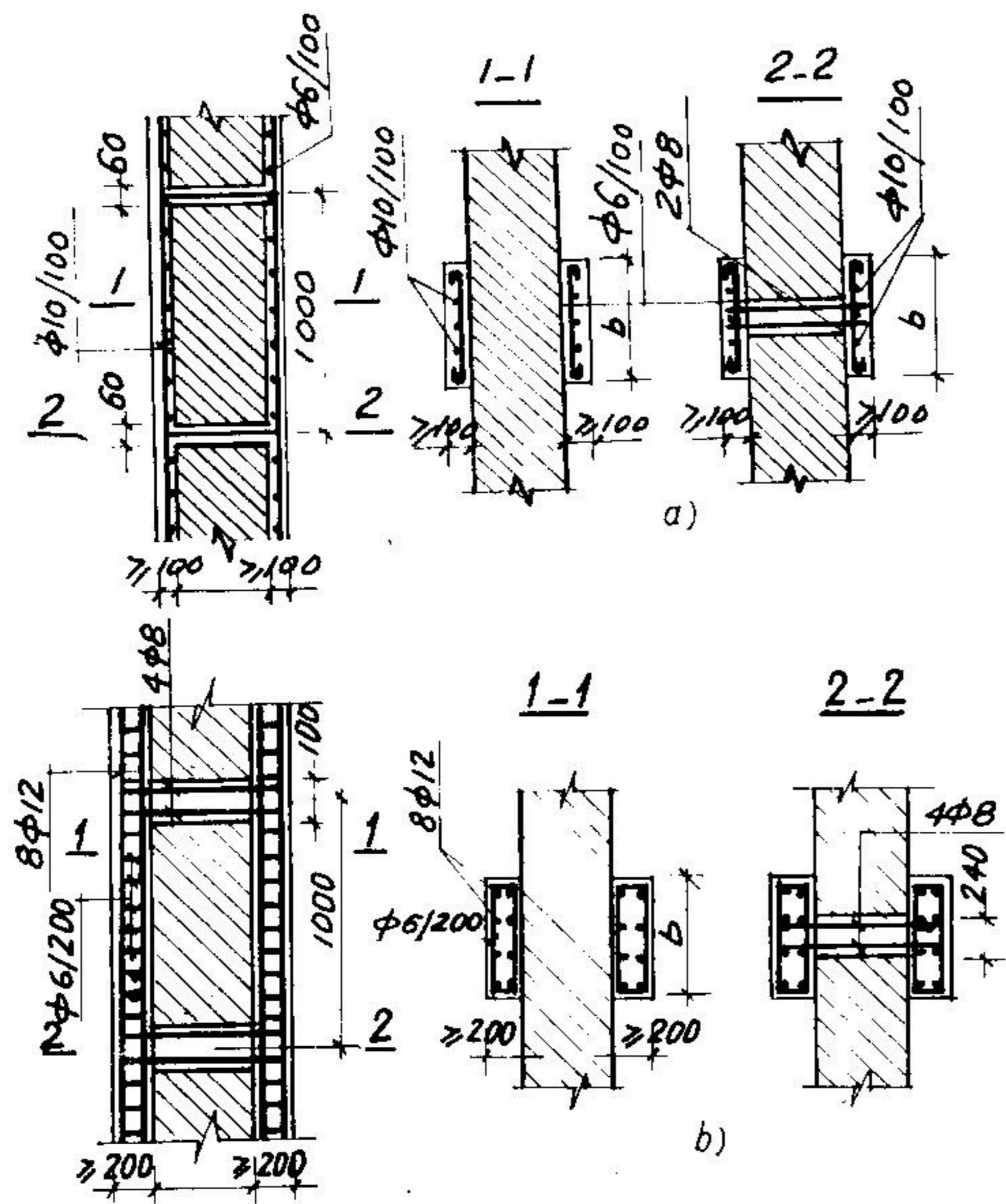
Hình III.8. Gia cố tường bằng cách ốp

6. Gia cố tường bằng cách ốp bêtông cốt thép

Khi cần gia tăng đáng kể tải trọng tác dụng lên tường, chẳng hạn chồng thêm tầng nhà hoặc cần đặt những thiết bị có tải trọng lớn, có thể ốp bêtông cốt thép vào tường cũ từ hai phía (h.III.9). Chiều dày tối thiểu của bêtông ốp ngoài không dưới 40 mm, mác bê tông không dưới 150 . Lưới thép $\phi 6$ khoảng cách từ 150 tới 200 mm. Để đảm bảo sự tham gia chịu lực của phần ốp bêtông cốt thép cần đặt các thép phụ $\phi 14 \div 18$ mm khoảng cách khoảng 750 mm theo chu vi tường và cứ cách $2,5d$ (d - bề dày tường) theo chiều cao các thép phụ đó lại đặt một thanh ngang $\phi 14-18$ mm câu qua tường nối liền hai tấm lưới thép với nhau. Trước khi đổ bêtông phần ốp cần đục bỏ lớp vữa cũ của tường để tăng cường sự liên kết giữa phần ốp với tường cũ.



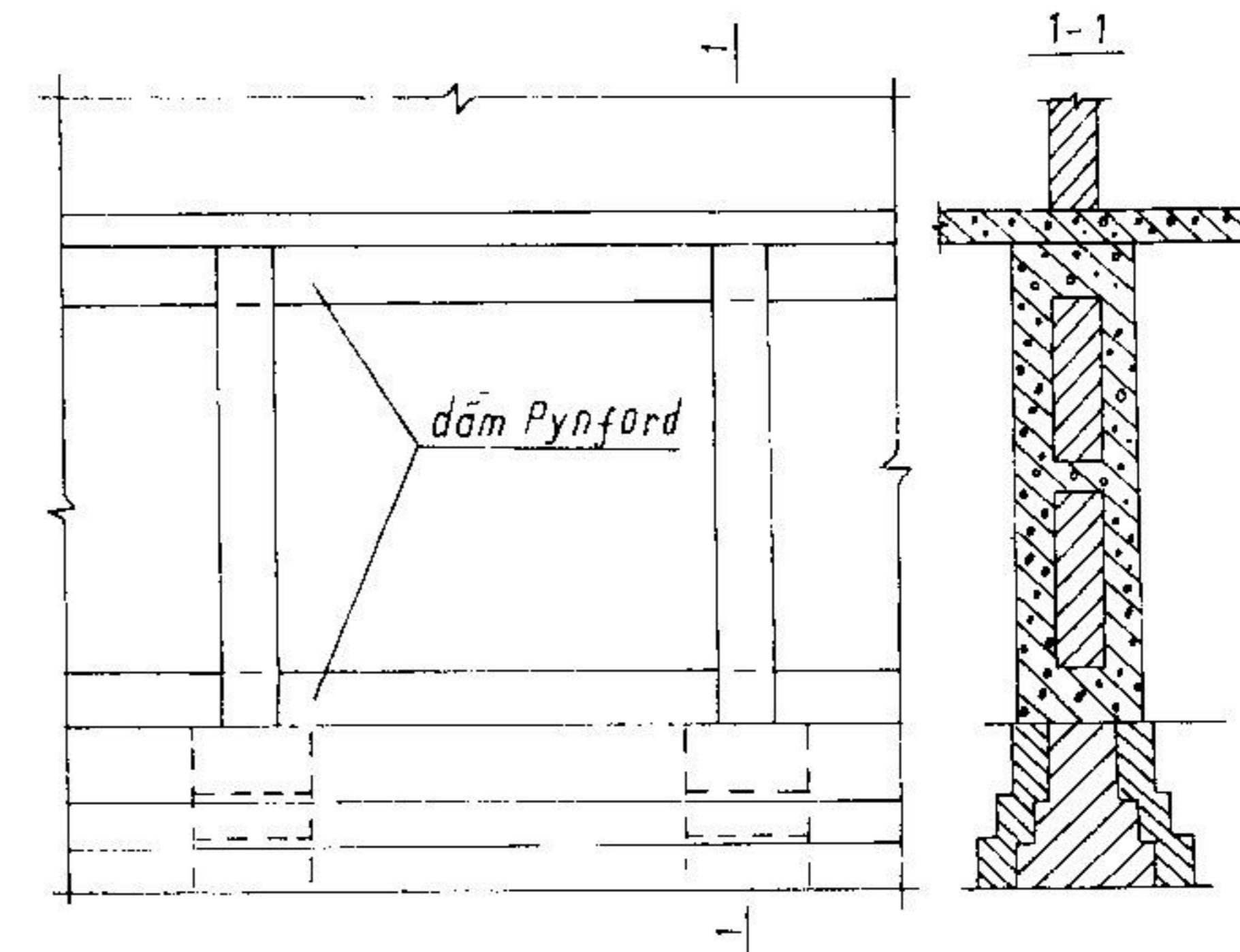
Hình III.9. Gia cố tường bằng cách ốp bê tông cốt thép



Hình III.10. Cấu tạo đố tường bằng bê tông cốt thép

7. Gia cố tường bằng các đố bêtông cốt thép

Khi được tăng cường bằng các đố bêtông cốt thép, tường được tăng thêm độ cứng cũng như khả năng chịu tải, đặc biệt có lợi khi tường chịu tải trọng ngang. Kích thước và khoảng cách đố phụ thuộc vào yêu cầu chịu tải mới của tường. Đố tường được cấu tạo từ hai phía mặt tường tạo thành một trụ hai nhánh. Các nhánh này được nối với nhau qua các thanh ngang câu qua tường. Khoảng cách các thanh ngang này có thể từ 700 đến 1000 mm. Tiết diện nhánh của đố tường và diện tích cốt thép được xác định theo tính toán. Cốt thép dọc của nhánh trụ tường có thể bố trí một lớp hoặc hai lớp (h.III.10). Các cốt thép dọc có đường kính không dưới 12 mm, cốt thép dài $\phi 6$ khoảng cách 150-120 mm.



Hình III.11. Liên kết đố tường vào kết cấu chịu lực của công trình

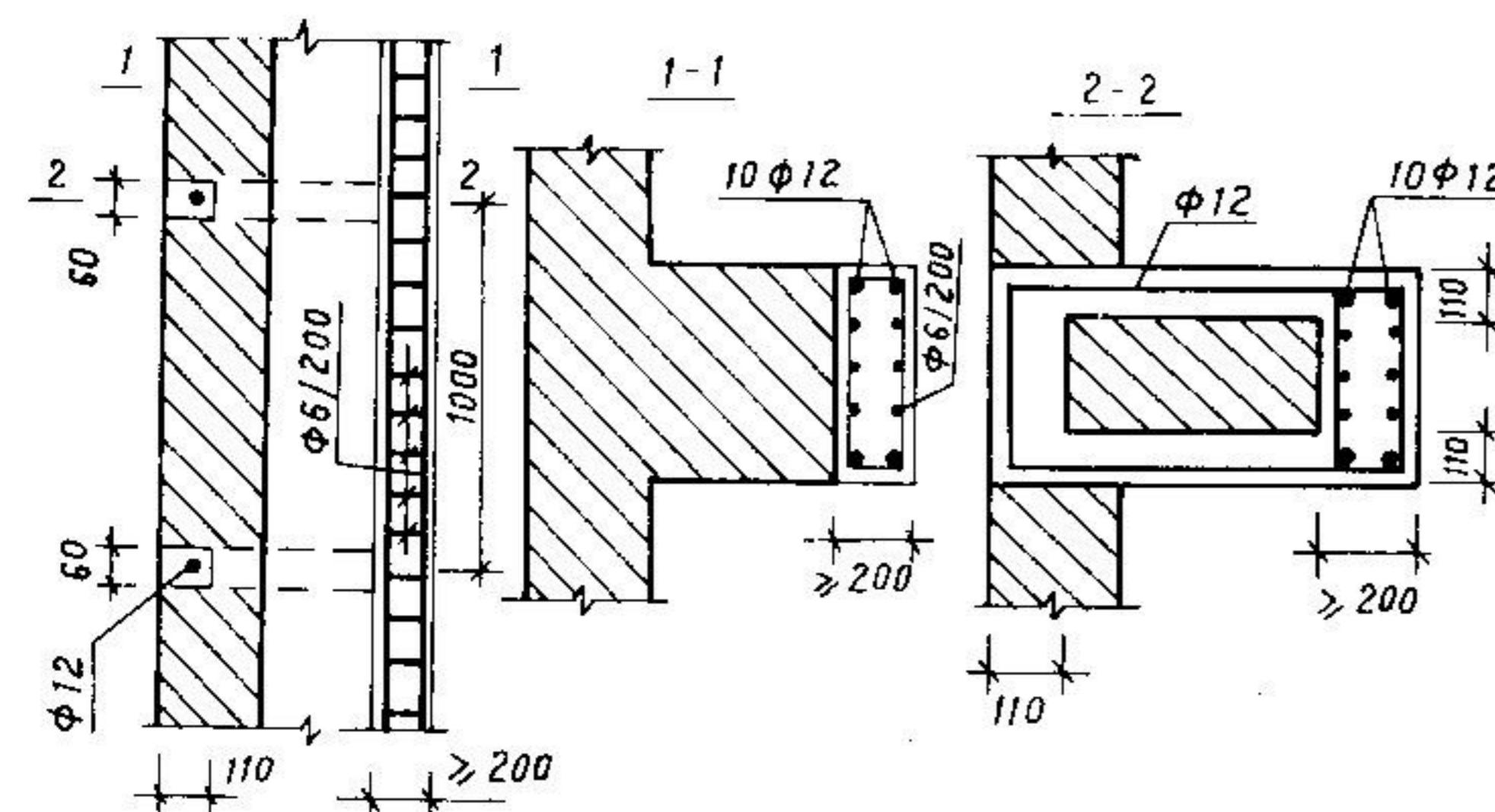
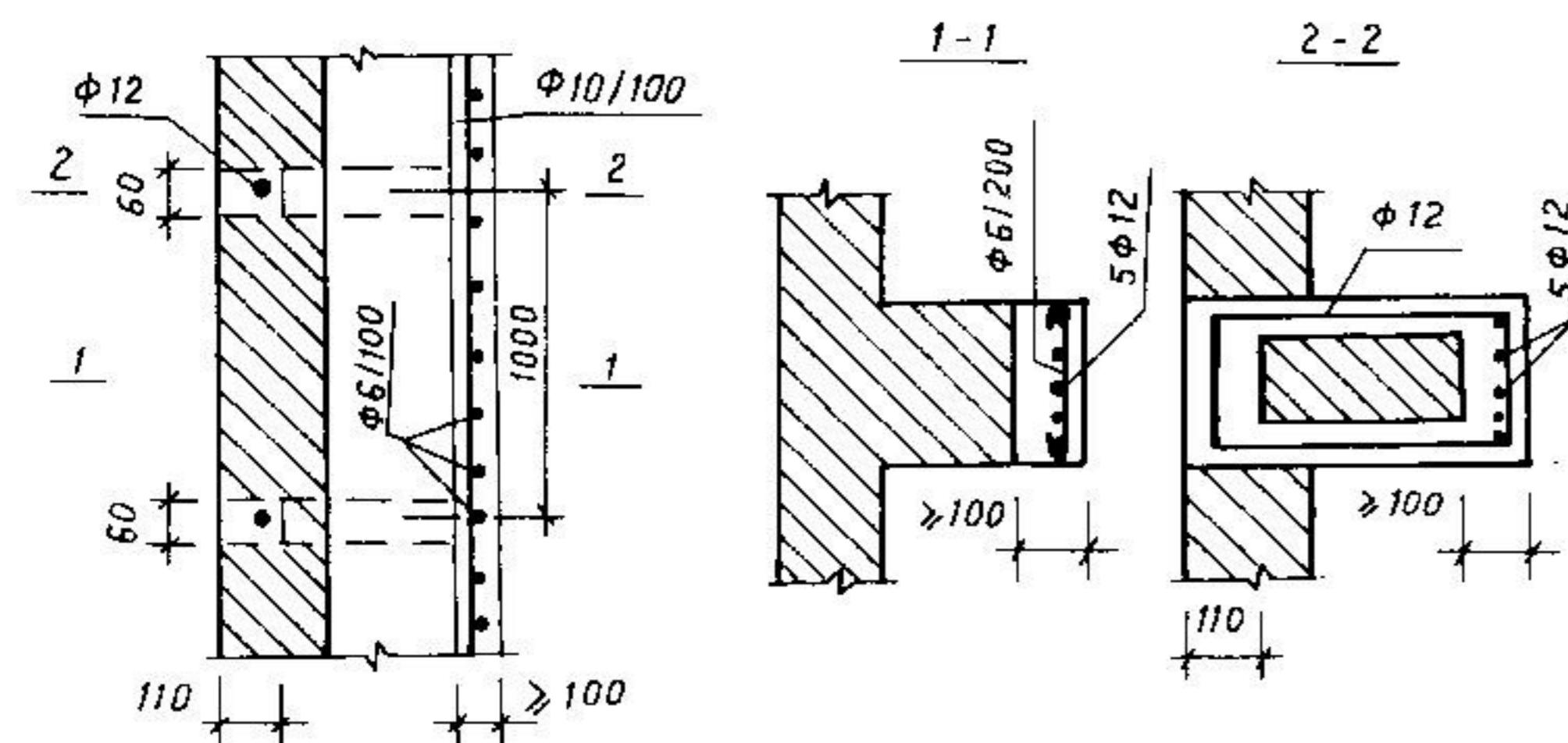
Để đảm bảo khả năng truyền lực của đố tường, đầu trên và đầu dưới của đố được liên kết trực tiếp với kết cấu chịu lực của công trình như các dầm tường, dầm móng hoặc móng. Trong trường hợp cần thiết có thể đặt thêm dầm tường để liên kết đố tường. Các dầm này được thi công nhờ dụng cụ Pynford [15].

§.III.3. Gia cố trụ gạch

Có hai loại trụ gạch : trụ độc lập và trụ liền tường (tường bỗ trụ). Có thể gia cố trụ gạch bằng cách ốp thêm gạch tăng cường tiết diện trụ nhưng thường thì người ta ốp bằng kết cấu bê tông cốt thép hoặc thép hình vì như vậy hiệu quả gia cố cao hơn và không làm cho công trình quá thô bằng cách ốp thêm gạch. Để gia cố loại trụ liền tường người ta hay dùng phương pháp ốp bằng bêtông cốt thép. Có thể ốp một phía, hai hoặc ba phía và khi cần có thể ốp cả bốn phía. Các nhánh cột gia cố có chiều dày không dưới 100 mm. Chúng được liên kết với nhau qua các thanh đai đặt cách nhau không quá 1 m.

Cốt thép dọc của nhánh cột gia cố có thể đặt một lớp nếu chiều dày dưới 200 mm, và hai lớp nếu chiều dày 200 mm trở lên. Cốt thép dọc được đặt theo tính toán nhưng có đường kính không bé

hơn 10 mm, thép đai thường dùng $\phi 6$, $a = 150$. Cốt thép của vành đai có đường kính 10 ÷ 12 mm (h.III.12, 13, 14).

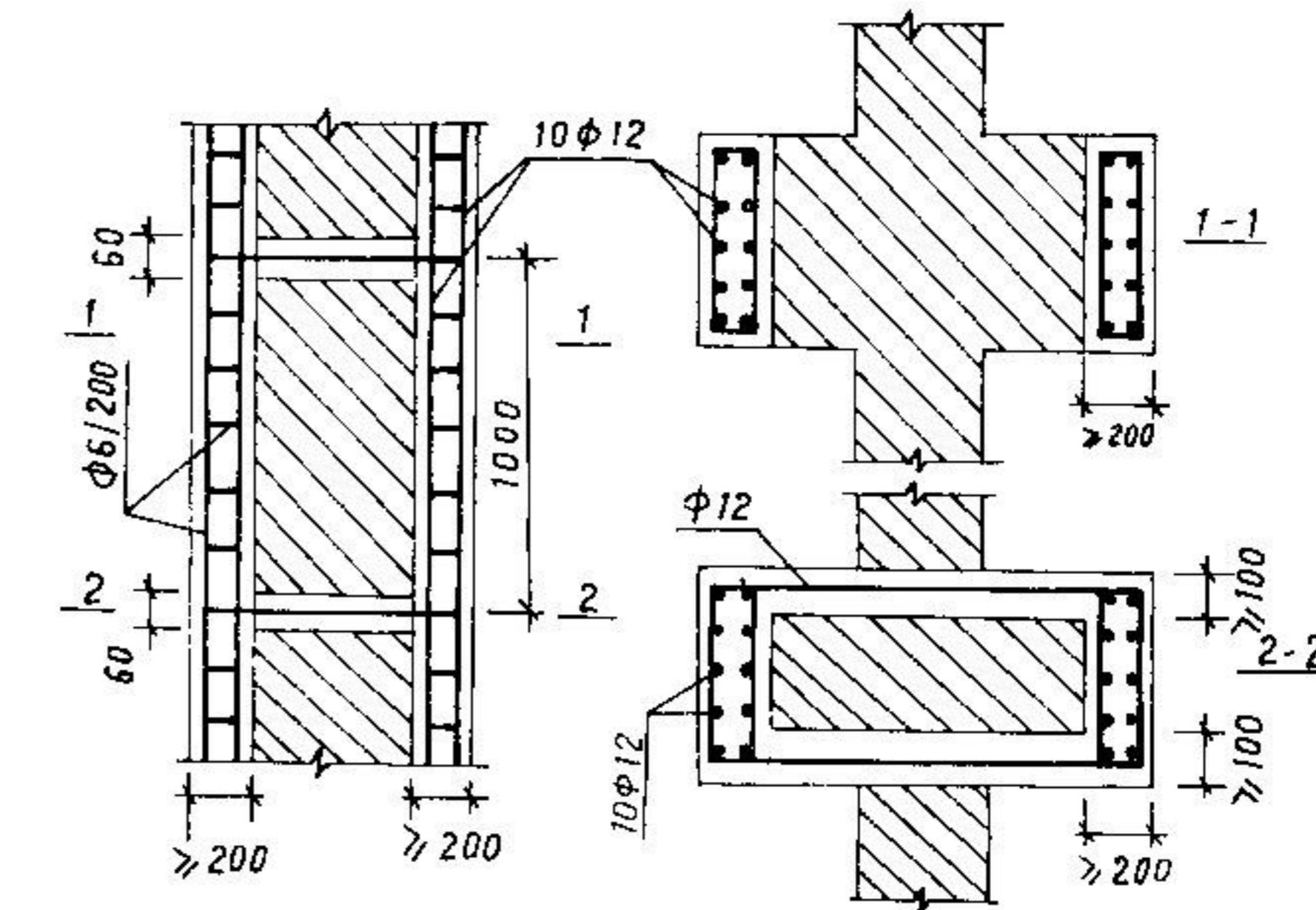
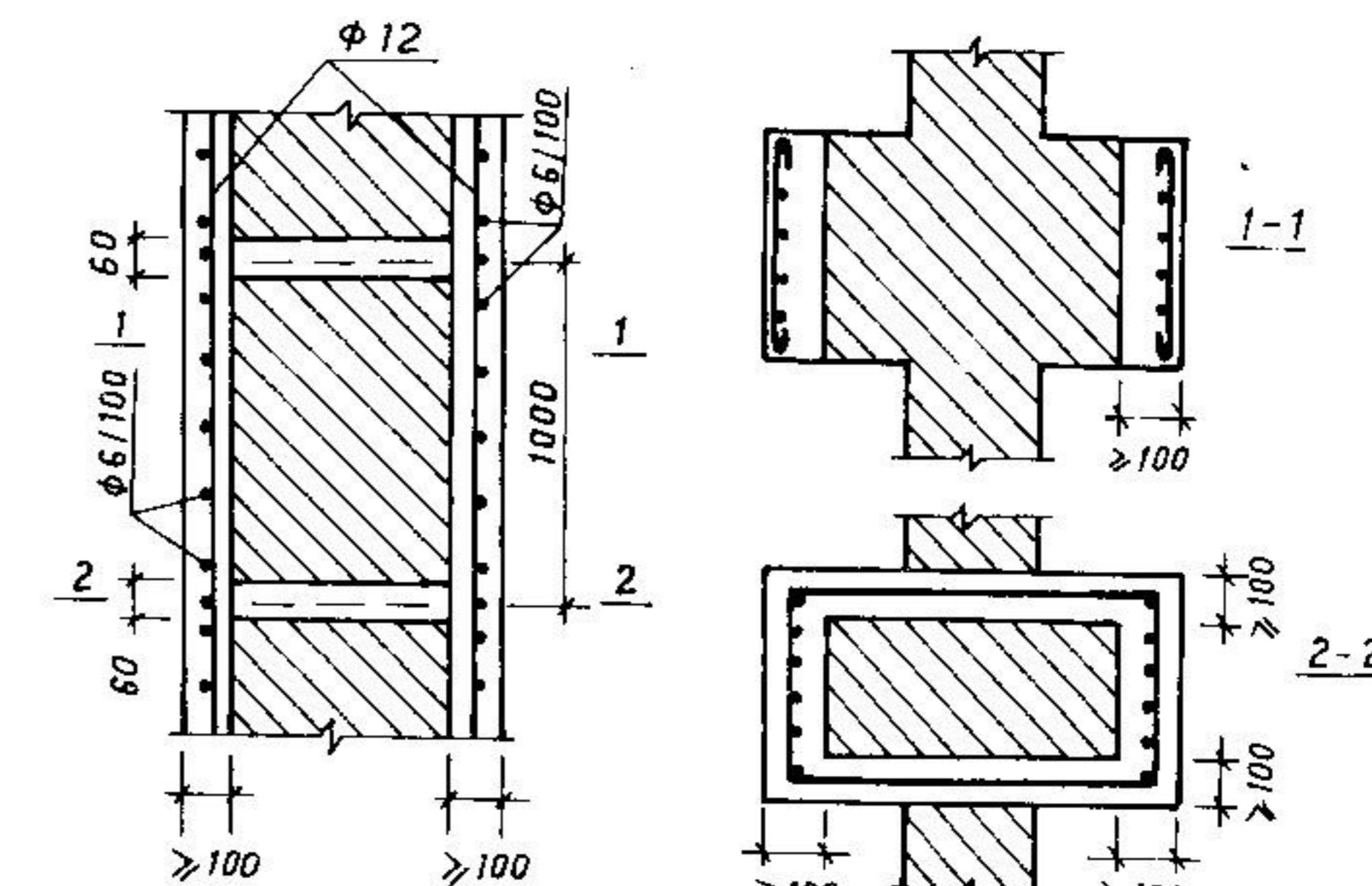


Hình III.12. Gia cố trụ tường bằng cách ốp một phía bằng bê tông cốt thép

§.III.4. Gia cố trụ gạch bằng kết cấu vành đai

Đối với các trụ gạch độc lập có tiết diện vuông hoặc chữ nhật có tỷ lệ các cạnh không quá 2,5 có thể áp dụng kết cấu vành đai để tăng cường khả năng chịu tải [14] vì :

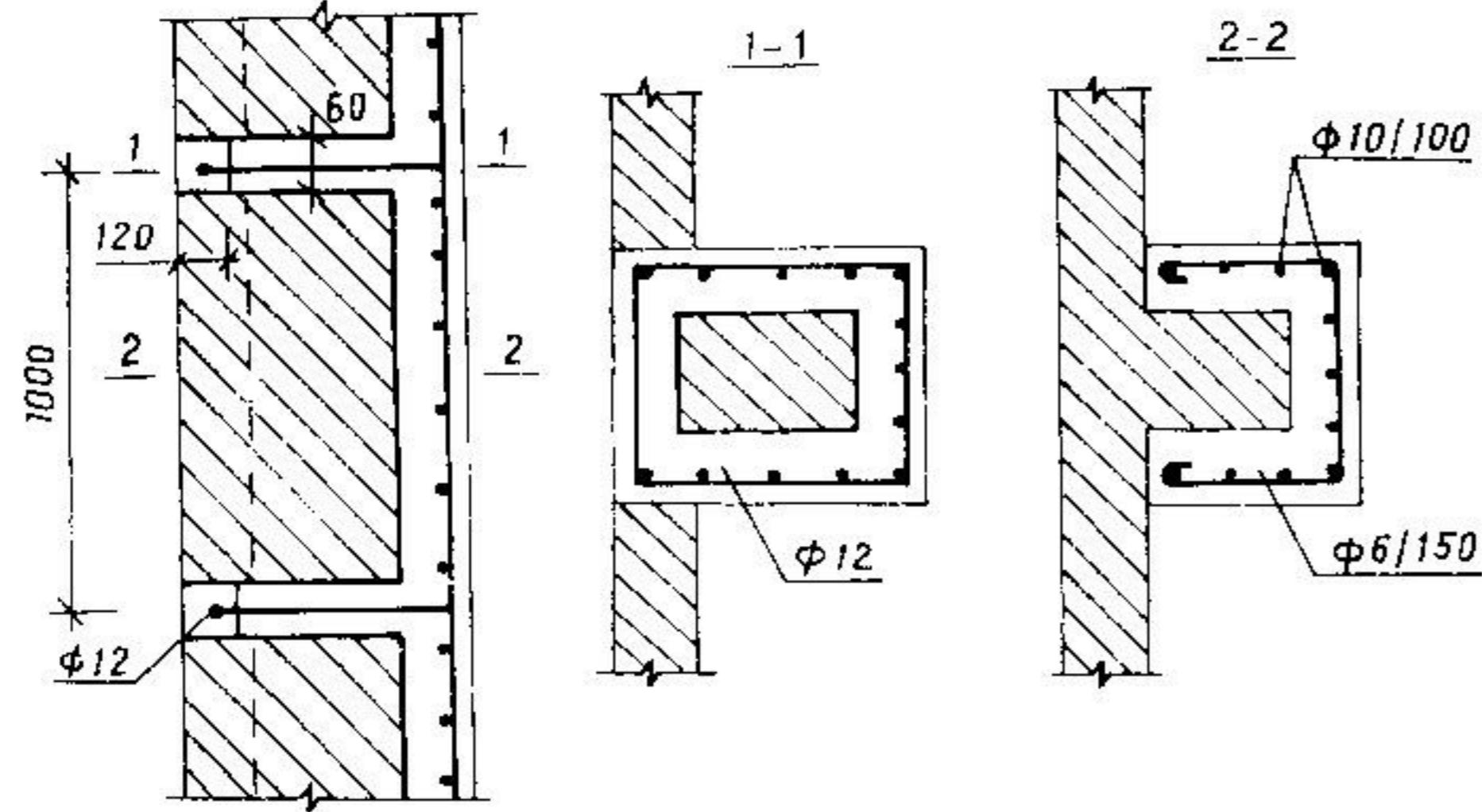
- Kết cấu vành đai có tác dụng hạn chế nở hông cho nên làm tăng cường độ của khối xây.



Hình III.13. Gia cố trụ tường bằng cách ốp hai phía bằng bê tông cốt thép

- Bản thân kết cấu vành đai : các thanh thép dọc, bê tông và vữa cũng tham gia chịu lực cùng với trụ.

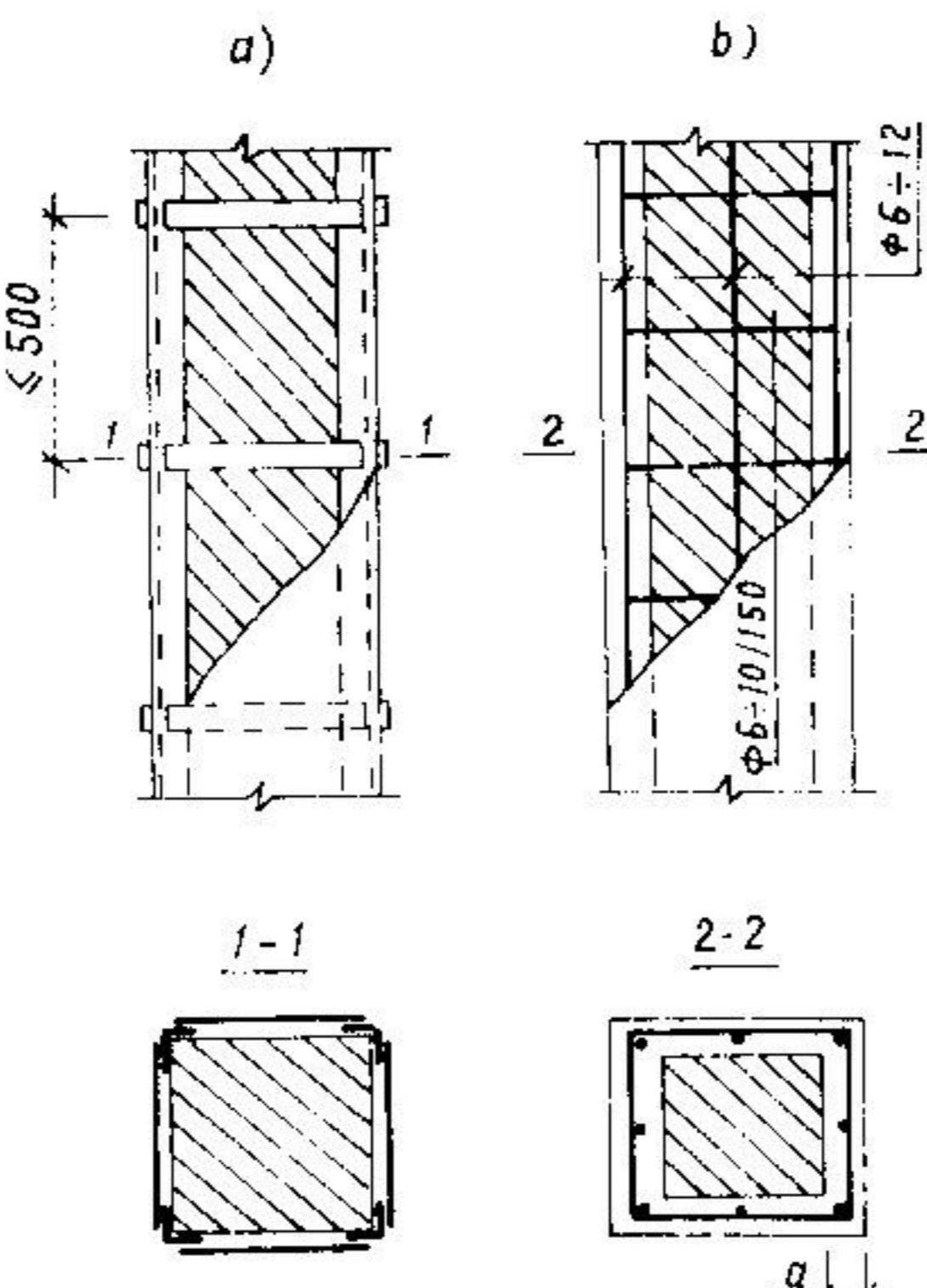
Có ba loại kết cấu vành đai thường dùng : vành đai thép hình, vành đai bê tông cốt thép và vành đai vữa lưới thép (h.III.15). Vành đai thép hình được cấu tạo như một trụ thép tổ hợp ốp ngoài trụ gạch. Các thanh đứng thường được cấu tạo bằng thép góc, các bản



Hình III.14. Gia cố trụ tường bằng cách ốp ba phía bằng bêtông cốt thép

giằng làm bằng thép tấm có chiều dày không dưới 4 mm. Các bản giằng liên kết lại tạo thành vành đai ôm lấy cột. Khoảng cách giữa các vành đai thường lấy bé hơn kích thước lớn nhất của tiết diện cột, nhưng không quá 50 cm. Do tính chất làm việc của vành đai cho nên cần chú ý cấu tạo sao cho vành đai được ôm chặt vào trụ gạch. Tốt nhất là gây ứng lực trước cho vành đai. Đồng thời để tăng hiệu quả làm việc của thanh đứng bằng thép hình, ta có thể gây ứng lực trước trong các thanh này theo các phương pháp đã trình bày trong chương II. Tiết diện của kết cấu vành đai được xác định theo tính toán.

Vành đai bêtông cốt thép và vành đai vữa lười thép có cấu tạo tương tự. Cốt thép dọc có



Hình III.15. Gia cố trụ gạch bằng kết cấu vành đai
a) vành đai thép hình; b) vành đai bêtông cốt thép và vành đai vữa lười thép.

đường kính 6 ÷ 12 mm, cốt thép đai có đường kính 4 ÷ 10 mm, với khoảng cách dưới 150 mm. Khi chiều dày phần ốp từ 60 đến 100 mm thì dùng bêtông, còn mỏng hơn thì dùng vữa xi măng cát. Bêtông ốp có mác không dưới 200, vữa ốp có mác không dưới 50.

§III.5. Tính toán kết cấu gia cố

Các công thức tính toán được lập ra dựa trên các giả thiết sau :

- Kết cấu gia cố và kết cấu được gia cố liên kết chặt chẽ với nhau và cùng tham gia làm việc.

- Được kể đến sự phân bố lại ứng lực trong kết cấu trong trường hợp gia cố các kết cấu đang trong trạng thái làm việc; đưa vào hệ số xét đến mức độ tham gia chịu lực của kết cấu gia cố cùng với kết cấu được gia cố.

- Các đặc trưng tính toán của vật liệu, các công thức tính toán dựa theo các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành về kết cấu bêtông cốt thép, kết cấu thép, kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép .

1. Xác định khả năng chịu tải của kết cấu tường và trụ sau khi gia cố bằng cách ốp bêtông cốt thép

a) Trường hợp nén đúng tâm

Khả năng chịu tải của kết cấu sau khi gia cố được xác định theo công thức :

$$[N] = \varphi_{th} (0,85 m_{kx} R_F + m_b R_n F_b + m_a R_a F_a) \quad (3.2)$$

trong đó R , R_n , R_a - cường độ tính toán của khối xây, của bêtông và của thép; F , F_b , F_a - diện tích tiết diện của khối xây, của bêtông và cốt thép dọc trong bêtông; φ_{th} - hệ số uốn dọc của kết cấu tổ hợp được xác định theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép; m_{kx} , m_b , m_a - hệ số điều kiện làm việc của khối xây, của bêtông và của thép được lấy như sau :

$m_{kx} = 1$ đối với khối xây còn tốt;

$m_{kx} = 0,7$ đối với khối xây bị phá hủy phần nhỏ, có rạn nứt;

m_b , m_a phụ thuộc vào mức độ tiếp nhận tải trọng sau gia cố, có thể lấy $m_a = 0,5 \div 0,7$ và $m_b = 0,35 \div 0,6$.

b) Trường hợp nén lệch tâm

Khi độ lệch tâm nhỏ khả năng chịu tải của kết cấu sau gia cố được xác định theo công thức :

$$[N] = \frac{\varphi_{th}(0,85m_{kx}RS_{kx} + m_bR_nS_b + m_aR_aS_a)}{e} \quad (3.3)$$

Nếu lực N tác dụng trong phạm vi F_a và F'_a thì giá trị $[N]$ được xác định theo công thức

$$[N] = \frac{\varphi_{th}(0,85m_{kx}RS'_{kx} + m_bR_nS'_b + m_aR_aS'_a)}{e'} \quad (3.4)$$

Trong trường hợp gia cố ốp một phía ($F'_a = 0$) ta có

$$[N] = \frac{\varphi_{th}(0,85m_{kx}RS_{kx} + m_bR_nS_b)}{e}, \quad (3.5)$$

trong các công thức trên

S_0 - mômen tĩnh của diện tích tiết diện hỗn hợp đối với trọng tâm cốt thép chịu nén ít hơn (hoặc chịu kéo F_a),

$$S_0 = S_{kx} + \frac{R_n}{R} S_b;$$

S_n - mômen tĩnh của diện tích phần chịu nén của tiết diện hỗn hợp đối với trọng tâm cốt thép F_a ,

$$S_n = S_{kn} + \frac{R_n}{R} S_{bn};$$

S_{kn} , S_{bn} - mômen tĩnh của diện tích phần chịu nén của tiết diện khối xây và bêtông đối với trọng tâm cốt thép F_a ;

S_{kx} , S_b và S_a - mômen tĩnh của diện tích tiết diện khối xây, bêtông và cốt thép F'_a , đối với trọng tâm cốt thép F_a ;

S'_{kx} , S'_b và S'_a - mômen tĩnh của diện tích tiết diện khối xây, bêtông và cốt thép F'_a đối với trọng tâm cốt thép F'_a ;

e và e' - khoảng cách từ điểm đặt lực N đến trọng tâm cốt thép F_a và F'_a ; m_{kx} , m_b , m_a - xem (3.2).

Vị trí trục trung hòa được xác định theo (3.6) và (3.7).

Khi ốp hai phía

$$1,05m_{kx}RS_{knN} + 1,25m_bR_nS_{bnN} \pm m_aR_a(F'_ae' - F_ae) = 0, \quad (3.6)$$

Khi ốp một phía ($F'_a = 0$)

$$1,05m_{kx}RS_{knN} + 1,25m_bR_nS_{bnN} - m_aR_aF_ae = 0, \quad (3.7)$$

trong đó S_{knN} - mômen tĩnh của miền chịu nén của khối xây đối với điểm đặt lực N ; S_{bnN} - mômen tĩnh của miền chịu nén của

bêtông đối với điểm đặt lực, dấu (\pm) trong (3.6) được xử dụng như sau : lấy dấu $(+)$ nếu lực N nằm ngoài phạm vi F_a và F'_a , và dấu $(-)$ khi lực N nằm trong phạm vi F_a và F'_a .

Trường hợp độ lệch tâm lớn ($S_n < 0,8 S_0$) khả năng chịu tải của kết cấu sau gia cố được xác định theo công thức

$$[N] = \varphi_{th}[(1,05m_{kx}RF_{kn} + 1,25m_bR_nF_{bn} + m_aR_a(F'_a - F_a))]. \quad (3.8)$$

Vị trí trục trung hòa được xác định theo (3.6).

Khi ốp một phía ($F'_a = 0$) khả năng chịu tải của kết cấu sau gia cố sẽ là

$$[N] = \varphi_{th}(1,05m_{kn}F_{kn} + 1,25m_bR_nF_{bn} - m_aR_aF_a). \quad (3.9)$$

Vị trí trục trung hòa được xác định theo (3.7).

Trong các công thức trên

F_{kn} , F_{bn} - diện tích miền chịu nén của khối xây và bêtông.

2. Các cấu kiện được gia cố bằng vành đai

Khả năng chịu tải của trụ gạch gia cố bằng vành đai được xác định theo công thức :

Đai thép hình :

$$[N] = \psi\varphi[(m_{kx}R + \eta \frac{2,5\mu}{1+2,5\mu} \cdot \frac{R_{ad}}{100})F + m_aR'_aF'_a] \quad (3.10)$$

Đai bêtông cốt thép

$$[N] = \psi\varphi[(m_{kx}R + \eta \frac{3\mu}{1+\mu} \cdot \frac{R_{ad}}{100})F + m_bR_nF_b + m_aR'_aF'_a] \quad (3.11)$$

Đai vữa cốt thép

$$[N] = \psi\varphi(m_{kx}R + \eta \frac{2,8\mu}{1+2\mu} \cdot \frac{R_{ad}}{100})F \quad (3.12)$$

Trong các công thức trên

F , F'_a , F_b - diện tích tiết diện khối xây, diện tích tiết diện cốt thép dọc của vành đai, diện tích tiết diện của vành đai bêtông

(không kể lớp bảo vệ); φ - hệ số uốn dọc (khi xác định φ , giá trị α lấy như đối với khối xây không gia cố); ψ - hệ số lấy như sau :

- khi nén trung tâm $\psi=1, \eta=1$;
- khi nén lệch tâm, tính như trường hợp cấu kiện chịu nén lệch tâm đặt cốt thép lưới :

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{2e_0}{h}} ;$$

$$\eta = 1 - \frac{4e_0}{h} ;$$

μ - hàm lượng cốt thép, %

$$\mu = \frac{2F_x(h+b)}{hbs} 100$$

ở đây F_x - diện tích tiết diện cốt đai hoặc bản thép ngang;
 h, b - cạnh của tiết diện khối xây gia cố; s - khoảng cách cốt đai hoặc các bản thép ngang; R, R_n, R'_n, R_{ad} - cường độ tính toán của khối xây, của bêtông, của cốt thép dọc chịu nén và của cốt thép ngang; m_{kx}, m_b - như công thức (3.2); m_a - như đối với công thức (3.2), trừ trường hợp thanh ốp đứng bằng thép góc được gây ứng lực trước, lúc này lấy $m_a = 0,9$.

Chương IV

GIA CỐ KẾT CẤU THÉP

§IV.1. Tình trạng hư hỏng của kết cấu thép và các phương pháp gia cố

So với kết cấu bêtông cốt thép và kết cấu gạch đá, tình trạng xuống cấp của kết cấu thép nhanh hơn, đặc biệt là khi kết cấu làm việc trong môi trường ăn mòn. Trong trường hợp này thì kết cấu sau 3 đến 4 năm vận hành đã bắt đầu xuất hiện những hiện tượng xuống cấp đầu tiên. Sau đó nếu không có chế độ bảo dưỡng tốt thì kết cấu ngày càng bị hư hỏng nhiều hơn.

Tính chất và mức độ hư hỏng của kết cấu thép phụ thuộc vào nguyên nhân tác động đến công trình. Dưới tác dụng tăng cường và kéo dài của tải trọng suốt quá trình vận hành dẫn đến tình trạng biến dạng dư khá lớn đặc biệt là khi ứng suất trong kết cấu vượt quá giới hạn chảy. Hiện tượng mất ổn định thường xảy ra đối với các thanh chịu nén có độ mảnh lớn. Khi chịu tác động lâu dài của tải trọng rung động, trong kết cấu xuất hiện tình trạng mồi, thể hiện bởi các vết nứt li ti trong kết cấu cơ bản cũng như trong các mối hàn liên kết, dễ dẫn tới sự phá hoại dòn. Các liên kết bulông và đinh tán trong trường hợp này cũng dễ bị nới lỏng và giảm khả năng chịu tải. Những hư hỏng ở dạng này thường xuất hiện ở các kết cấu chịu tải trọng rung động như dầm cầu trực, sàn đỡ thiết bị động lực v.v... Mặt khác, trong công nghiệp có những phân xưởng chịu tác động trực tiếp của nhiệt độ cao (có khi lên tới 400 đến 600°C) làm giảm tính chất cơ lý của thép như môđun đàn hồi, cường độ, dẫn đến biến dạng dư đáng kể.

Nhưng điều đáng quan tâm hơn cả đối với kết cấu thép là hiện tượng ăn mòn. Kết cấu thép chịu tác động ăn mòn trong các môi trường khí, nước và trong đất do các tác nhân khác nhau với mức độ và dạng ăn mòn khác nhau. Đặc biệt nguy hiểm là hiện tượng ăn mòn trong trạng thái chịu lực, mà hiện tượng này hay gặp