

(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 :

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

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

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'_a, R_{ad} - cường độ tính toán của khối xây, của bê tông, của cốt thép dọc chịu nén và của cốt thép ngang; m_{kx}, m_p - 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 bê tông 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 mỏi, 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 giòn. Các liên kết bulông và đinh tán trong trường hợp này cũng dễ bị rời 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 trục, 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

trong các công trình công nghiệp, đặc biệt là công nghiệp hóa chất (xem chương V). Hiện tượng ăn mòn thường tập trung tại những vị trí có thể tụ chất ăn mòn như những chỗ dễ bắt bụi, đọng nước, không có điều kiện quan sát và bảo dưỡng thường xuyên, những chỗ có ứng lực tập trung lớn.

Qua thực tế sử dụng kết cấu thép nhà công nghiệp trong gần 30 năm qua ta thấy hiện tượng xuống cấp khá rõ rệt. Chưa kể đến những sự cố gây ra do sai sót trong thiết kế, thi công thì tác động của khí hậu, môi trường ăn mòn, của các loại tải trọng và do không đảm bảo quy trình bảo dưỡng cũng là những nguyên nhân quan trọng dẫn đến tình trạng hư hỏng của kết cấu [18] [4].

Theo các số liệu quan sát được thấy rằng kết cấu đỡ mái mà cụ thể là kết cấu vì kèo là loại kết cấu bị hư hỏng phổ biến nhất. Kết cấu này chịu tải trọng thường xuyên và có khi còn ở trong trạng thái vượt tải do bụi lâu ngày không được quét hoặc do tiết diện thanh bị thu nhỏ vì hiện tượng ăn mòn. Hiện tượng mất ổn định khá phổ biến trong các thanh bụng chịu nén có độ mảnh lớn. Thanh cánh trên thường có độ mảnh bé nên chịu lực khá tốt. Sau hiện tượng mất ổn định của các thanh chịu nén là hiện tượng xuống cấp của các mối hàn. Tại mối hàn và vùng lân cận mối hàn xuất hiện vết nứt, kết hợp với hiện tượng ăn mòn sẽ dẫn tới phá hủy mối hàn. Các thanh chịu kéo nói chung ít bị hư hỏng hơn nếu không bị tác động của môi trường ăn mòn.

Dạng kết cấu mau hỏng thứ hai sau vì kèo là các loại dầm (dàn) cầu trục luôn chịu tải trọng động lực do cầu trục hoạt động. Sau một thời gian vận hành xuất hiện những vết nứt tại các đường hàn liên kết của kết cấu tổ hợp, các biến dạng cục bộ trên bản cánh hoặc bản bụng, bong các mối hàn liên kết giữa dầm hãm với bản cánh của dầm cầu trục gây mất ổn định theo phương ngoài mặt phẳng chịu lực, đường cầu trục bị lệch v.v...

Kết cấu cột tuy ít bị hư hỏng hơn so với các loại kết cấu kể trên nhưng khi quan sát cũng nên chú ý phần chân cột. Tại đây ứng lực khá lớn đồng thời là nơi dễ tiếp xúc nhất với tác nhân ăn mòn.

Ngoài các dạng hư hỏng đã trình bày trên đây còn phải đề cập đến những thay đổi do yêu cầu sử dụng mới. Do đổi mới công nghệ kéo theo sự đổi mới thiết bị, sơ đồ kết cấu và tải trọng sẽ

khác đi, kết cấu cũ không còn phù hợp nữa. Kết cấu cần được cải tạo và gia cố để đáp ứng được yêu cầu sử dụng mới.

Để duy trì khả năng chịu tải của kết cấu hiện có hoặc tăng cường khả năng chịu tải của chúng khi có yêu cầu tăng tải trọng, kết cấu thép có thể được gia cố theo một trong các điều kiện sau đây :

- Tháo rời từng cấu kiện, gia cố lại hoặc chế tạo mới (thay thế) trong các xưởng rời sau đó lắp lại vào vị trí cũ.

- Không tháo rời kết cấu đang làm việc nhưng cắt dỡ được một phần tải trọng đáng kể so với trọng lượng bản thân.

- Không tháo rời kết cấu đang làm việc và chỉ cắt dỡ được một ít tải trọng không đáng kể so với trọng lượng bản thân. Như vậy điều kiện gia cố tại chỗ là phức tạp nhất. Các giải pháp gia cố phải đảm bảo sao cho ít ảnh hưởng nhất đến sự làm việc liên tục của công trình, giải pháp phải tương đối đơn giản, thi công được, có hiệu quả kinh tế cao và đảm bảo an toàn cho vận hành sau này.

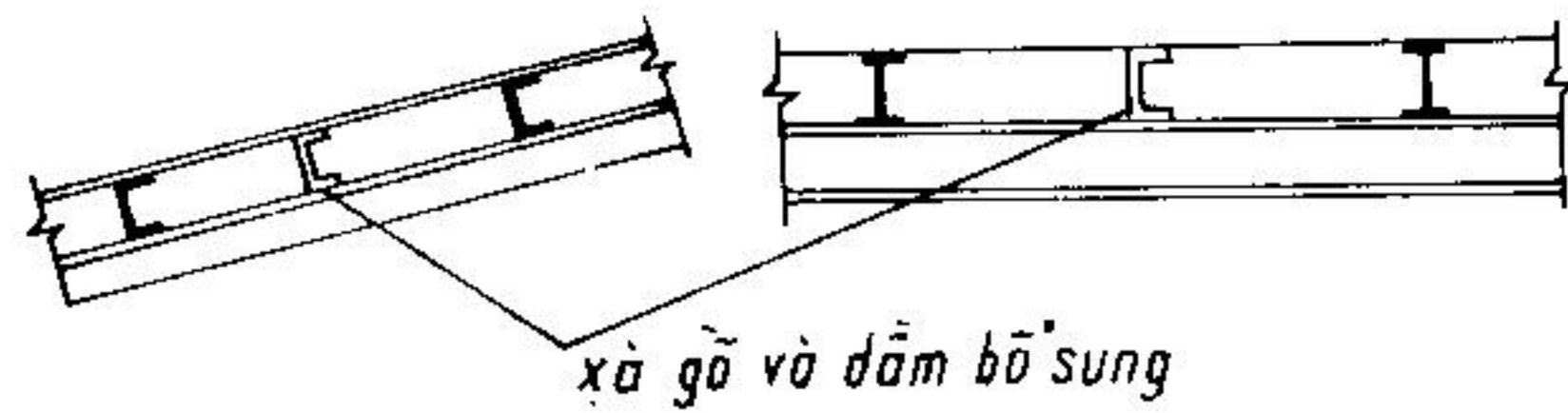
Có nhiều giải pháp gia cố kết cấu thép, sau đây là các giải pháp tương đối phổ biến.

- Giải pháp giảm tải và dùng kết cấu thay thế.
- Giải pháp tăng cường tiết diện.
- Giải pháp thay đổi sơ đồ kết cấu.
- Giải pháp dây căng ứng lực trước để gia cố kết cấu chịu uốn.
- Giải pháp trụ chống ứng lực trước để gia cố cột

§IV.2. Giải pháp giảm tải và dùng kết cấu thay thế

Giải pháp giảm tải có thể thực hiện được theo hai cách.

Cách thứ nhất là giữ nguyên hiện trạng của kết cấu chịu lực và giảm tải trọng sử dụng hoặc tải trọng của kết cấu bao che. Chẳng hạn có thể giảm tải trọng tác dụng xuống dầm cầu trục bằng cách hạn chế trọng lượng của vật trục hoặc thay đổi loại cầu trục nhẹ hơn, tăng khoảng cách giữa các cầu trục cùng hoạt động trên một tuyến v.v... Giảm tải trọng tác động lên công trình bằng cách thay đổi phương tiện, thiết bị với tải trọng hạn chế. Đối với kết cấu mái nặng có thể thay thế bằng vật liệu nhẹ hơn hoặc thay đổi các lớp vật liệu cách nhiệt và chống thấm nhẹ hơn. Việc giảm tải theo cách trên khá phong phú và tùy theo từng trường hợp cụ thể mà áp dụng cho phù hợp.



Hình IV.1. Dùng kết cấu phụ để giảm tải

Cách thứ hai là đưa thêm kết cấu phụ cùng tham gia chịu tải với kết cấu hiện có. Đó là trường hợp tăng thêm xà gỗ cho kết cấu mái hoặc đặt thêm dầm cho hệ thống dầm sàn (h.IV.1).

Trong trường hợp kết cấu cũ bị hư hỏng nhiều, khi các giải pháp không thu được hiệu quả cao và đồng thời có thể thay thế được thì nên thay thế bằng kết cấu mới.

§.IV.3. Giải pháp tăng cường tiết diện

Tăng cường tiết diện là giải pháp thông dụng để tăng khả năng chịu tải của kết cấu. Nội dung của giải pháp là ốp thêm các thanh thép vào các thanh sẵn có của kết cấu một cách hợp lý để tăng diện tích của thanh đó nhằm nâng cao khả năng chịu tải của chúng. Sự làm việc đồng thời của tiết diện cơ bản và phần mới tăng cường phụ thuộc vào dạng liên kết giữa chúng. Có thể áp dụng liên kết hàn, liên kết bulông hoặc đinh tán. Phần lớn hiện nay người ta sử dụng liên kết hàn vì dạng liên kết này tương đối đơn giản, dễ thực hiện. Để tăng cường sự làm việc đồng thời giữa tiết diện cơ bản và tiết diện tăng cường, đồng thời để đảm bảo an toàn cho công trình cũng như cho người thi công cần thực hiện :

- Giảm tối đa tải trọng tác dụng lên kết cấu trong quá trình gia cố.

- Chống đỡ để đảm bảo an toàn và tránh biến dạng thêm của kết cấu trong quá trình gia cố. Trong trường hợp cần thiết thì nên dùng kích để trả lại trạng thái nghỉ tương đối của kết cấu trước lúc gia cố.

- Ứng suất trong kết cấu trong quá trình gia cố không được vượt quá $0,8R_a$ (R_a - cường độ tính toán của thép kết cấu).

- Khi gia cố dầm, trục của các thanh sau khi gia cố vẫn tập trung vào một điểm tại mắt dầm, muốn vậy cần đảm bảo sao cho

trọng tâm của tiết diện các thanh sau gia cố trùng với trọng tâm của tiết diện ban đầu. Khi có sự xô dịch một cách đáng kể trọng tâm của tiết diện các thanh thì trong tính toán phải kể đến giá trị mômen uốn do sự xô dịch đó gây ra.

- Việc tính toán gia cố được thực hiện theo trạng thái giới hạn và dựa trên một trong hai giả thiết sau [4], [5].

a) Phần tiết diện gia cố chỉ nhận ứng lực do tải trọng tác dụng sau gia cố tức là kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi.

b) Sau khi ứng suất trong tiết diện cơ bản đạt tới giới hạn chảy sẽ xuất hiện sự phân bố lại ứng suất làm cho ứng suất được dàn đều cho cả phần tiết diện gia cố, lúc này coi toàn bộ tiết diện sau gia cố làm việc trong giai đoạn dẻo.

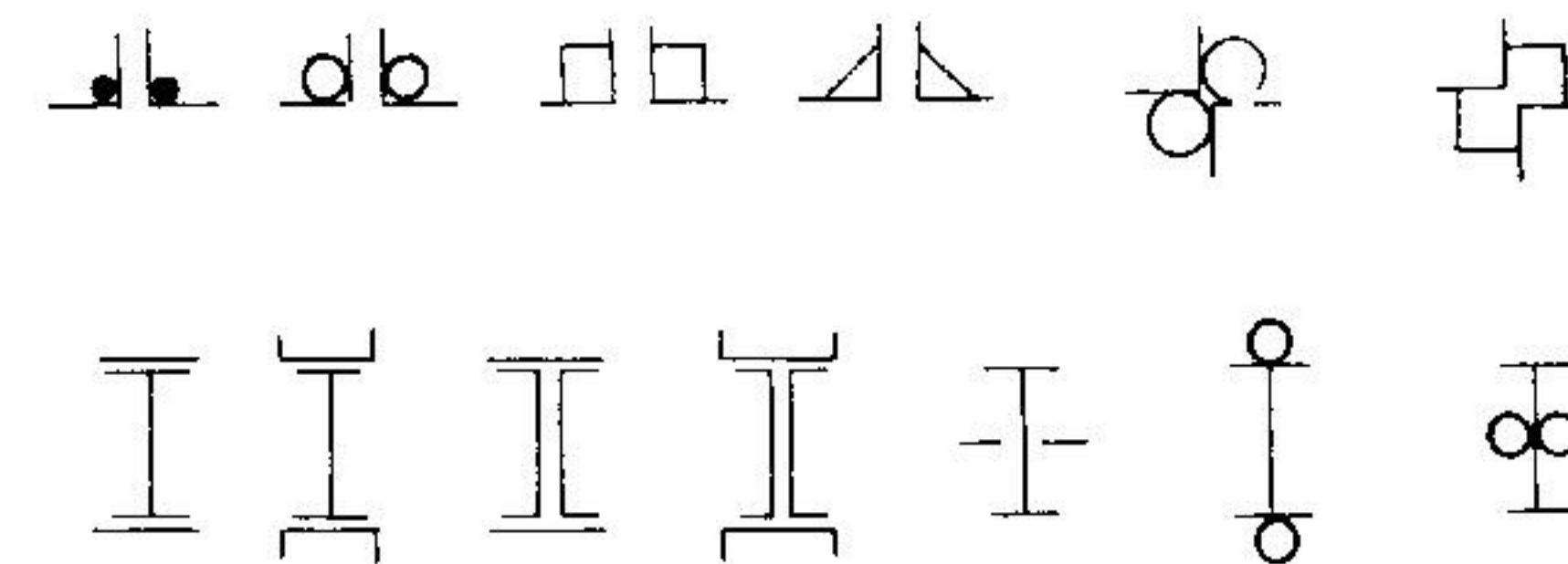
Việc tính toán dựa theo giả thiết thứ hai sẽ tiết kiệm hơn so với giả thiết thứ nhất song cho đến nay người ta cũng chỉ mới áp dụng giả thiết này để tính toán gia cố các cấu kiện chịu tác dụng của tải trọng tĩnh có liên kết đủ đảm bảo ổn định.

1. Gia cố cấu kiện chịu kéo đúng tâm

Ngoài những quy tắc chung đã nêu trên, khi gia cố các cấu kiện chịu kéo nói chung cần đặc biệt chú ý phần liên kết tại nút để đảm bảo sự làm việc chung của tiết diện cơ bản và tiết diện gia cố, đồng thời truyền được toàn bộ ứng lực vào nút.

Tăng cường tiết diện cho các cấu kiện chịu kéo, nén đúng tâm có thể thực hiện theo các dạng gợi ý trên hình IV.2.

Tính toán gia cố cấu kiện chịu kéo đúng tâm được thực hiện theo trạng thái giới hạn dựa trên các giả thiết đã nêu ở mục trên.



Hình IV.2. Tăng cường tiết diện các cấu kiện chịu kéo, nén đúng tâm

Kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi

Diện tích tiết diện tăng cường được tính toán dựa trên bất đẳng thức:

$$\frac{N}{F_{0net}} + \frac{\Delta N}{F_{0net} + \Delta F} \leq mR$$

Do đó

$$\Delta F \geq \frac{N + \Delta N - mRF_{0net}}{mR - N/F_{0net}}, \quad (4.1)$$

trong đó N - ứng lực kéo tính toán tại thời điểm gia cố; ΔN - ứng lực thêm sau gia cố; F_{0net} - diện tích tiết diện kết cấu cơ bản (trước gia cố); ΔF - diện tích tiết diện tăng cường; R - cường độ tính toán của thép; m - hệ số điều kiện làm việc của kết cấu, lấy bằng $0,8 \div 0,9$.

Kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo

Diện tích tiết diện tăng cường được tính toán dựa trên bất đẳng thức:

$$\frac{N + \Delta N}{F_{0net} + \Delta F} \leq mR$$

Do đó

$$\Delta F \geq \frac{N + \Delta N}{mR} - F_{0net}. \quad (4.2)$$

Nội dung các kí hiệu như đối với công thức (4.1). Đường hàn được xác định theo công thức:

$$m\Delta F \cdot R \leq F_{dh} R_g^h$$

Do đó

$$F_{dh} \geq \frac{m\Delta F \cdot R}{R_g^h} \approx 1,4\Delta F ;$$

$$h_{dh} = \frac{1,4\Delta F}{2,0,7(l_{dh} - 1cm)} = \frac{\Delta F}{(l_{dh} - 1cm)}, \quad (4.3)$$

trong đó $F_{dh} = l_{dh} h_{dh}$ là diện tích mỗi hàn; l_{dh} và h_{dh} - chiều dài và chiều cao mỗi hàn.

2. Gia cố cấu kiện chịu nén đúng tâm

Ngoài những quy tắc chung và quy tắc đối với cấu kiện chịu kéo đúng tâm, để gia cố cấu kiện chịu nén đúng tâm cần phải lưu ý thêm yếu tố khá quan trọng là phần tiết diện tăng cường phải bố trí sao cho có thể nhận được bán kính quán tính lớn nhất (h.IV.2) nhằm cải thiện hệ số uốn dọc φ_{tq} .

Các công thức tính toán được lập ra dựa theo hai giả thiết đã nêu :

- Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi, diện tích tăng cường được xác định theo bất đẳng thức:

$$\frac{N}{F_0 \varphi_{tq}} + \frac{\Delta N}{(F_0 + \Delta F) \varphi_{tq}} \leq mR.$$

$$\text{Do đó } \Delta F \geq \frac{N + \Delta N - m\varphi_{tq} R F_0}{m\varphi_{tq} R - N/F_0} \quad (4.4)$$

- Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo, có kể đến sự phân bố lại ứng suất, diện tích tiết diện tăng cường được xác định theo bất đẳng thức

$$\frac{N + \Delta N}{(F_0 + \Delta F) \varphi_{tq}} \leq mR.$$

Do đó:

$$\Delta F \geq \frac{N + \Delta N}{m\varphi_{tq} R} - F_0. \quad (4.5)$$

Chiều cao đường hàn liên kết giữa tiết diện gia cường với tiết diện cơ bản được xác định theo công thức

$$h_{dh} \geq \frac{Q_{qu} S_d}{1,4 I R_g^h} \quad (4.6)$$

trong các công thức trên :

φ_{tq} - hệ số uốn dọc tổng quát của tiết diện sau gia cố; F_0 - diện tích nguyên của tiết diện cơ bản; Q_{qu} - lực cắt quy ước (kG) được

tính bằng $D(F_0 + \Delta F)$ với $D = 20 \text{ kG/cm}^2$ khi dùng thép CT3, và $D = 30 \div 40 \text{ kG/cm}^2$ khi dùng thép hợp kim; S_d - mômen tĩnh của tiết diện phần gia cố kẹp giữa các đường hàn đã cho; I - mômen quán tính của tiết diện sau gia cố.

Các ký hiệu khác như các công thức trước.

3. Gia cố cấu kiện chịu nén lệch tâm

Khi gia cố cấu kiện chịu nén lệch tâm, ngoài các quy tắc chung như đã nêu ở trên cần phải lưu ý đến những đặc điểm sau đây:

- Trong mọi trường hợp, để tăng hiệu quả việc gia cố nên tăng cường diện tích tiết diện đồng thời với tăng cường độ cứng.

- Nên chọn sơ đồ gia cố sao cho đảm bảo được độ lệch tâm nhỏ nhất sau khi gia cố (h.IV.3).

- Tiết diện gia cố được kiểm tra theo cường độ và ổn định trong và ngoài mặt phẳng.

Các sơ đồ tiết diện gia cố cấu kiện chịu nén lệch tâm có thể lấy ví dụ cho trên hình IV.3.

Việc tính toán gia cố cấu kiện chịu nén lệch tâm được thực hiện theo trạng thái giới hạn và dựa trên giả thiết kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi hoặc giả thiết kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo như đã nêu trên.

. Kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi

Kiểm tra độ bền theo ứng suất của thớ biên của tiết diện cơ bản theo công thức

$$\frac{N}{F_0} + \frac{\Delta N}{F_0 + \Delta F} + \frac{My_0}{I_0} + \frac{\Delta My_{tq}}{I_{tq}} \leq mR. \quad (4.7)$$

Ứng suất tại thớ biên của tiết diện chi tiết gia cố phải đảm bảo

$$\frac{\Delta N}{F_0 + \Delta F} + \frac{\Delta My_t}{I_{tq}} \leq mR. \quad (4.7a)$$

Kiểm tra ổn định trong mặt phẳng tác dụng của mômen theo công thức

$$\frac{N}{\varphi_{tq}^H F_0} + \frac{\Delta N}{\varphi_{tq}^H (F_0 + \Delta F)} \leq mR \quad (4.8)$$

Diện tích yêu cầu tiết diện gia cố được xác định theo

$$\Delta F \geq \frac{N + \Delta N - m\varphi_{tq}^H R F_0}{m\varphi_{tq}^H R - N/F_0} \quad (4.9)$$

Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng tác dụng mômen khi độ lệch tâm tương đối $m_x < 10$ theo công thức

$$\frac{N}{\varphi_{ytq} C_{tq} F_0} + \frac{\Delta N}{\varphi_{ytq} C_{tq} (F_0 + \Delta F)} \leq mR. \quad (4.8a)$$

Khi $m_x > 10$ việc tính toán được thực hiện dựa theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép.

. Kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo

Cũng như khi tính toán gia cố cấu kiện chịu nén đúng tâm, lực tới hạn trong kết cấu gia cố không phụ thuộc vào ứng suất trong tiết diện cơ bản có trước khi gia cố cho nên khi mất ổn định, ứng suất tới hạn được phân bố đều cho toàn bộ tiết diện. Lúc này kết cấu gia cố được kiểm tra ổn định trong mặt phẳng tác dụng của mômen theo công thức (h.IV.4)

$$\frac{N + \Delta N}{\varphi_{tq}^H (F_0 + \Delta F)} \leq mR. \quad (4.10)$$

Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng tác dụng của mômen khi $m_x < 10$ theo công thức

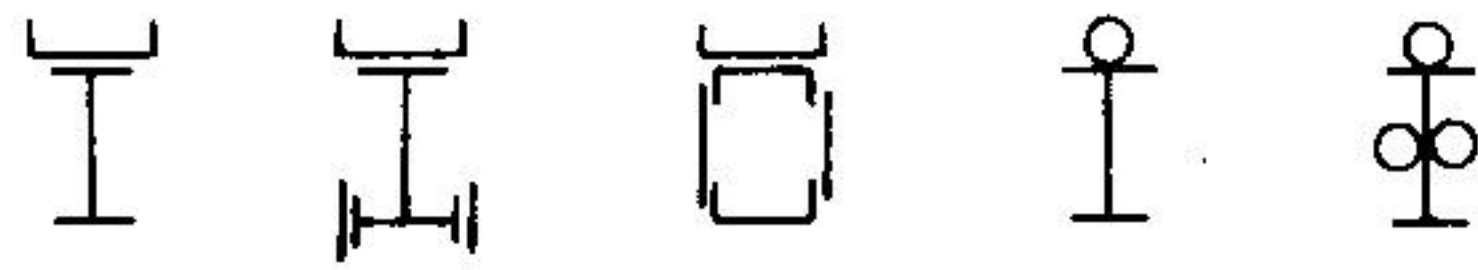
$$\frac{N + \Delta N}{\varphi_{ytq} C_{tq} (F_0 + \Delta F)} \leq mR. \quad (4.10a)$$

Diện tích yêu cầu của tiết diện gia cố

$$\Delta F \geq \frac{N + \Delta N}{m\varphi_{tq}^H R} - F_0. \quad (4.11)$$

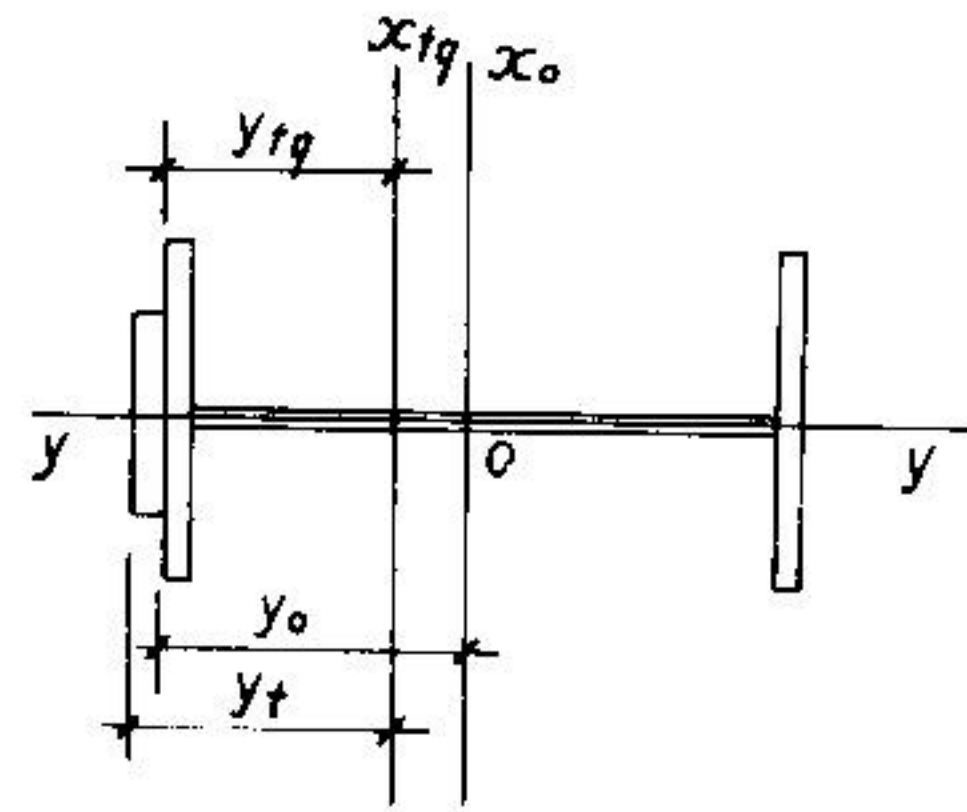
trong các công thức trên

φ_{tq}^H - hệ số độ mảnh lệch tâm của tiết diện sau gia cố được xác định theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép [17]; C_{tq} - hệ số (đối với



Hình IV.3. Sơ đồ tiết diện gia cố cầu kiện chịu nén lệch tâm

tiết diện sau gia cố) được xác định theo [17]; I_0, y_0 - mômen quán tính và khoảng cách mép biên chịu nén lớn nhất của tiết diện cơ bản (trước gia cố); I_{1q}, y_{1q} - như trên - đối với tiết diện cơ bản sau gia cố; y_t - khoảng cách tới mép biên chịu nén lớn nhất của chi tiết gia cố (h.IV.4).



Hình IV.4. Sơ đồ tiết diện và các ký hiệu dùng trong các công thức tính toán gia cố các cầu kiện chịu nén lệch tâm.

Các ký hiệu khác xem các công thức trước.

4. Gia cố cầu kiện chịu kéo lệch tâm

Đối với cầu kiện chịu kéo lệch tâm không có nguy cơ mất ổn định cho nên chỉ kiểm tra theo độ bền là đủ.

Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi, việc kiểm tra độ bền của kết cấu gia cố được tiến hành theo các công thức (4.7); (4.8).

Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo, độ bền của kết cấu gia cố được kiểm tra theo công thức

$$\left[\frac{N + \Delta N}{mR(F_{bnet} + \Delta F)} \right]^2 + \frac{M + \Delta M}{mRW_{xtq}^d} \leq 1,0 \quad (4.12)$$

trong đó W_{xtq}^d - mômen kháng dẻo của tiết diện gia cố được xác định theo công thức:

$$W_{xtq}^d = S_{11q} + S_{21q} \leq 1,2W,$$

với
$$W = \frac{I_{xtq}}{y_t};$$

S_{11q}, S_{21q} - mômen tĩnh của các nửa tiết diện sau gia cố;
 I_{xtq} - mômen quán tính của tiết diện sau gia cố; y_t - xem hình IV.4.

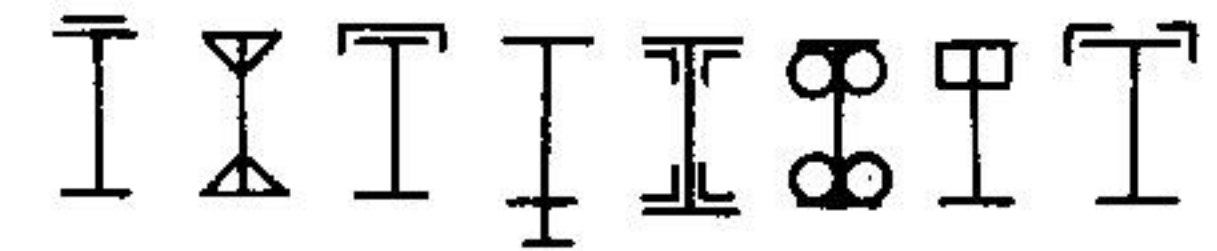
5. Gia cố cầu kiện chịu uốn

Khi gia cố cầu kiện chịu uốn, ngoài những quy tắc chung đã nêu trên còn phải chú ý những điểm sau đây:

- Trước khi gia cố cần giảm tới mức tối đa chuyển vị của dầm.

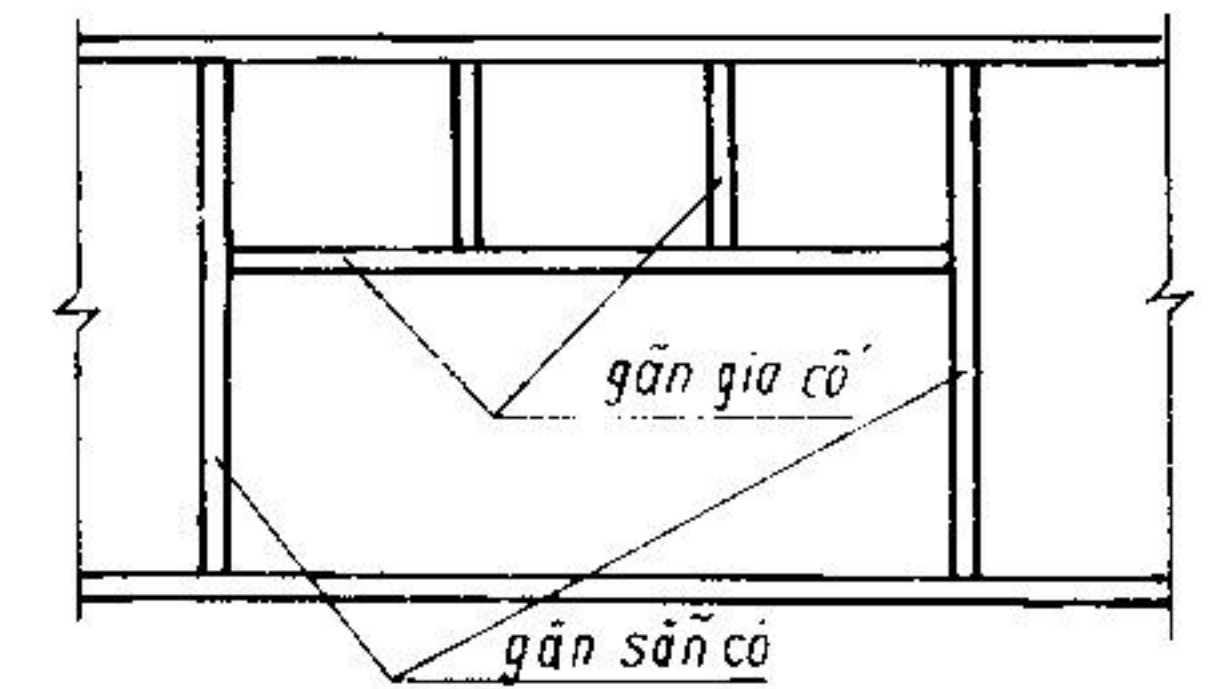
- Để thu được hiệu quả cao nhất, các chi tiết gia cố nên bố trí xa trục trung hòa nhất trong điều kiện có thể.

- Tránh sử dụng những đường hàn khó thực hiện. Các chi tiết gia cố dầm có thể tham khảo hình IV.5.



Hình IV.5. Các phương án gia cố dầm

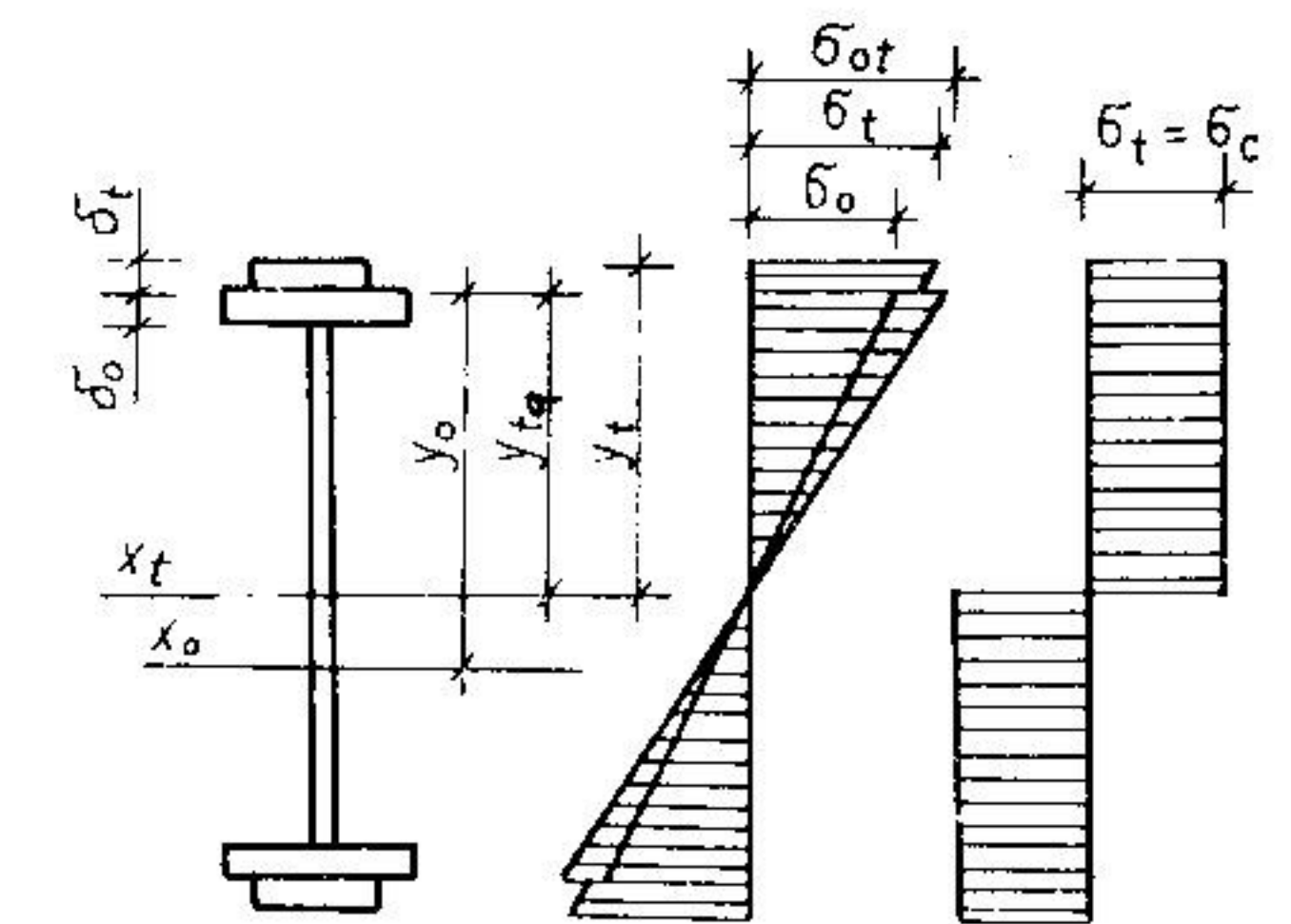
Để tăng ổn định cục bộ cho dầm, tại vùng chịu nén nên cấu tạo các gân tăng cứng (h.IV.6)



Hình IV.6. Gia cố vùng chịu nén của dầm bằng gân tăng cứng

Tính toán gia cố dầm cũng được thực hiện như đối với các loại cầu kiện khác tức là tính theo trạng thái giới hạn và dựa trên giả thiết về sự làm việc của kết cấu: trong giai đoạn đàn hồi và trong giai đoạn dẻo (h.IV.7).

Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi, phần gia cố chỉ nhận ứng lực do tác động của tải trọng thêm sau gia cố;



Hình IV.7. Sơ đồ trạng thái ứng suất trong dầm gia cố trong giai đoạn đàn hồi và trong giai đoạn dẻo.

Ứng suất tại thớ biên của tiết diện cơ bản được kiểm tra theo công thức

$$\sigma_0 = \frac{My_0}{I_{x0}} + \frac{\Delta My_{tq}}{I_{xtq}} \leq mR. \quad (4.13)$$

Ứng suất tại thớ biên của phần gia cố được kiểm tra theo công thức

$$\sigma_1 = \frac{\Delta My_1}{I_{xtq}} \leq mR. \quad (4.14)$$

Diện tích yêu cầu của phần gia cố đối với dầm có tiết diện đối xứng

$$\Delta F = \frac{My_0 + \Delta My_{tq} - mR I_{x0}}{2(y_0 \pm \delta_1 - 2)^2 (mR - \sigma_0^*)}. \quad (4.15)$$

Trong công thức (4.15) giá trị σ_0^* được xác định bằng

$$\sigma_0^* = \frac{My_0}{I_{x0}}.$$

Tại mẫu số của (4.15) ta lấy dấu (+) khi chi tiết gia cố đặt phía ngoài tiết diện dầm và dấu (-) khi chi tiết đó đặt phía trong tiết diện dầm (h.IV.4).

Khi kết cấu làm việc trong giai đoạn dẻo cần thỏa mãn các yêu cầu sau :

- Đảm bảo ổn định tổng thể của dầm

$$\frac{M + \Delta M}{\varphi_b W_{xtq}} \leq mR. \quad (4.16)$$

- Tỷ số giữa chiều rộng phân nhô ra của cánh dầm hàn với chiều dày của nó không quá $10\sqrt{2100/R}$.

- Tỷ số chiều cao tính toán của bụng dầm với chiều dày của nó không vượt quá $80\sqrt{2100/R}$.

- Ứng suất tiếp tại chỗ có mômen lớn nhất không vượt quá $0,3R$.

Khi các yêu cầu trên được thỏa mãn, có thể kiểm tra kết cấu gia cố theo công thức :

$$\frac{M + \Delta M}{W_{xtq}^d} \leq mR \quad (4.17)$$

Diện tích tiết diện yêu cầu gia cố

$$\Delta F \approx \frac{(M + \Delta M)y_0 - mR I_{x0}}{2,2 mR (y_{tq} \pm \delta_1 / 2)^2} \quad (4.18)$$

Kiểm tra độ võng của dầm theo công thức

$$f_t = f_0 + \Delta f, \quad (4.19)$$

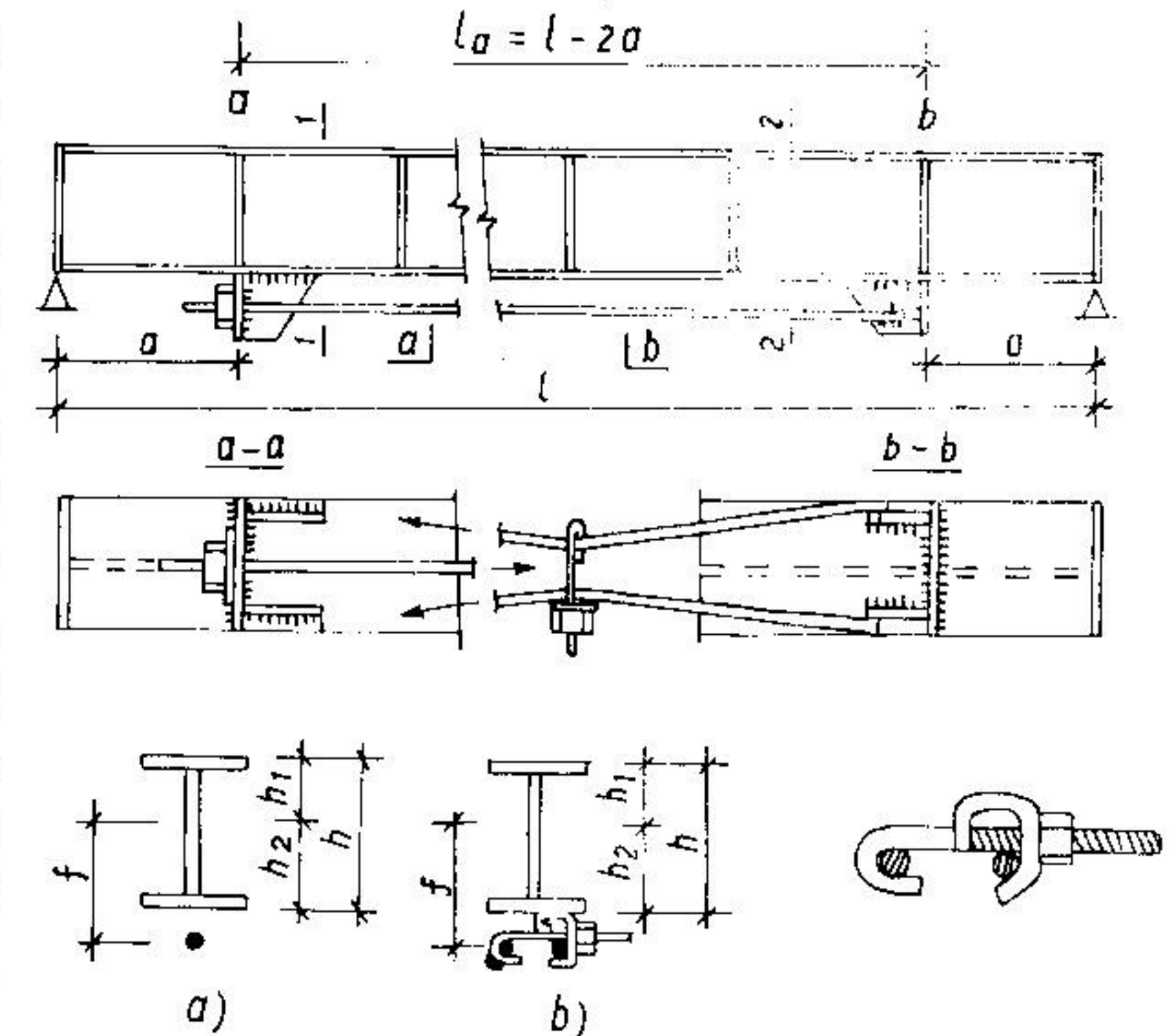
trong các công thức trên :

$M, \Delta M$ - mômen tính toán ban đầu và lượng tăng mômen yêu cầu gia cố; $y_0, y_{tq}, y_1, \delta_1$ - xem hình IV.7; I_0, I_{0tq} - mômen quán tính của tiết diện cơ bản và tiết diện sau gia cố; W_{xtq}^d - mô đun kháng uốn dẻo, xem công thức (4.12). Δf - độ võng của dầm do ΔM tác dụng sau gia cố.

§IV.4. Gia cố kết cấu chịu uốn bằng dây căng ứng lực trước

1. Gia cố dầm bằng dây căng ứng lực trước

Dùng dây căng ứng lực trước là một giải pháp tương đối đơn giản để tăng khả năng chịu tải của dầm [7]. Hệ thống dây căng được neo tại mặt dưới đáy dầm. Kết cấu neo được xác định theo tính toán. Có thể bố trí dây neo đơn hoặc dây neo kép. Gây ứng lực trong dây căng có thể bằng cách xiết bulông (tăng đơ) hoặc bằng cơ cấu niú chập (h.IV.8).



Hình IV.8. Sơ đồ gia cố dầm bằng dây căng ứng lực trước
1- neo một dây; 2- neo hai dây

Dưới tác dụng của mômen do ngoại lực, ứng suất tại thớ trên và thớ dưới của dầm là

$$\sigma_{tr}^M = - \frac{M}{W_{tr}} ; \quad \sigma_d^M = \frac{M}{W_d}$$

Dưới tác dụng của hệ thống dây căng ứng lực trước, ứng suất tại thớ trên và thớ dưới của tiết diện là

$$\sigma_{tr}^X = - \frac{n_1 X}{F} + \frac{n_1 X f}{W_{tr}} ; \quad \sigma_d^X = - \frac{n_1 X}{F} - \frac{n_1 X f}{W_d}$$

Ngoài ra dưới tác dụng của ngoại lực, trong dây căng còn xuất hiện lực phụ X_1

Như vậy dưới tác dụng của ngoại lực và của hệ thống dây căng ứng lực trước, ứng suất của thớ trên và thớ dưới của tiết diện là

$$\sigma_{tr} = - \frac{n_1 X + X_1}{F} + \frac{(n_1 X + X_1) f}{W_{tr}} - \frac{M}{W_{tr}} \leq mR \quad (4.20)$$

$$\sigma_d = - \frac{n_1 X + X_1}{F} - \frac{(n_1 X + X_1) f}{W_d} + \frac{M}{W_d} \leq mR \quad (4.21)$$

Ứng lực dây căng

$$\sigma = \frac{n_1 X + X_1}{F_a} \leq mR_a \quad (4.22)$$

Lực X_1 được xác định bằng phương pháp lực, theo công thức

$$X_1 = - \frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{\int_a^{l-a} \frac{\bar{M}_1 M}{EI} dx}{\int_a^{l-a} \frac{\bar{M}_1^2}{EI} dx + \frac{l_a}{EF} + \frac{l_a}{E_a F_a}} \quad (4.23)$$

trong các công thức trên :

\bar{M}_1 - mômen do lực $X=1$ gây ra trong hệ cơ bản; M - mômen do ngoại lực gây ra trong hệ cơ bản; E, E_a, F, F_a - môđun đàn hồi của vật liệu và diện tích tiết diện dầm và dây căng; I - mômen quán

tính của tiết diện dầm; W_{tr}, W_d - môđun kháng uốn thớ trên và thớ dưới của tiết diện; l, a - xem hình IV.8; n_1 - hệ số vượt tải của X lấy bằng $n_1=0,9$ khi dùng trong (4.20); và (4.21); và $n_1=1,1$ khi dùng trong (4.22).

Lực căng ban đầu σ_0 được xác định theo công thức

$$\sigma_0 = mR_a - \frac{X_f}{F_a} ; \quad (2.24)$$

trong đó $m=0,85$ hệ số điều kiện làm việc; R_a - cường độ tính toán của thép làm dây căng.

Để tạo được ứng lực ban đầu σ_0 có thể áp dụng cách xiết êcu (tăngđơ) hoặc dùng cơ cấu niu chấp như đã nêu trong chương 2.

2. Gia cố vì kèo thép [18] [4] [6]

Qua thực tế sử dụng các loại vì kèo thép, ngoài hiện tượng ăn mòn thép người ta thấy rằng tình trạng hư hỏng chủ yếu là các thanh bị cong vênh, đặc biệt là cong vênh ngoài mặt phẳng kèo. Người ta đã thống kê được tình trạng này đối với từng loại thanh của vì kèo cho trong bảng 4.1.

Bảng 4.1

Loại thanh	Độ cong vênh %	
	trong mặt phẳng	ngoài mặt phẳng
Thanh cánh trên	0.4	1.3
Thanh cánh dưới	3.6	10.4
Thanh bụng chịu nén	5.7	42.5
Thanh bụng chịu kéo	3.2	14.7
Hư hỏng do nguyên nhân khác		18.2

Theo bảng trên, thấy rằng cánh trên ít bị cong vênh do độ ổn định khá cao. Thanh bụng chịu nén bị hư hỏng nhiều nhất do độ mảnh khá lớn và một phần cũng do những sai lệch trong chế tạo và lắp dựng.

Để gia cố vì kèo ngoài những yêu cầu đối với kết cấu thép nói chung còn phải đề cập đến những đặc điểm sau :

- Chỉ có thể áp dụng giải pháp tháo dỡ, gia cố tại xưởng rồi lắp lại trong trường hợp mái lợp vật liệu rời như tôn, phibrôximăng, ngói v.v... trong trường hợp lợp bằng các tấm panel, việc tháo dỡ

những tấm này rất khó khăn, đặc biệt là khi có lớp chống thấm bằng bê tông cốt thép phủ lên trên.

- Đối với các loại mái nặng, tải trọng bản thân mái khá lớn cho nên dù có cắt bỏ hoàn toàn hoạt tải trên mái thì ứng lực trong thanh kèo cũng chẳng giảm được là bao. Vì vậy cần có giải pháp thích hợp để đảm bảo an toàn trong quá trình gia cố.

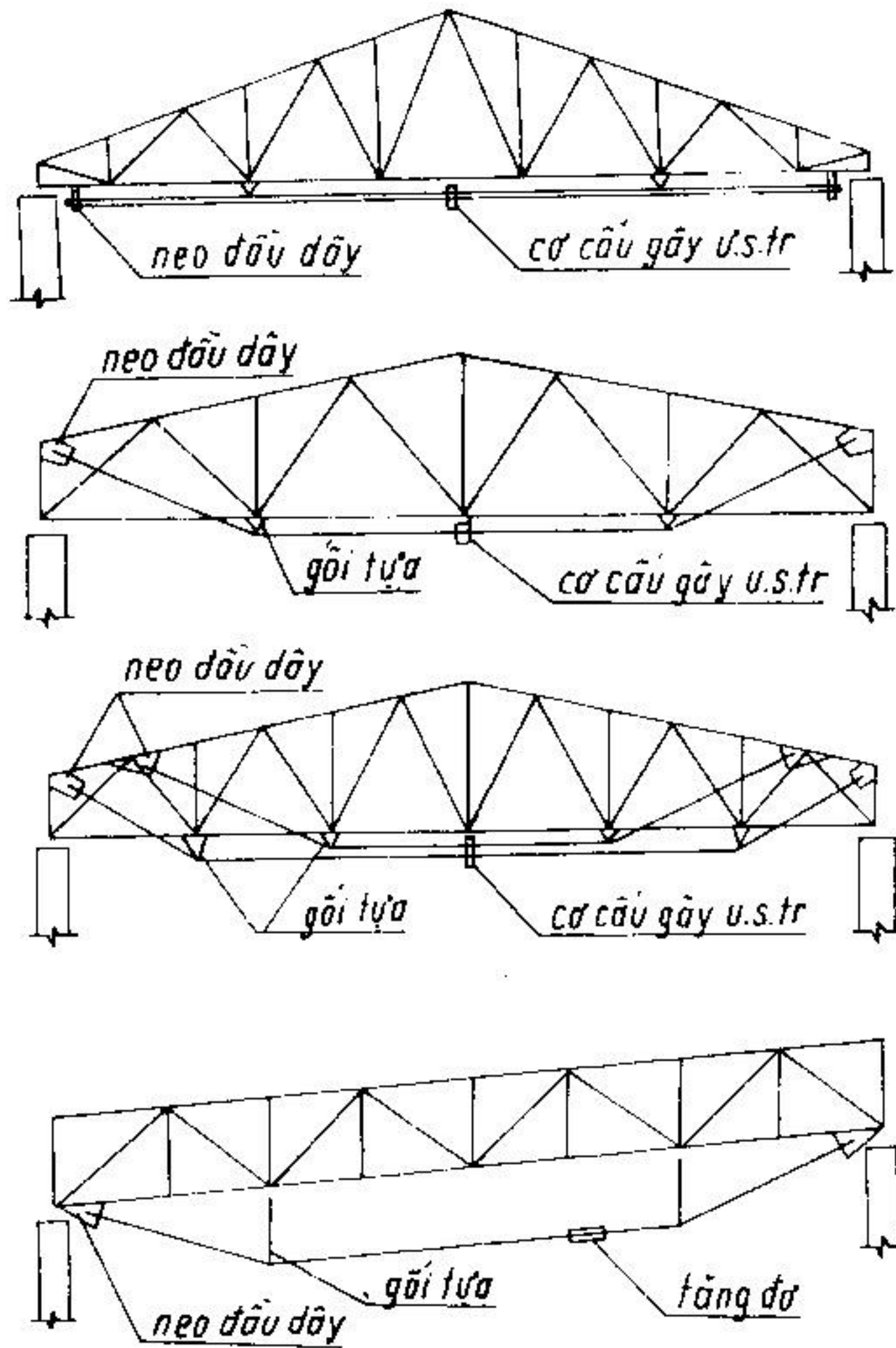
- Qua nhận xét về tình trạng hư hỏng của các thanh kèo cho trong bảng 4.1, việc áp dụng dây căng ứng lực trước tỏ ra khá phù hợp và sẽ thu được hiệu quả đáng kể.

- Cũng như đối với kết cấu thép nói chung, việc kết hợp các giải pháp gia cố trên cùng một kết cấu tùy theo từng trường hợp cụ thể là một giải pháp linh hoạt và hợp lý để đạt được hiệu quả cao nhất.

- Do tính chất chịu tải thường xuyên của vì kèo cho nên trong quá trình gia cố, biện pháp an toàn lao động phải đặc biệt chú ý.

a) Gia cố vì kèo thép bằng hệ thống dây căng ứng lực trước

Nội dung của phương pháp là dựa trên nguyên tắc tác động ngược chiều với tác động của tải trọng ban đầu để giảm bớt ứng lực trong các thanh của vì kèo. Để thực hiện được điều đó, ta có thể áp dụng hệ thống dây căng ứng lực trước với sơ đồ kết cấu cho trên hình IV.9. Phụ thuộc vào từng trường hợp cụ thể để chọn các sơ đồ thích hợp.

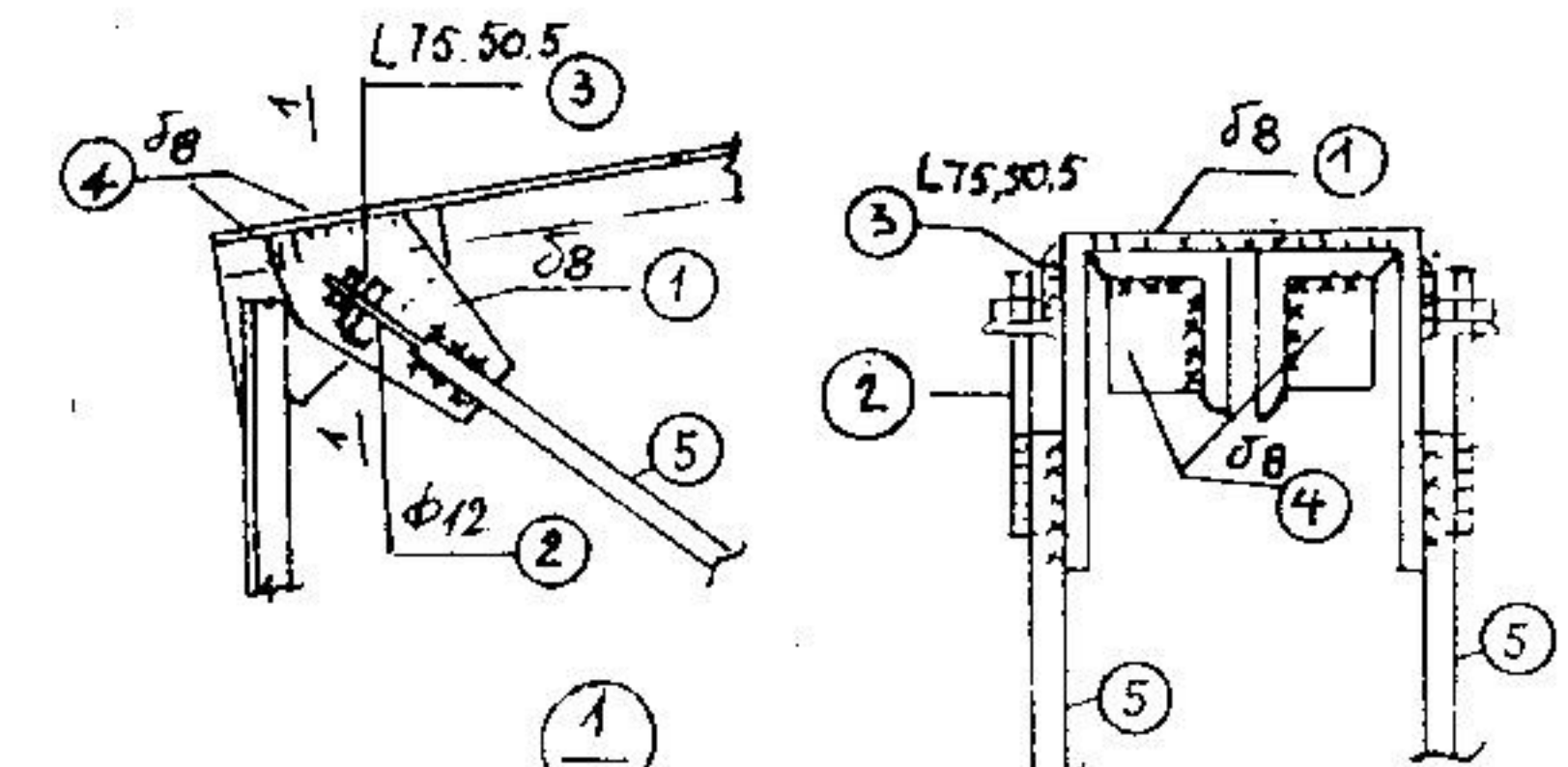


Hình IV.9. Sơ đồ gia cố vì kèo bằng dây căng ứng lực trước

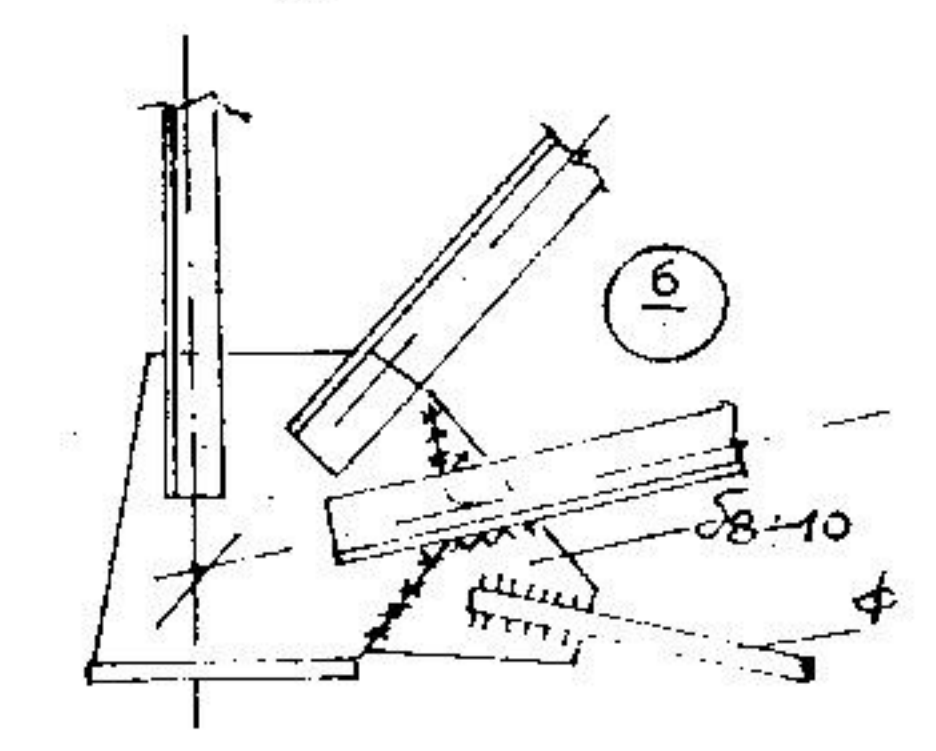
Dưới tác động của hệ thống dây căng ứng lực trước, nội lực trong các thanh cánh dưới và thanh bụng được giảm khá nhiều. Riêng đối với thanh cánh trên, mức độ giảm ứng lực phụ thuộc vào khoảng cách từ trọng tâm của hệ thống dây căng phần nằm ngang đến trọng tâm của thanh cánh dưới. Khoảng cách này thường bị hạn chế do phải đảm bảo gabarit hoạt động của cầu trục cho nên trong nhiều trường hợp, để đơn giản hóa việc tính toán có thể xem lượng giảm ứng lực trong thanh cánh trên bằng không. Khi đó, để gia cố thanh cánh trên có thể kết hợp dùng biện pháp tăng cường tiết diện.

Kết cấu của hệ thống dây căng ứng lực trước bao gồm: kết cấu neo đầu dây, gối tựa, hệ thống dây căng và cơ cấu gây ứng lực.

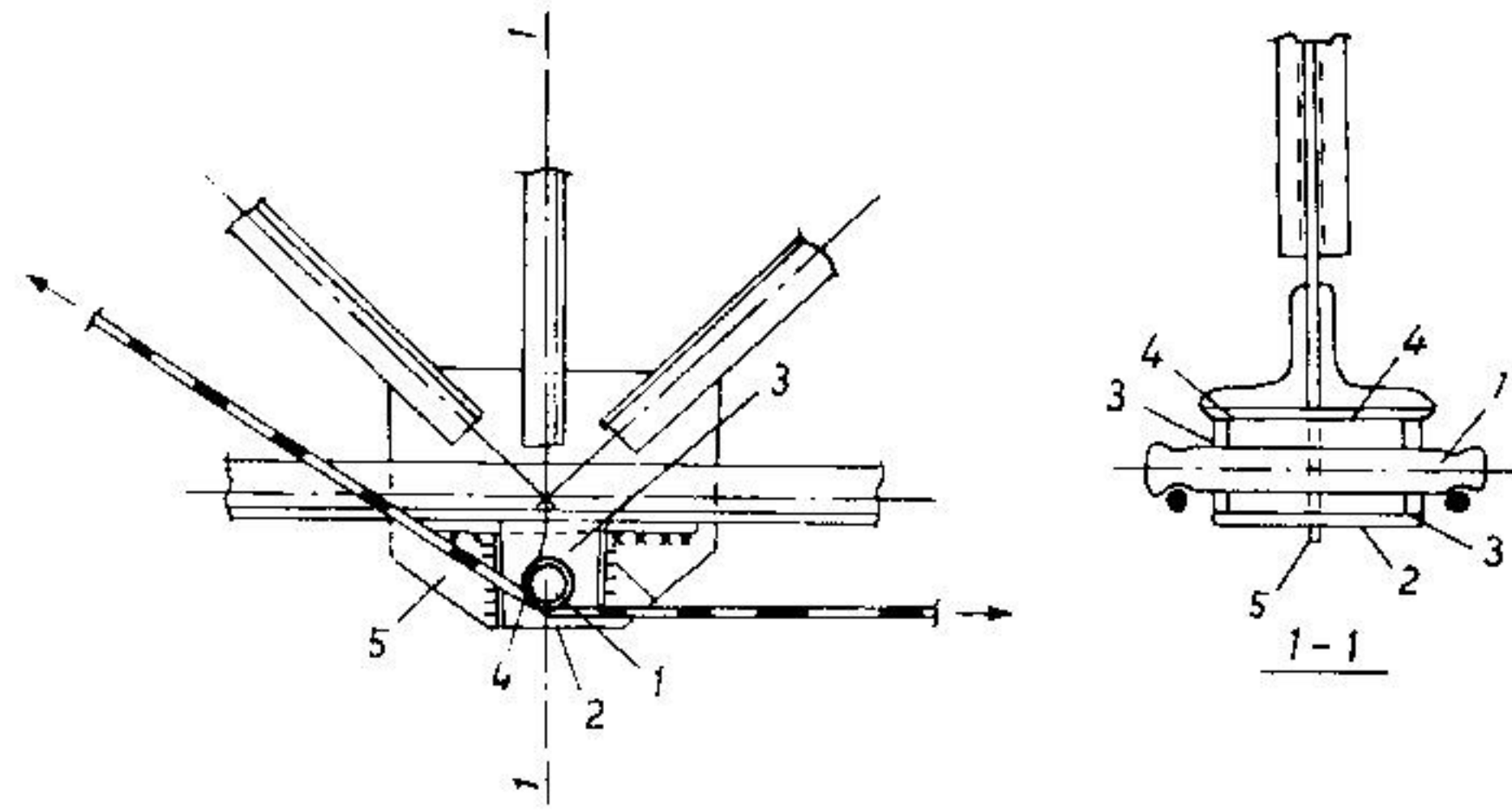
- Kết cấu neo đầu dây: Phụ thuộc vào sơ đồ của dây căng và cấu tạo mắt dãn tương ứng mà chọn hình thức kết cấu neo đầu dây. Trục của dây căng đi qua giao điểm của trục các thanh tại mắt kèo. Một trong những dạng đơn giản của kết cấu neo đầu dây cho trên hình IV.10, gồm bản neo 1 có chiều dày 8 đến 10 mm hàn trực tiếp với thanh cánh trên đồng thời gắn với hai gân tăng cứng 4. Trước khi hàn dây căng 5 vào bản neo 1 cần gá lắp bu lông 2 vào bản gá 3 bằng thép góc đưa dây căng 5 vào vị trí làm việc.



Kết cấu gối đỡ (h.IV.11) gồm một trục gối 1 có con lăn chống ma sát đặt trong gối đỡ dạng hộp được cấu tạo bằng các tấm thép 2, 3, 4. Hộp gối đỡ được gắn liền với chi tiết 5 liên kết với bản mắt của vì



Hình IV.10. Kết cấu neo đầu dây



Hình IV.11. Kết cấu gối đỡ

kèo. Tấm số 4 được hàn với cánh dưới vì kèo.

Hệ thống dây căng dùng các loại thép tròn được sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép. Nên dùng loại thép tròn trơn (AI, AII ...) có độ dẻo cao và ít bắt bụi.

Cơ cấu gây ứng lực có thể dùng cơ cấu tăng đỡ hoặc cơ cấu niu chập (xem chương 2). Đối với dàn dùng cơ cấu niu chập để gây ứng lực là thích hợp hơn cả.

b) Tính toán gia cố vì kèo bằng dây căng ứng lực trước

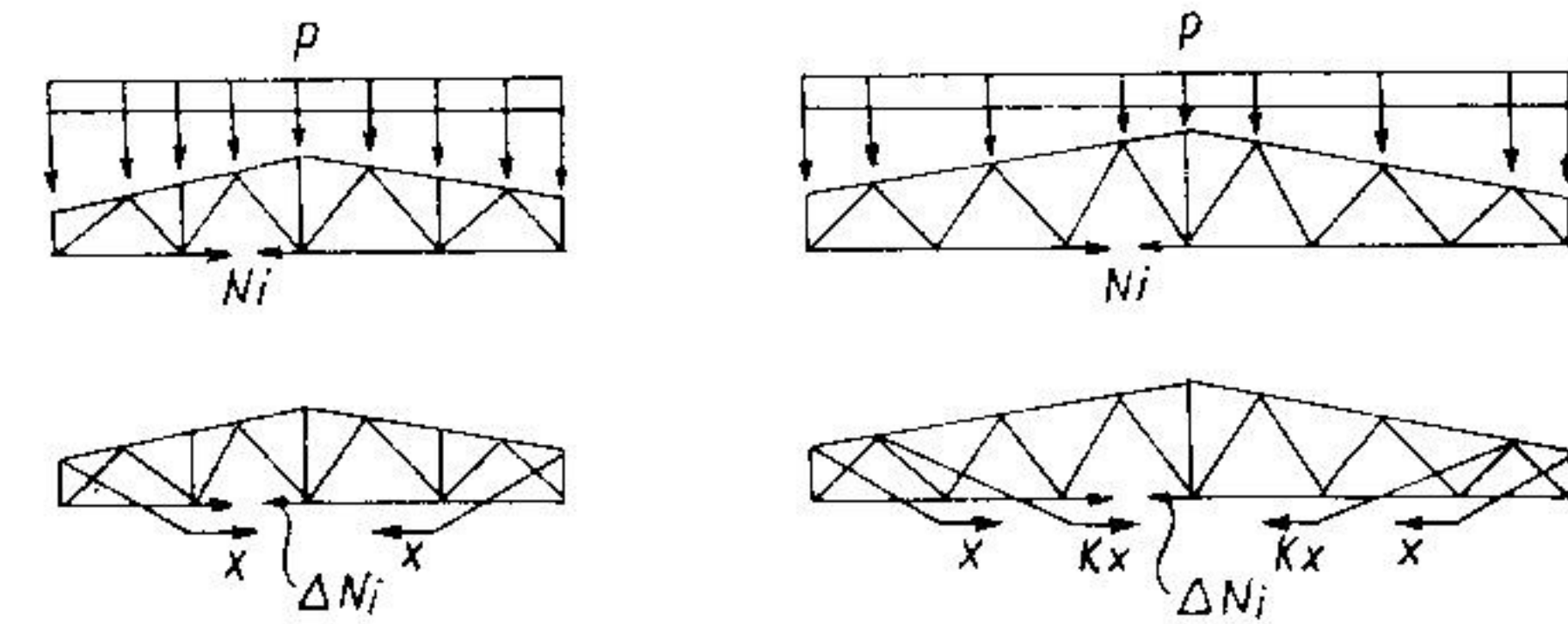
Về nguyên lý và trình tự tính toán có thể áp dụng cách tính toán gia cố kết cấu bê tông cốt thép chịu uốn bằng dây căng ứng lực trước được trình bày trong chương II. Đối với vì kèo thép có thể áp dụng phương pháp tính toán thực hành sau đây dựa trên cơ sở nguyên lý cộng tác dụng.

Gọi N_i là nội lực trong thanh i do toàn bộ ngoại lực tác dụng. N_i^* là khả năng chịu tải thực tế của thanh i tương ứng. Như vậy mức độ thiếu hụt về khả năng chịu tải của thanh i là

$$\Delta N_i = N_i - N_i^* \quad (4.25)$$

Lượng ΔN_i chính là lượng ứng lực cần tạo ra trong thanh i có chiều ngược lại với N_i để ứng lực trong thanh không vượt quá khả năng chịu tải thực tế N_i^* .

Khi xác định khả năng chịu tải thực tế N_i^* trong trường hợp chịu kéo không có gì đặc biệt, chỉ cần thay diện tích tiết diện ban đầu F_i bởi diện tích tiết diện đã bị ăn mòn F_i^* là đủ. Nhưng khi



Hình IV.12. Sơ đồ tính toán gia cố vì kèo bằng dây căng ứng lực trước

xác định khả năng chịu tải thực tế N_i^* của thanh chịu nén, ngoài việc đề cập đến phần tiết diện bị ăn mòn còn phải đề cập đến tác dụng lệch tâm của tải trọng do thanh đã bị cong vênh trong quá trình sử dụng.

Sơ đồ tính toán gia cố vì kèo bằng dây căng ứng lực trước cho trên hình IV.12.

Trong các hình trên

p - tải trọng tập trung tác dụng lên nút vì kèo;

X - ứng lực cần thiết để tạo ứng lực ΔN_i trong thanh i .

Trình tự tính toán như sau :

1- Xác định nội lực N_i của các thanh vì kèo dưới tác dụng toàn bộ tải trọng tính toán.

2- Xác định khả năng chịu tải thực tế N_i^* của các thanh vì kèo theo số liệu thực tế đã khảo sát được.

3- Xác định các $\Delta N_i = N_i - N_i^*$

4- Xác định nội lực $\Delta \bar{N}_i$ trong các thanh vì kèo do lực $X=1$ tác dụng.

5- Xác định giá trị X_{\max} trong các giá trị

$$X = \frac{\Delta N_i}{\Delta \bar{N}_i} \Big|_{\max} \quad (4.26)$$

6- Xác định lực căng ban đầu X_0 trong hệ thống dây căng.

Khi căng dây chưa có hoạt tải, lực căng ban đầu của dây không được vượt quá giá trị sau

$$X_0 = kX \quad (4.27)$$

trong đó

$$k = \frac{n_1 g}{n_1 g + n_2 p}$$

n_1, n_2 - hệ số vượt tải ứng với g, p là tĩnh tải và hoạt tải trên $1m^2$ mái.

Giá trị X phải thỏa mãn

$$X \leq m_0 R_a F_a \quad (4.28)$$

trong đó m_0 - hệ số điều kiện làm việc của dây căng lấy bằng $0,7 \div 0,8$

Như vậy

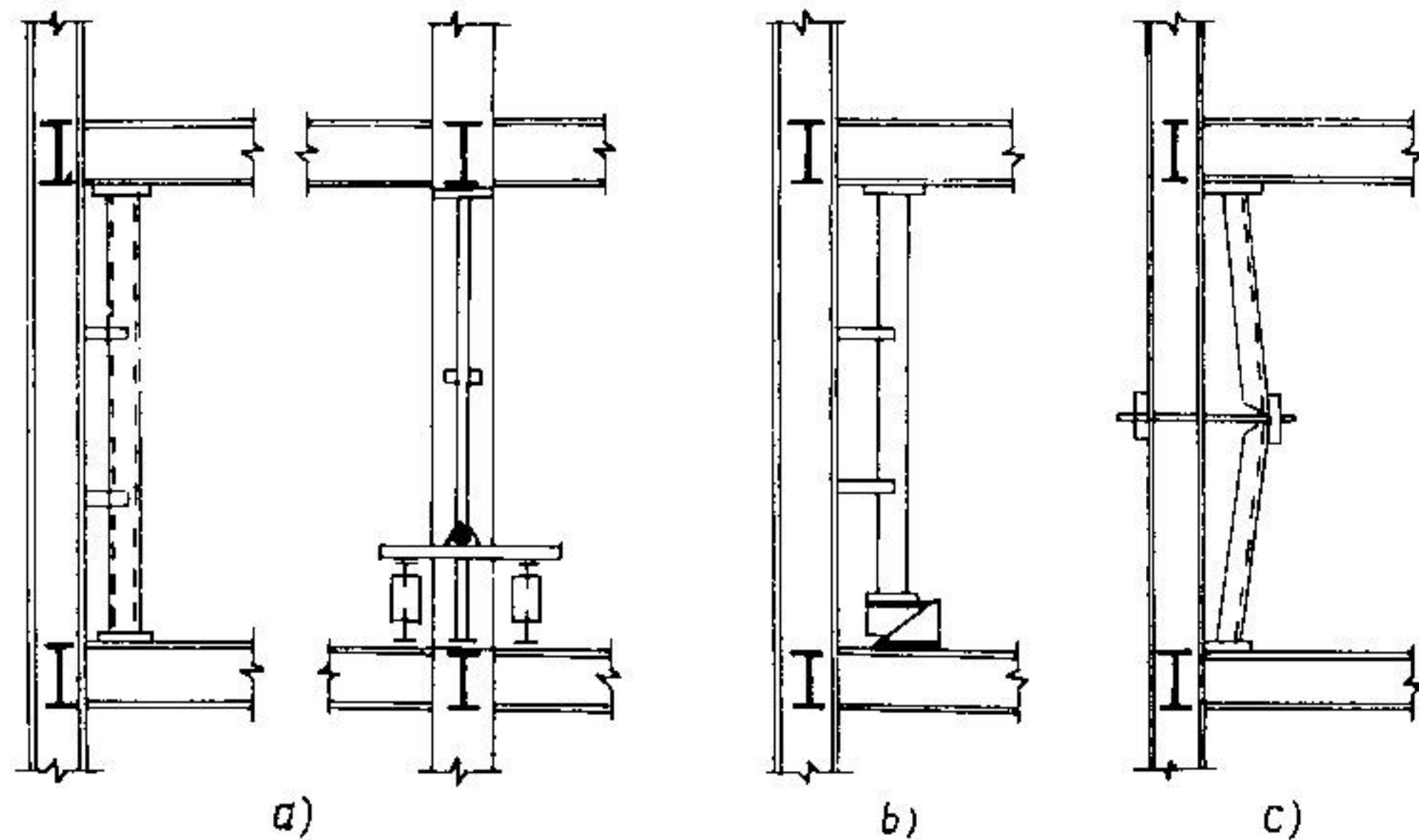
$$F_a \geq \frac{X}{m_0 R_a}$$

7- Sau khi có X , kiểm tra lại ứng lực và khả năng chịu tải của từng thanh. Thông thường thì thanh cánh dưới, thanh xiên đầu dãn và các thanh bụng được giảm ứng lực rõ rệt và thỏa mãn điều kiện

$$N_i^* \geq N_i - \Delta N_i$$

Đối với các thanh không thỏa mãn điều kiện trên, chẳng hạn thanh cánh trên thì lúc đó phải gia cố cục bộ bằng cách tăng cường tiết diện.

§IV.5. Gia cố cột bằng thanh chống ứng lực trước

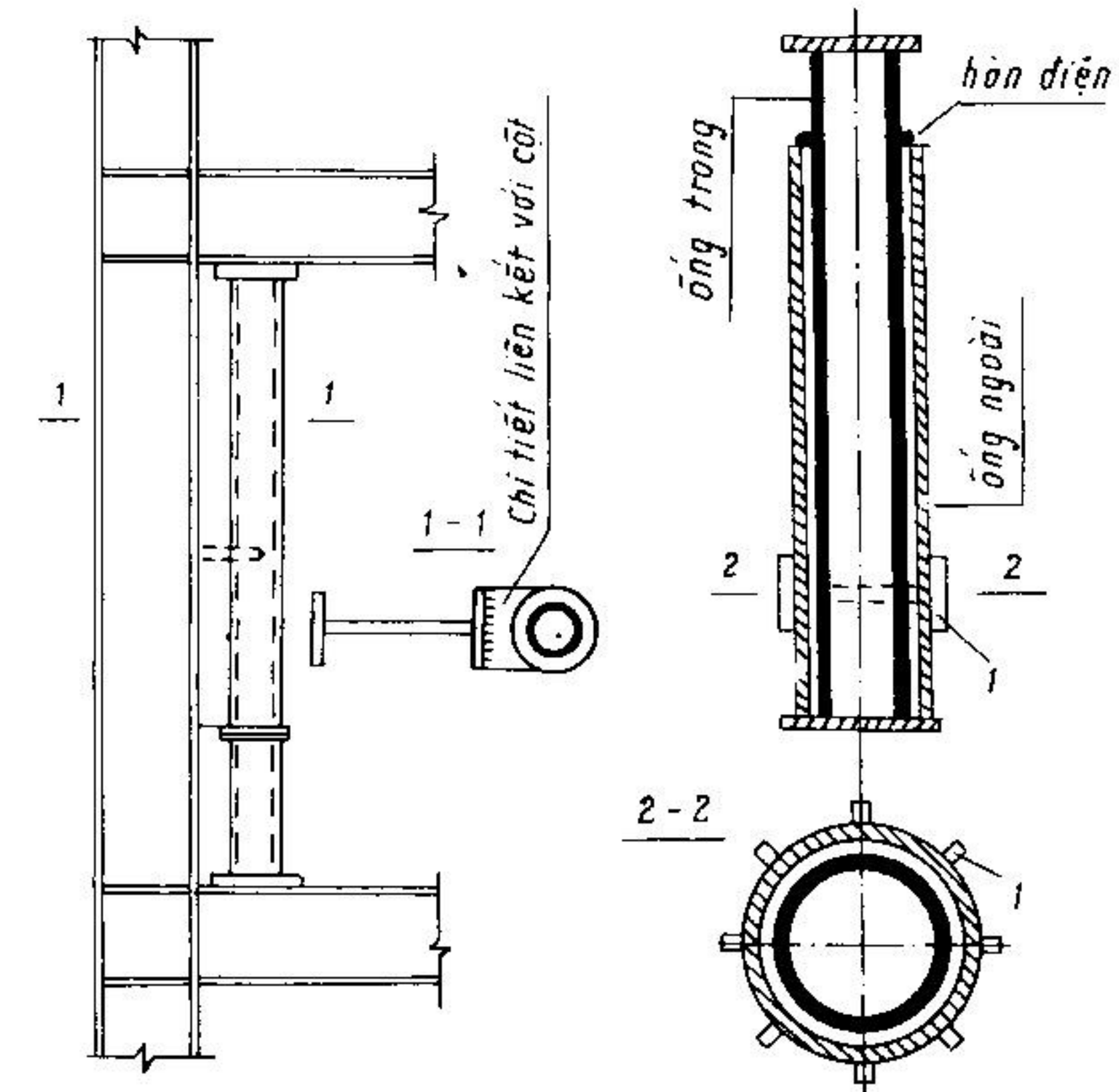


Hình IV.13. Cách gây ứng lực trước tại chỗ cho các thanh gia cố

Việc dùng các thanh chống ứng lực trước để gia cố cột nhằm mục đích tăng cường sự làm việc đồng thời giữa cột và kết cấu giằng cốt. Ngay trong thời điểm gia cố, cột vẫn có thể chịu tác dụng của tải trọng mà không cần phải cắt bỏ hoặc giảm bớt.

Các thanh chống ứng lực trước được cấu tạo từ các loại thép hình với các tiết diện khác nhau như L, [, I, O v.v... Việc gây ứng lực trước trong thanh chống có thể được thực hiện tại chỗ hoặc được chế tạo sẵn trong nhà máy. Để có thể thực hiện tại chỗ việc gây ứng lực trước trong thanh chống, có thể dùng các loại kích, cơ cấu nôm hoặc cơ cấu đập (h.IV.13).

Một trong các loại thanh chống ứng lực trước là loại ống lồng ứng lực trước đã được giáo sư Ju.I.Lofov [4, 5] đề xuất. Cấu kiện ống lồng ứng lực trước bao gồm hai ống thép lồng vào nhau, ống trong chịu nén và ống ngoài chịu kéo. Giữa hai ống có khe hở nhỏ đủ cho chúng dễ dàng trượt lên nhau. Ứng lực trước trong ống lồng có thể được thực hiện bằng phương pháp cơ học, hoặc nhiệt [5]. Khi gây ứng lực trước bằng phương pháp nhiệt, ống ngoài



Hình IV.14. Gia cố cột bằng cấu kiện ống lồng ứng lực trước

được đốt nóng tới nhiệt độ sao cho có độ giãn dài tương ứng với giá trị vượt quá giới hạn chảy một lượng bằng lượng tổn hao độ giãn dài (tức tổn hao ứng suất) của ống ngoài trong quá trình nguội dần do độ co đàn hồi và ép mặt của ống trong. Như vậy ứng suất trong ống ngoài sau khi nguội cần vượt quá giới hạn chảy. Sau khi ống ngoài đạt tới độ giãn dài theo thiết kế cần phải hàn với ống trong và như vậy ta đã có được một cấu kiện ống lồng ứng lực trước (h.IV.14).

Đặt cấu kiện này vào vị trí gia cố, hai đầu hàn với dầm hoặc kết cấu chịu lực của công trình. Sau đó tháo liên kết "1" nối liền hai đoạn của ống ngoài. Ống trong được duỗi tự do và truyền lực trực tiếp lên kết cấu công trình cùng tham gia làm việc với kết cấu được gia cố. Sau khi ứng lực trước đã được truyền trực tiếp vào kết cấu công trình, hai phần của ống ngoài được hàn nối lại với nhau. Như vậy, nếu sau khi gia cố có thêm tải trọng tác dụng thì ống ngoài cũng tham gia làm việc. Vai trò của ống ngoài không những có nhiệm vụ chịu kéo để gây ứng lực nén trước cho ống trong mà còn làm tăng thêm ổn định cho nó.

Thật vậy, lúc này khả năng chịu tải của ống trong bằng

$$P = mRF_{tr}\varphi^* \quad (4.29)$$

trong đó

$$\varphi^* = \frac{1}{1 + (k_0 + k_1)R_{tr}r_i^2l}$$

ở đây R_{tr} , F_{tr} - bán kính ngoài và diện tích tiết diện của ống trong; l - chiều dài tính toán của ống trong, lấy bằng một nửa chiều dài thật L ; r_i - bán kính quán tính của ống trong; k_0 - độ cong cho phép của ống trong.

$$k_0 = \frac{f_0}{l} \quad ; \quad f_0 = \frac{L}{750}$$

k_1 - được xác định theo phương trình :

$$\lambda^2 k_1^3 + 2n \left(1 - \frac{P_0}{P_{cr}}\right) k_1 - 2n \frac{P_0}{P_{cr}} k_0 = 0 \quad ,$$

$$\text{với } n = \frac{F_{tr}}{F_{ng}} \quad (F_{ng} - \text{diện tích tiết diện ống ngoài});$$

P_0 - lực kéo của ống ngoài,

$$P_0 = 0,8RF_{ng};$$

P_{cr} - lực tới hạn của ống trong

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

Ví dụ tính toán. Xác định khả năng chịu tải của cấu kiện ống lồng có $L=600$ cm; $D_{ng}=76/3,5$ mm $F_{ng}=7,97$ cm², $D_{tr}=63,5/8$ mm, $r_i=1,98$ cm; $F_{ng}=13,9$ cm², $R=2100$ kG/cm².

Theo các công thức trên ta có

$$l = 0,5L = 0,5 \cdot 600 = 300 \text{ cm}; \quad \lambda = \frac{300}{1,98} = 151;$$

$$P_0 = 0,8 \cdot 2100 \cdot 7,97 = 13389,6 \text{ kG};$$

$$P_{cr} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13,9}{(151)^2} = 12582 \text{ kG};$$

$$\frac{P_0}{P_{cr}} = \frac{13389,6}{12582} = 1,07;$$

$$n = \frac{13,9}{7,97} = 1,744; \quad k_0 = \frac{f_0}{L} = \frac{1}{750} = 0,00133;$$

$$151^2 k_1^3 + 2 \cdot 1,744 (1 - 1,07) k_1 - 2 \cdot 1,744 \cdot 1,07 \cdot 0,00133 = 0.$$

Rút ra $K_1 = 0,0065$

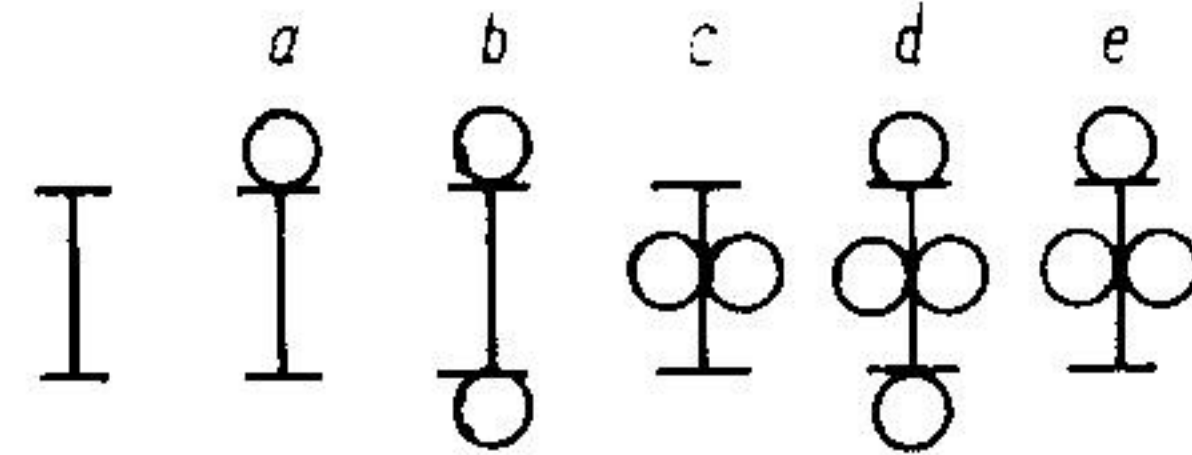
$$\varphi^* = \frac{1}{1 + (0,00133 + 0,0065) \cdot 3,175 \cdot 1,98^2 \cdot 300} = 0,5.$$

Cuối cùng $P = 2100 \cdot 13,9 \cdot 0,5 = 14595$ kG.

Giá trị này lớn hơn nhiều so với lực tới hạn P_{cr}^{tr} của ống trong khi không có ống ngoài là :

$$P_{cr}^{tr} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13,9}{(600/1,98)^2} = 3138 \text{ kG.}$$

Sơ đồ bố trí các thanh chống ứng lực trước phụ thuộc vào điều kiện chịu lực của cột cần gia cố và các kết cấu chịu lực liên quan.



Đối với cột chịu nén Hình IV.15. Sơ đồ bố trí các thanh chống gia cố cột trung tâm, các thanh chống được bố trí đối xứng, sao cho trọng tâm của tiết diện không bị dịch chuyển sau khi gia cố (h IV.15)

Đối với cột chịu nén lệch tâm, các thanh chống có thể được bố trí đối xứng hoặc không đối xứng trong mặt phẳng uốn (h. IV.15). Vị trí có lợi nhất là về phía lệch tâm (chịu nén).

Để tăng cường khả năng chịu tải của những thanh chống này cần có các liên kết vào cột được gia cố để tăng thêm ổn định.

Tính toán gia cố cột bằng thanh chống ứng lực trước

. Gia cố cột chịu nén đúng tâm

Diện tích tiết diện thanh chống ứng lực trước được xác định theo yêu cầu về mức độ giảm ứng suất tới giá trị σ_a cho trước

$$F_t = \frac{N - \varphi_0 \sigma_a F_0}{\sigma_a \varphi_1} \quad (4.30)$$

trong đó N - ứng lực trong cột tại thời điểm gia cố; φ_0, φ_1 - hệ số uốn dọc của cột và thanh chống gia cố; F_0 - diện tích tiết diện cột cần gia cố;

Lực đỡ tải cho cột sau gia cố là

$$N_t = \frac{F_0}{F_0 + F_t} N \quad (4.31)$$

Nếu sau gia cố, tác dụng thêm một lượng ΔN , hệ thống cần thỏa mãn điều kiện

$$\frac{N + \Delta N}{\varphi_{\min}(F_0 + F_t)} \leq mR \quad (4.32)$$

trong đó φ_{\min} - hệ số uốn dọc cho tiết diện thống nhất $F_0 + F_t$ (sau khi đã liên kết hàn thành một cấu kiện thống nhất).

. Gia cố cột chịu nén lệch tâm

Xuất phát từ điều kiện làm việc đồng thời, ứng suất trong cột sau gia cố được xác định theo công thức

$$\sigma = \frac{N_0}{\varphi_{\text{liq}}(F_0 + F_t)} \quad (4.34)$$

trong đó N_0 - ứng lực tác dụng lên cột trước và trong thời gian gia cố; F_0, F_t - như công thức (4.30); φ_{liq} - hệ số uốn dọc cho cấu kiện tổ hợp chịu nén lệch tâm gồm cột và thanh chống ứng lực trước được xác định phụ thuộc vào m_x và $\bar{\lambda}_{td}$ (độ lệch tâm tương đối và độ mảnh quy ước của thanh gia cố),

$$m_x = \frac{M_0}{N_0} \cdot \frac{F_0 + F_t}{I_x} y'_t$$

I_x - mômen quán tính theo phương x của tiết diện cấu kiện sau khi gia cố (kể cả thanh chống);

y'_t - khoảng cách từ trọng tâm tiết diện sau khi gia cố đến trọng tâm tiết diện thanh chống ứng lực trước;

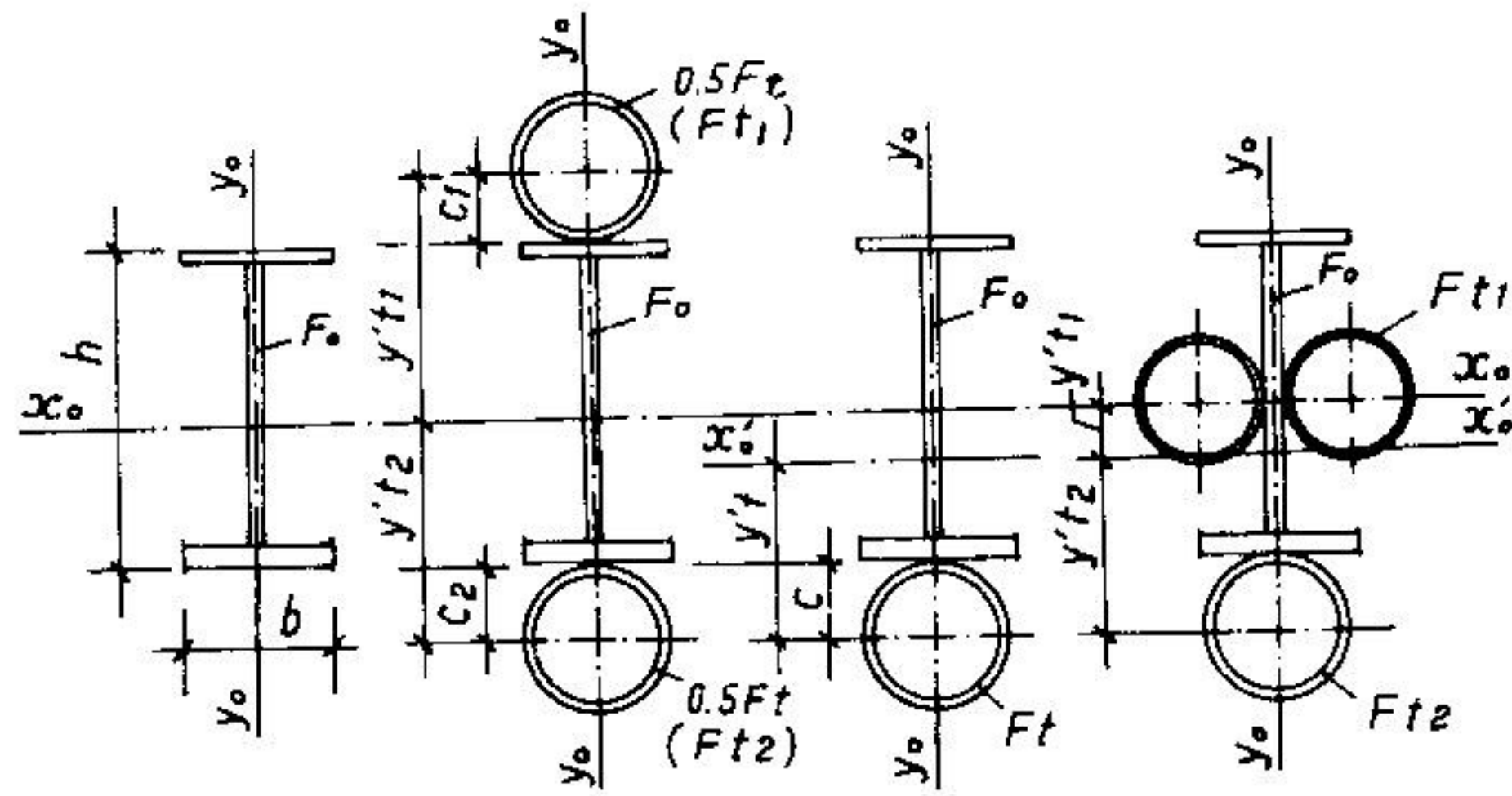
M_0 - mômen uốn tác dụng trong cột trước và trong thời gian gia cố;

$$\bar{\lambda}_{td} = \lambda_{td} \sqrt{R/E} \quad ; \quad \lambda_{td} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2};$$

$$\lambda_1 = \frac{l_{0(t)}}{r_t} \quad ; \quad \lambda_x = \frac{l_{0(0)}}{r_x} \quad ; \quad r_x = \sqrt{\frac{I_x}{F_0 + F_t}} \quad ;$$

$$r_t = \sqrt{\frac{I_t}{F_t}} \quad ;$$

λ_{td} - độ mảnh tương đương của cột; λ_x - độ mảnh của cột trong mặt phẳng uốn; λ_1 - độ mảnh của thanh chống giữa các điểm liên kết với cột; $l_{0(0)}$ - chiều dài tự do của cột; $l_{0(t)}$ - chiều dài tự do của thanh chống giữa các điểm liên kết với cột; r_x, r_t - bán kính quán tính của cột và của thanh chống (ống trong); I_t - mômen quán tính của thanh chống.



Hình IV.16. Sơ đồ tính toán gia cố cột

Từ công thức (4.34), diện tích tiết diện thanh chống ứng lực trước phải thỏa mãn điều kiện:

$$F_t^{\min} = \frac{N - \varphi_{tq}^{\text{II}} \sigma_t F_0}{\sigma_t^{\text{II}}(\varphi_{tq})} \quad (4.35)$$

trong đó σ_t - ứng suất yêu cầu đạt được sau gia cố.

Sau khi đã chọn được tiết diện các thanh chống cần xác định ứng lực giảm tải do thanh chống đó chịu. Ứng lực giảm tải trong thanh chống được xác định như sau:

- Khi gia cố một phía (phía lệch tâm), ứng lực giảm tải trong thanh chống bằng:

$$N_t = N \frac{F_t}{F_0 + F_t} \left[1 + \frac{F_0}{I} (e+f)(0,5h+c) \right]; \quad (4.36)$$

trong đó F_0 , F_t - như công thức (4.30); $e=M/N$; M , N - tải trọng trong thời gian gia cố; f - độ lệch tâm do chế tạo; h - chiều cao tiết diện cột; c - khoảng cách từ trọng tâm thanh chống ứng lực trước tới mép gần nhất của cột.

I - mômen quán tính của tiết diện sau gia cố đối với trục thẳng góc với mặt phẳng uốn.

- Khi gia cố cả hai phía trong mặt phẳng uốn (h. IV.8), lực giảm tải trong các thanh chống được tính như sau:

đối với thanh chống bố trí phía lệch tâm

$$N_{11} = NF_{t1} \left[\frac{1}{I} (0,5h+c_1)(e+f) + \frac{1}{F} \right]; \quad (4.37)$$

đối với thanh chống bố trí phía đối diện

$$N_{12} = NF_{t2} \left[\frac{1}{F} - \frac{1}{I} (0,5h+c_2)(e+f) \right]; \quad (4.38)$$

trong đó N_{11} , N_{12} - lực giảm tải trong các thanh chống ứng lực trước số 1 và số 2; F_{t1} , F_{t2} - diện tích tiết diện các thanh chống ứng lực trước số 1 và số 2; c_1 , c_2 - khoảng cách từ trọng tâm tiết diện thanh chống số 1, 2 tới mép kề bên của cột; F - tổng diện tích tiết diện ngang của cột sau gia cố.

Các ký hiệu khác như công thức (4.36).

- Khi gia cố đối xứng qua mặt phẳng uốn:

$$N_{11} = N_{12} = 0,5 \frac{F_{t1} + F_{t2}}{F} N; \quad (4.39)$$

trong đó $F_{t1} = F_{t2}$.

Sau khi đã xác định được lực giảm tải N_t trong các thanh chống ứng lực trước, ta xác định ứng lực kiểm tra N_{ktr} của thanh chống ứng lực trước theo công thức (trước là lượng ứng lực trước phải gây trong thanh chống)

$$N_{ktr} = N_t + \sum N_{th} \quad (4.40)$$

trong đó $\sum N_{th}$ - ứng lực tổn hao do biến dạng đàn hồi của cột, do độ lún của gối tựa v.v., lấy bằng 0,2 đến 0,4 N_{ktr} .

Cuối cùng kiểm tra lại khả năng chịu tải của cột gia cố, lúc này được coi như một kết cấu tổ hợp gồm cột và các thanh chống ứng lực trước.

Việc kiểm tra được thực hiện đối với cả trong và ngoài mặt phẳng tác dụng của mômen theo các công thức được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép như đối với cấu kiện nguyên [17].

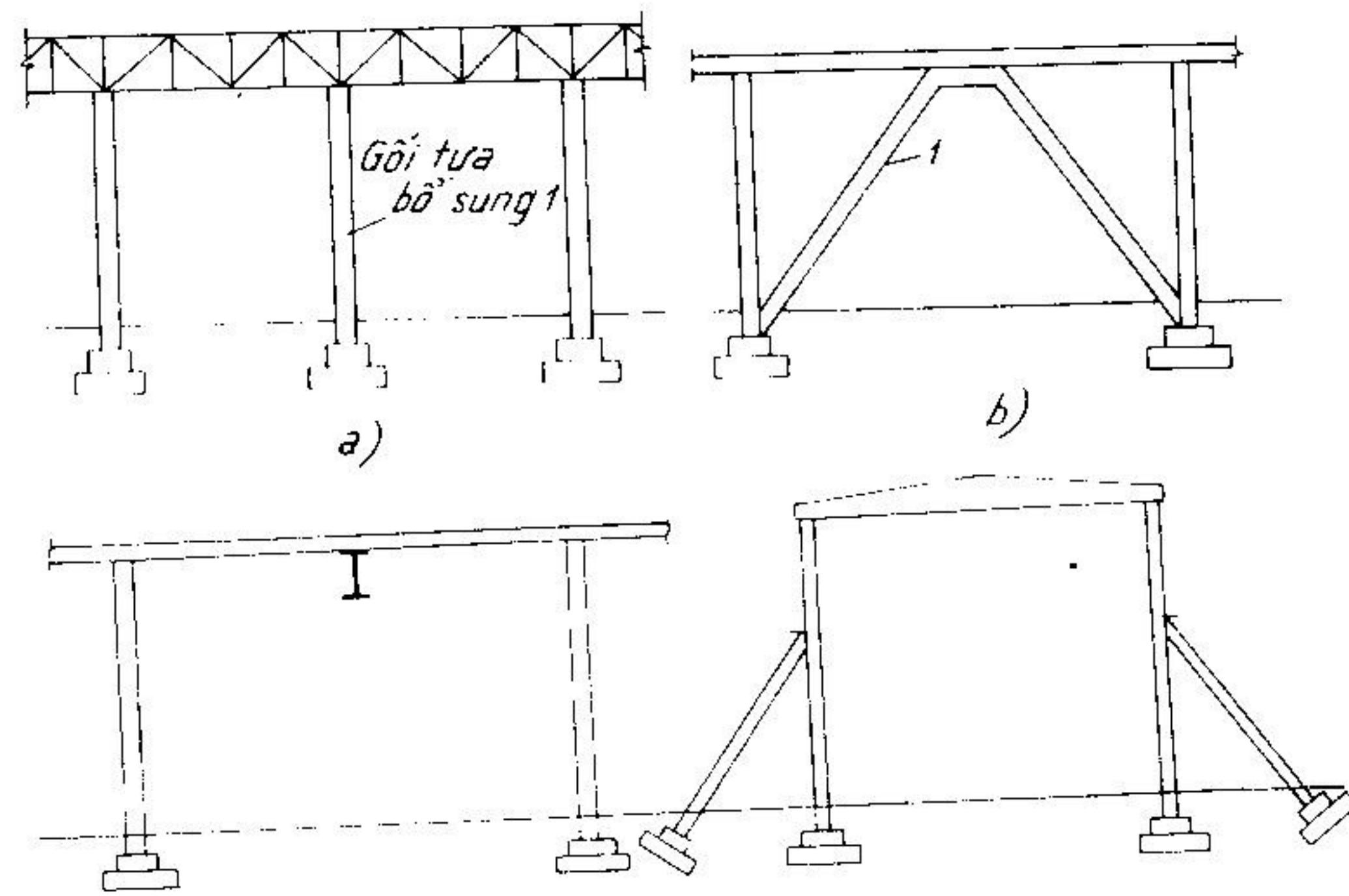
§.IV.6. Gia cố kết cấu bằng cách thay đổi sơ đồ kết cấu [18]

Thay đổi sơ đồ kết cấu làm thay đổi trạng thái chịu lực của kết cấu như thay đổi nội lực, tăng cường độ cứng, độ ổn định, v.v.

tăng cường khả năng chịu tải của chúng. Tùy theo sơ đồ sẵn có và tình trạng chịu tải mà chọn sơ đồ mới cho thích hợp. Để thay đổi sơ đồ kết cấu thường áp dụng các dạng sau.

1. Tăng thêm gối tựa

Đối với các kết cấu chịu uốn, việc tăng thêm gối tựa sẽ làm giảm mômen đáng kể cho kết cấu. Cần chú ý rằng tại các gối tựa mới thêm, có thể xuất hiện mômen âm. Các gối tựa bổ sung có thể là các gối tựa cứng hoặc gối tựa đàn hồi (h.IV.17).



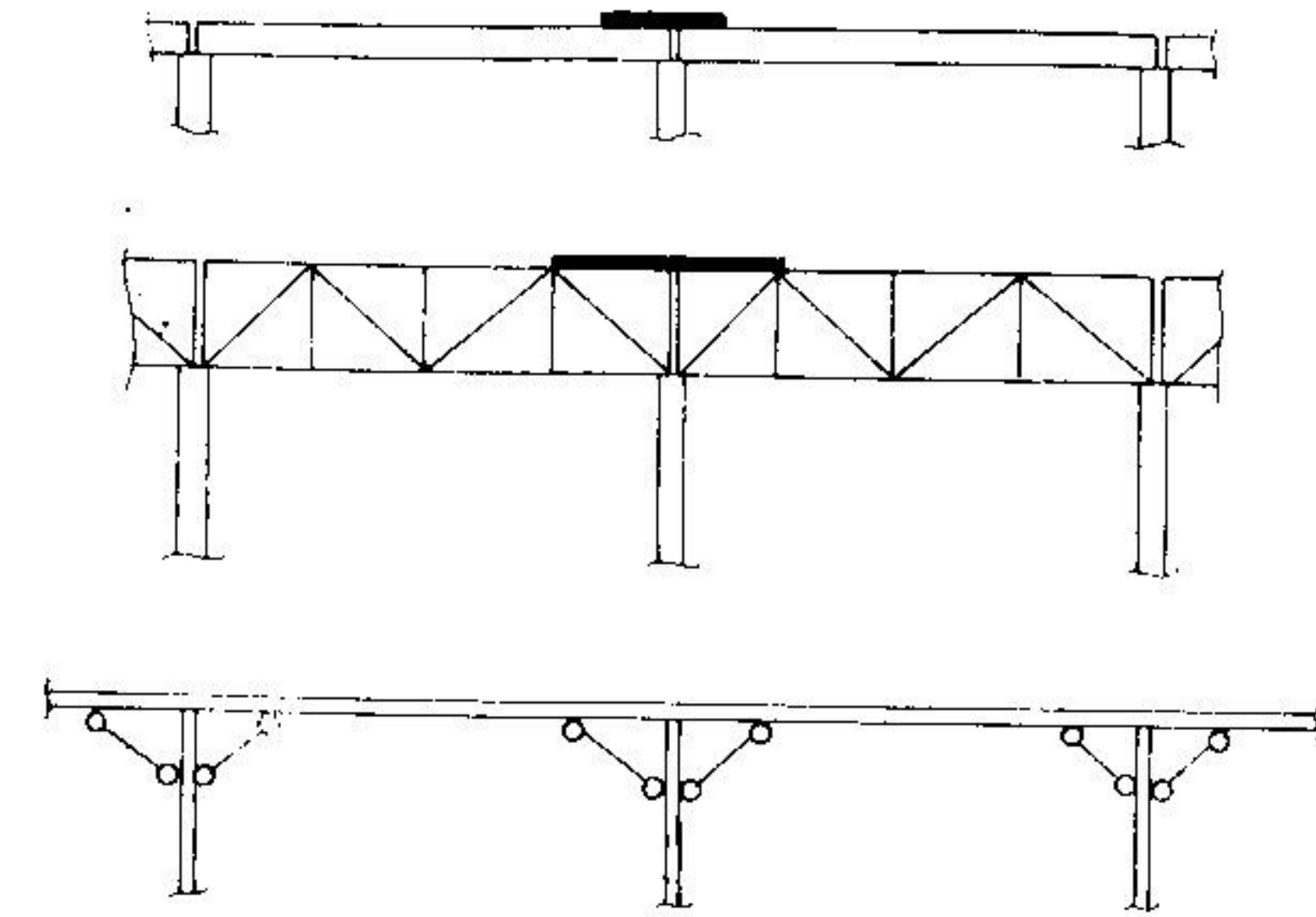
Hình IV.17. Sơ đồ đặt gối tựa bổ sung

2. Thay đổi dạng liên kết

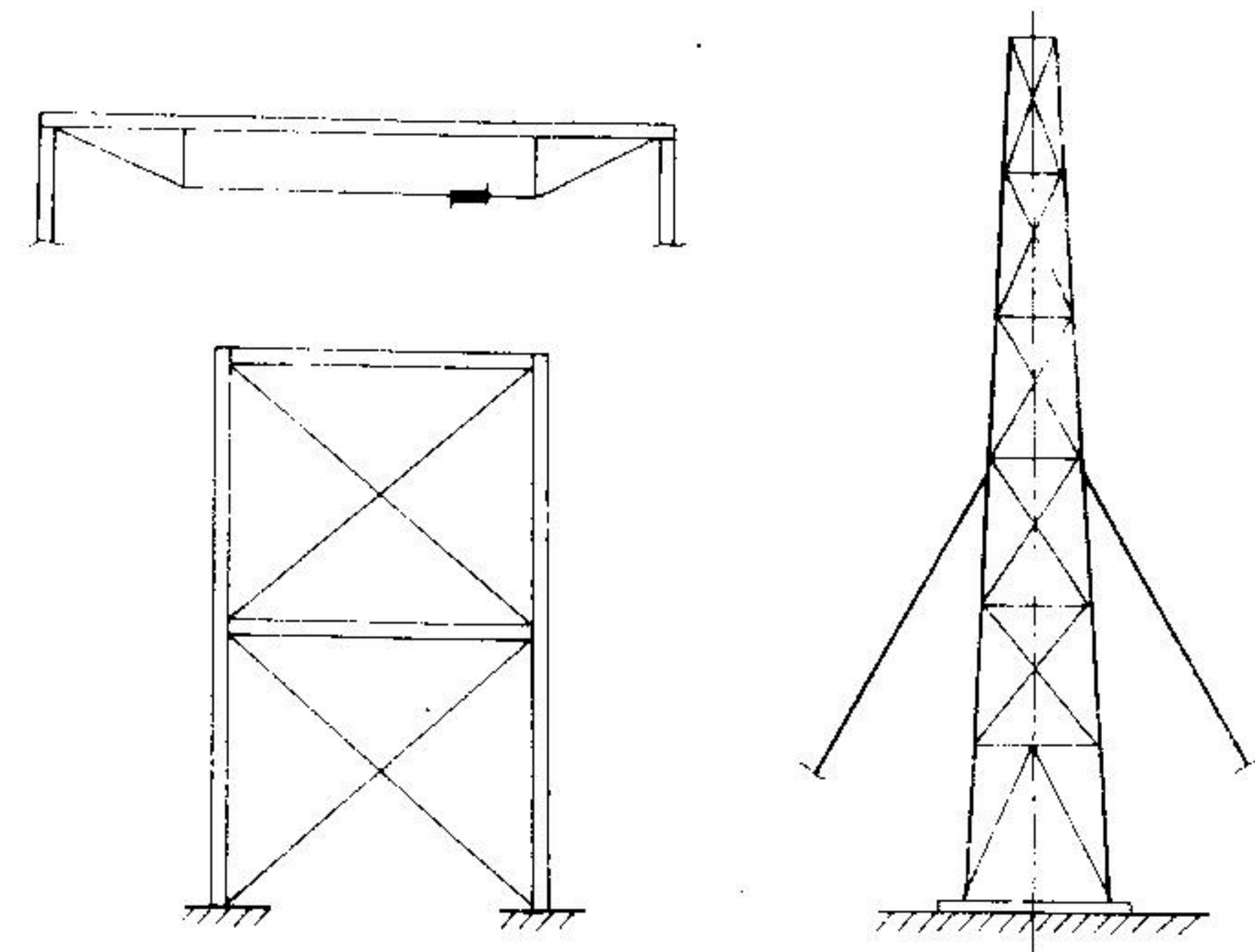
Để giảm bớt mômen giữa nhịp của hệ thống dầm hoặc dàn theo sơ đồ tĩnh định, có thể thay đổi cấu tạo các nút liên kết tại gối tựa thành liên kết cứng, biến hệ thống dầm dàn đơn giản thành hệ thống dầm dàn liên tục (h.IV.18).

3. Dùng dây căng thay đổi nội lực và tăng ổn định cho kết cấu

Đó là trường hợp gia cố hệ thống dầm, vì kèo bằng dây căng ứng lực trước (mục IV.4...), dây neo tăng cường cho các kết cấu tháp, hệ giằng chéo cho kết cấu khung (h.IV.19).



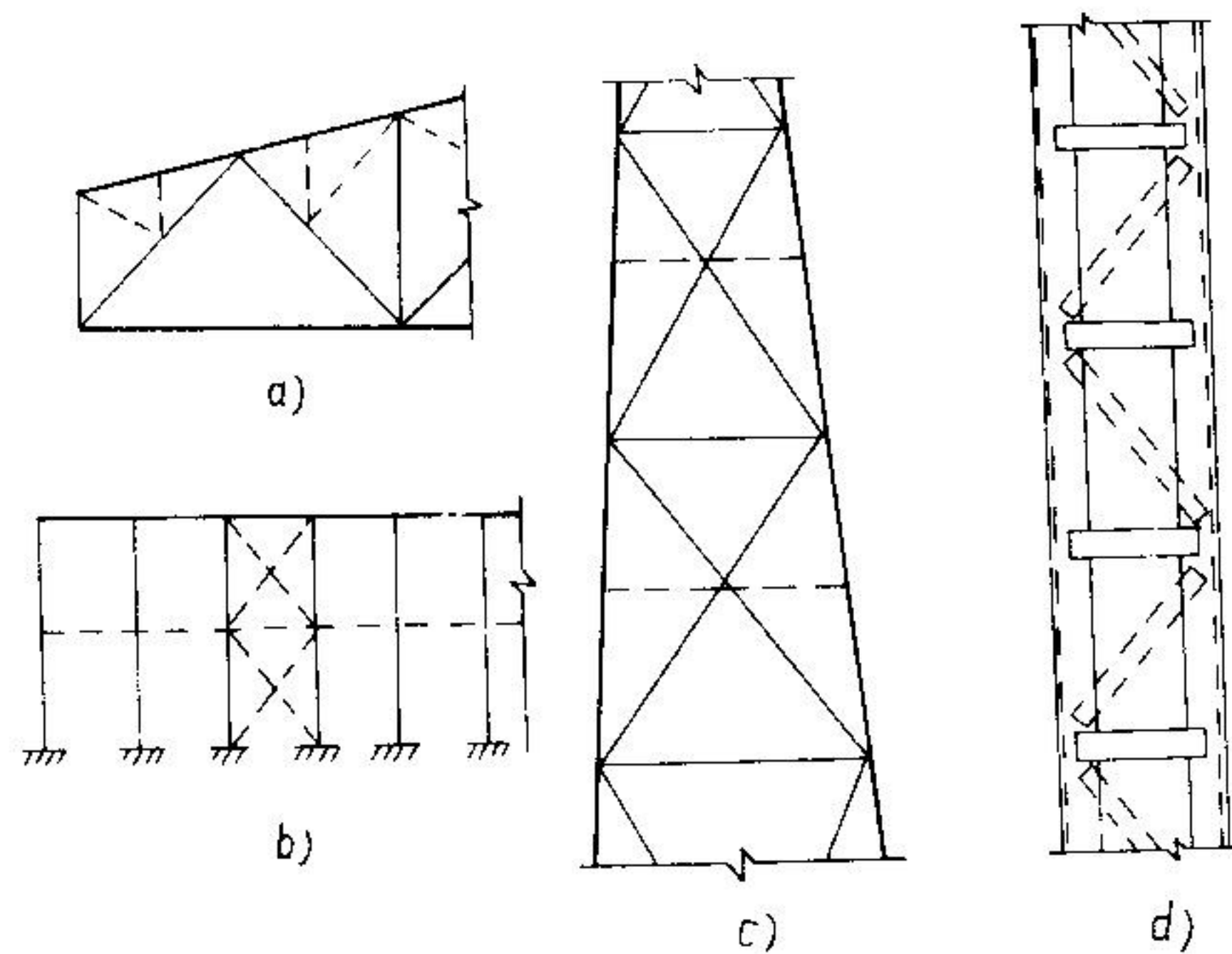
Hình IV.18. Thay đổi dạng liên kết



Hình IV.19. Thay đổi nội lực bằng kết cấu dây căng

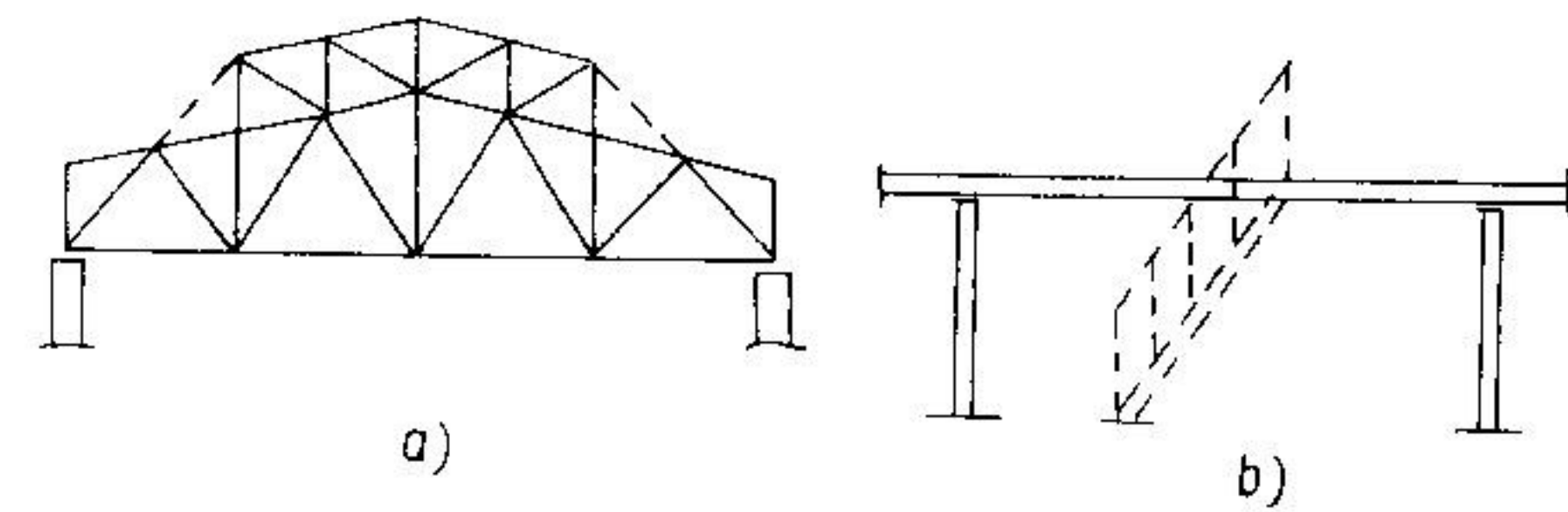
4. Giảm độ mảnh của cấu kiện chịu nén

Giảm độ mảnh cho cấu kiện chịu nén nhằm tăng hệ số uốn dọc φ làm tăng đáng kể khả năng chịu tải của chúng. Đó là trường hợp giảm độ mảnh của các thanh cánh trên và thanh xiên của các dàn vì kèo theo hình thức dàn chia nhỏ (h.IV.20a), là trường hợp tăng thêm các liên kết phụ để giảm bớt chiều dài tự do của các thanh cánh của các kết cấu dạng tháp (h.IV.20b) hoặc bổ sung thêm các thanh chéo để giảm bớt độ mảnh tương đương của các cột tổ hợp có bản giằng nằm ngang (h.IV.20c). Để giảm bớt độ mảnh của cột nhà công nghiệp một tầng theo phương dọc nhà, người ta bố trí hệ thống giằng dọc được cố định bởi cấu trúc giằng chéo bố trí vào khoảng giữa khối nhiệt độ của nhà (h.IV.20d).



Hình IV.20. Hình thức giảm độ mảnh của kết cấu chịu nén

Ngoài ra, để tăng khả năng chịu tải của kết cấu có thể tận dụng mọi khả năng để làm giảm nội lực trong các thanh cũng như tăng thêm ổn định cho kết cấu. Chẳng hạn khi gia cố vì kèo có hệ thống cửa trời có thể bổ sung thêm thanh làm cho khung cửa trời có thể tham gia chịu lực cùng với hệ thống dàn vì kèo; hoặc lợi dụng kết cấu cầu thang làm giảm nhịp dầm (h.IV.21).



Hình IV.21. Tận dụng khả năng tham gia chịu lực của các kết cấu liên quan.

§IV.7. Gia cố liên kết

1. Gia cố liên kết hàn. Để tăng cường khả năng chịu tải của liên kết hàn có thể thực hiện bằng cách tăng chiều dài đường hàn hoặc chiều cao đường hàn, có khi cần tăng cả chiều dài lẫn chiều cao đường hàn.

Đối với các đường hàn có khuyết tật như rỗ, nứt thì nên đục bỏ, những đường hàn bị gỉ nhiều, bản cần được tẩy sạch cho tới mặt kim loại rồi mới được hàn tấp thêm chiều cao mỗi hàn.

Có thể gia cố liên kết hàn trong khi chịu tác dụng của tải trọng. Trong những trường hợp như vậy cần thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

- Ứng suất của những thanh tập trung tại nút gia cố không vượt quá $0,8R$ (R - cường độ tính toán của thép cơ bản).
- Không được bố trí các đường hàn cắt ngang cấu kiện, đặc biệt là cấu kiện chịu kéo.
- Đối với dàn, cần gia cố các nút phía cánh dưới trước rồi mới đến cánh trên.
- Do hạn chế việc tăng nhiệt độ cho kết cấu nên chỉ sử dụng que hàn có đường kính không quá 4mm và cường độ dòng điện không quá 220A.

Khi bổ sung thêm chiều dài đường hàn, chiều cao mỗi hàn không được quá 8mm, khi có yêu cầu cao hơn thì sau đó đắp thêm từng lớp dày 2mm một, lớp đắp sau chỉ được thực hiện khi lớp trước đã nguội dưới 100°C .

- Đường hàn phải đạt chất lượng cao.

Khả năng chịu tải của đường hàn sau khi tăng thêm chiều dài được xác định theo công thức

$$N \leq F_c R_g^h + k F_t (R_g^h - 0,5 \tau_c), \quad (4-41)$$

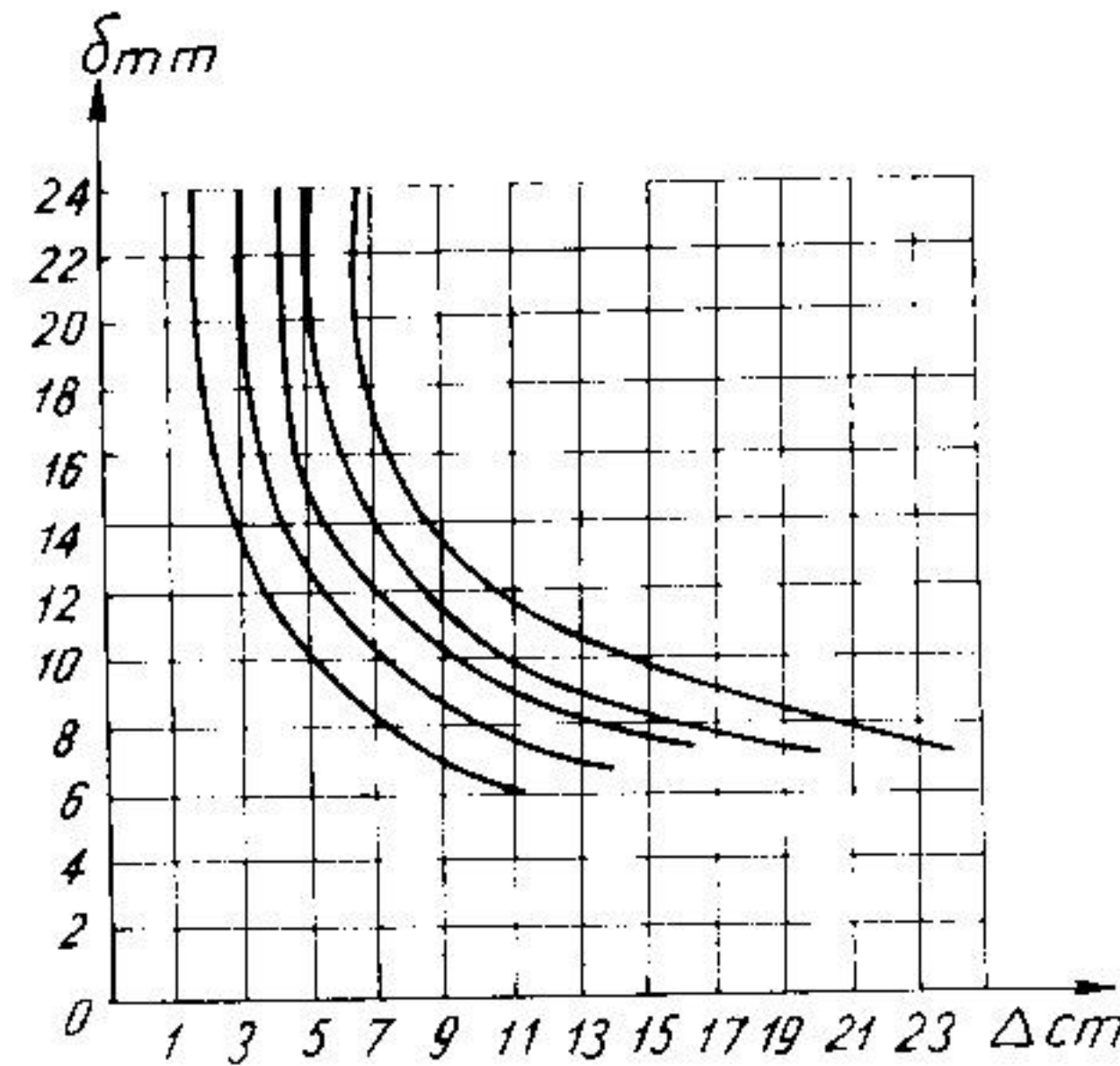
trong đó F_c, F_1 - diện tích tính toán của mối hàn trước khi gia cố và mối hàn gia cố ; R_g - cường độ tính toán của mối hàn ; τ_c - ứng suất cắt tính toán của mối hàn trước khi gia cố ; k - hệ số phân bố ứng suất, $k = 1$ nếu trước khi gia cố chỉ có đường hàn cạnh, $k = 0,7$ nếu có cả đường hàn cạnh và đường hàn đầu.

Khi gia cố đường hàn bằng cách đắp thêm từng lớp để tăng cường chiều cao và được thực hiện dưới tác dụng của tải trọng, khả năng chịu tải của đường hàn được xác định theo công thức

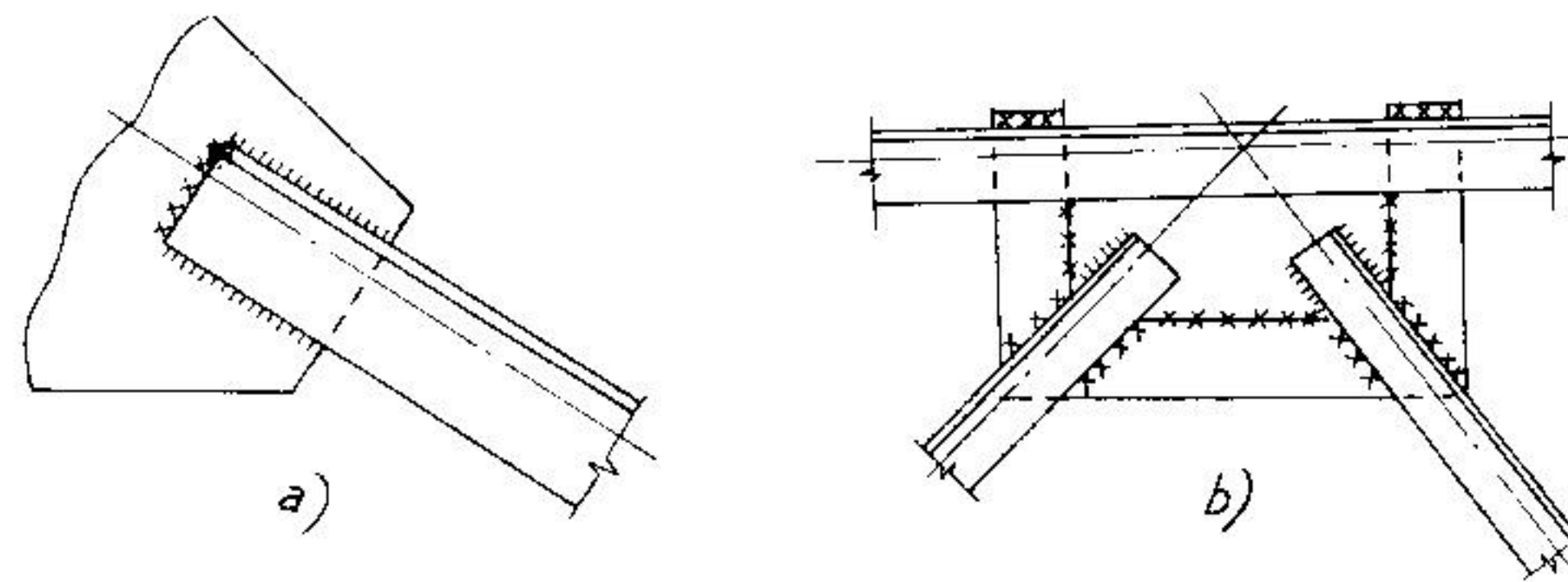
$$N_c = \beta h(l - A)R_g^h, \quad (4.42)$$

trong đó $\beta = 0,7$ nếu là hàn tay ; h - chiều cao đường hàn trước khi gia cố ; l - chiều dài đường hàn gia cố ; A - đoạn chiều dài của mối hàn không làm việc trong thời điểm gia cố. Giá trị A được xác định theo biểu đồ hình IV. 22, phụ thuộc vào chiều cao h và tổng chiều dày thép cơ bản.

Khi muốn tăng chiều dài đường hàn có thể bố trí thêm mối hàn đầu (h.IV. 23a). Khi có yêu cầu lớn hơn có thể mở rộng bản mặt (h.IV.23b)



Hình IV.22. Biểu đồ xác định A



Hình IV.23. Hình thức tăng chiều dài đường hàn :
a) tăng thêm mối hàn đầu ; b) mở rộng bản mặt

2. Gia cố liên kết bulông và đinh tán

Dưới tác dụng lâu dài của tải trọng, đặc biệt là tải trọng động lực, các liên kết bulông và đinh tán bị giảm yếu. Thân đinh tán có khả năng chuyển dịch trong lỗ vì đường kính lỗ bị nở rộng. Tuy nhiên, việc thay từng chiếc đinh tán gặp rất nhiều khó khăn vì sẽ ảnh hưởng đến đinh tán lân cận và do đó thường dẫn đến phải thay toàn bộ số đinh tán có trong mối liên kết. Hiện nay, để gia cố các liên kết đinh tán người ta thường dùng bulông cường độ cao có ứng lực trước. Loại bulông này không làm việc chịu cắt hoặc chịu ép mặt thành lỗ như bulông thường mà chỉ làm việc chịu kéo trong thân bulông. Lực cắt và lực ép mặt bị khử do lực ma sát xuất hiện giữa các mặt tiếp xúc của liên kết vì ứng lực kéo trước trong bulông ép chặt chúng lại.

Những bulông này thường được chế tạo bằng thép có cường độ cao như thép mác 35, 40, 40X ...

Khả năng chịu tải của loại bulông này được xác định theo công thức

$$N_b = P_b f m_b n, \quad (4.43)$$

trong đó n - số mặt ma sát trong liên kết (mặt chịu cắt trong bulông thường) ; m_b - hệ số điều kiện làm việc, lấy bằng 0,9 ; f - hệ số ma sát giữa các mặt tiếp xúc trong liên kết lấy từ 0,25 đến 0,45 phụ thuộc loại thép, độ nhám bề mặt, độ sạch của chúng v.v...

P_b - ứng lực trước của bulông

$$P_b = 0,65 \sigma_t^b F_{net}^b$$

ở đây σ_t^b - giới hạn bền của bulông ; F_{net}^b - diện tích tiết diện tính toán của bulông. Mômen để xiết bulông gây ứng lực trước P_b trong bulông được xác định theo phương pháp thí nghiệm hoặc theo công thức

$$M_x = P_b k_s d_b \quad (4.44)$$

trong đó P_b - như công thức (4.43) ; k_s - hệ số ma sát, lấy bằng 0,193 ; d_b - đường kính bulông.

Mômen xiết được đo bằng loại clé đặc biệt tại lần xiết cuối cùng. Sai số cho phép của lực xiết là $\pm 5\%$ cho nên clé được kiểm tra độ chuẩn ít nhất hai lần trong một ca làm việc.

Để tăng cường độ tin cậy của liên kết bulông cường độ cao ứng lực trước cần kiểm tra giá trị mômen xiết bằng clê nói trên. Số lượng bulông cần kiểm tra như sau :

liên kết có dưới 5 bulông	100%
liên kết có 6-20 bulông	≥ 5 bulông
liên kết có trên 20	không dưới 25%

Chương V

CHỐNG ĂN MÒN CHO KẾT CẤU GIA CỐ

§ V.1. Tác động của môi trường ăn mòn lên kết cấu xây dựng

Môi trường ăn mòn kết cấu xây dựng được chia thành ba nhóm: môi trường khí, môi trường nước và môi trường rắn. Mức độ ăn mòn của môi trường lên kết cấu xây dựng phụ thuộc vào nhiều yếu tố.

Đối với môi trường khí, mức độ ăn mòn phụ thuộc vào loại khí, nồng độ, nhiệt độ, độ ẩm không khí, lượng khí tiếp xúc, độ hòa tan của khí trong nước v.v. Đối với kết cấu bê tông cốt thép mức độ ăn mòn của khí thải ở nhiệt độ +10°C đến +30°C cho trong bảng V.1.

Đối với môi trường lỏng, mức độ ăn mòn phụ thuộc vào đặc tính của môi trường (dung dịch axit, kiềm, muối, dung môi hữu cơ...), độ pH, nồng độ và nhiệt độ, lượng cặn lắng đọng, tốc độ dòng chảy v.v. của dung dịch. Sự đánh giá mức độ ăn mòn của môi trường lỏng lên bê tông cho trong bảng V.2.

Trong trường hợp các loại dầu động, thực vật, dầu mỏ và các dung môi ngấm vào bê tông sẽ làm cho độ dính giữa cốt liệu với xi măng bị giảm, sinh ra hiện tượng trượt và làm tăng biến dạng của kết cấu.

Đối với môi trường rắn như đất, muối, bụi có chứa chất ăn mòn v.v. mức độ ăn mòn phụ thuộc vào đặc tính của vật liệu, độ hòa tan, độ khuếch tán của vật liệu, độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu, lưu lượng không khí thay đổi v.v. Nói chung rất ít có chất rắn ăn mòn trực tiếp mà phải thông qua độ ẩm của không khí; độ ẩm càng cao cường độ ăn mòn càng mạnh. Trong điều kiện khô ráo chất rắn không ăn mòn hoặc nếu có thì cũng không đáng kể.

Bảng V.1.Đánh giá tác động ăn mòn của khí thải lên bê tông [10]

Nhóm khí thải	Loại khí thải	Hàm lượng trong không khí, mg/l	Độ ẩm không khí, %	Mức độ ăn mòn
1	2	3	4	5
I	Không khí sạch	-	-	Không ăn mòn
II	Không khí có chứa			
	CS ₂	> 0,01		
	SiF ₄	> 0,001		
	SO ₂	< 0,02		
	HF	< 0,01	< 60	Không ăn mòn
	H ₂ S	< 0,01	60-75	Không ăn mòn
III	NO ₂	< 0,005	> 75	Ăn mòn yếu
	Không khí có chứa			
	SO ₂	0,02-0,10	< 60	Không ăn mòn
	H ₂ S	< 0,01	60-75	Ăn mòn yếu
	HF	0,01-0,05	> 75	Ăn mòn trung bình
	HCl	< 0,01		
	NO ₂	0,005-0,025		
	Cl ₂	< 0,001		
	Không khí có chứa			
	SO ₂	> 0,10	< 60	Ăn mòn yếu
IV	HF	> 0,05	60-75	Ăn mòn mạnh
	HCl	> 0,01	> 75	Ăn mòn mạnh
	NO ₂	> 0,025		
	Cl ₂	> 0,001		

Bảng V.2.Đánh giá mức độ ăn mòn của môi trường lỏng lên bê tông ở nhiệt độ thông thường [10]

Môi trường	Mức độ ăn mòn					
	nhẹ		trung bình		mạnh	
	%	pH	%	pH	%	pH
Dung dịch axit		>4		1÷4		<1
Dung dịch muối amoni	<0,1		0,1 ÷ 0,5		>0,5	
Dung dịch NaOH		5 ÷ 8		8 ÷ 15		>15
Dung dịch muối sulfat của Na.Mg	<0,5		0,5 ÷ 1		>1	
Dung dịch các muối khác	<2		2 ÷ 5		>5	
Dung dịch đường, mật,nước hoa quả	<0,3		0,3 ÷ 1		> 1	

§V.2.Ăn mòn kết cấu thép và các giải pháp bảo vệ

Có hai dạng ăn mòn kết cấu thép : *ăn mòn hóa học* và *ăn mòn điện hóa*. Ăn mòn hóa học xảy ra trên cơ sở phản ứng giữa kim loại với chất ăn mòn trong quá trình ăn mòn không xuất hiện dòng điện. Dạng ăn mòn thường là phân bố đều trên bề mặt kết cấu. Các chất khí ăn mòn thép thường gặp là O₂, CO₂, SO₂, Cl₂, H₂S, NO₂, CO, H₂... Dạng ăn mòn quan trọng và nguy hiểm chủ yếu đối với kết cấu thép là ăn mòn điện hóa. Ăn mòn điện hóa xảy ra trong sự tương tác kim loại với chất lỏng điện phân như các dung dịch axit, bazơ, muối. Ăn mòn điện hóa có thể xảy ra ở bất kỳ môi trường nào khi trên bề mặt kim loại có một lớp dung dịch điện phân. Độ pH của dung dịch ảnh hưởng lớn đến tốc độ ăn mòn điện hóa. Độ pH càng thấp, mức độ ăn mòn càng mạnh. Khi pH > 7, quá trình ăn mòn dừng lại, nhưng khi pH > 11 thì mức độ ăn mòn lại tăng lên. Tốc độ ăn mòn điện hóa còn phụ thuộc lượng O₂ trong dung dịch. Trường hợp ăn mòn không khí cũng mang đặc tính điện hóa trong đó chất điện phân

và lớp ẩm bám trên bề mặt kim loại. Như vậy độ ẩm không khí càng tăng, tốc độ ăn mòn càng lớn đặc biệt là khi độ ẩm từ 75% trở lên. Khi trong không khí có chứa CO_2 , SO_2 , Cl_2 , H_2S ... tốc độ ăn mòn càng nhanh hơn. Khi độ ẩm không khí dưới 70%, tốc độ ăn mòn không đáng kể.

Ngoài hiện tượng ăn mòn điện hóa, đối với các công trình ngầm còn có hiện tượng ăn mòn do các dòng điện tản khá nguy hiểm. Do đó tốc độ ăn mòn các công trình ngầm phụ thuộc vào điện trở của đất, các thành phần cấu tạo của đất, lượng muối, độ ẩm và cấu trúc của đất. Bảng V.3 cho ta quan hệ giữa mức độ ăn mòn và điện trở riêng của đất

Bảng V.3. Quan hệ giữa mức độ ăn mòn và điện trở riêng của đất

Mức độ ăn mòn	Điện trở riêng của đất, Ω/m	Tốc độ ăn mòn, mm/năm
Thấp	>100	≤ 0.3
Trung bình	100-20	0,3-0,8
Hơi cao	20-10	0,8-1,6
Cao	10-5	1,6-2,6
Rất cao	≤ 5	>2,6

Tình trạng ăn mòn kết cấu thép thể hiện ở hai dạng: dạng ăn mòn đều trên bề mặt kết cấu và dạng ăn mòn cục bộ. Dạng ăn mòn cục bộ khá nguy hiểm: có những chỗ kết cấu bị khoét sâu vào bên trong hoặc ăn mòn theo các vết nứt hay giữa các tinh thể.

Các giải pháp chống ăn mòn cho kết cấu thép bao gồm: giảm tác dụng của môi trường ăn mòn, dùng các giải pháp kết cấu, giải pháp sơn phủ bề mặt và giải pháp điện hóa. Giải pháp giảm tác dụng của môi trường ăn mòn có thể được thực hiện bằng cách dẫn tránh chất ăn mòn khỏi công trình, trung hòa chất ăn mòn, tránh tạo ra dung dịch điện hóa (tức là giữ cho kết cấu được khô). Giải pháp cấu tạo để giảm mức độ ăn mòn cần dựa trên nguyên tắc

: kết cấu đơn giản, dễ kiểm tra và sơn quét, không đọng bụi, nước và tạp chất ăn mòn. Giải pháp dùng lớp phủ bề mặt là

giải pháp phổ biến nhất để chống ăn mòn bảo vệ kết cấu thép. Hiệu quả của giải pháp này tùy thuộc vào sự lựa chọn chất liệu phủ và công nghệ thực hiện. Nhưng trước hết để đảm bảo độ dính kết của lớp phủ lên bề mặt kết cấu cần tiến hành làm sạch bề mặt kết cấu trước khi sơn. Để tẩy sạch các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt kết cấu kim loại có thể thực hiện theo các phương pháp: cơ học và hóa học. Phương pháp cơ học khá phổ biến là dùng bàn chải sắt hoặc đồng thau cọ nhiều lần lên bề mặt kết cấu cho tới khi sạch gỉ. Hiện nay phương pháp phun cát làm sạch bề mặt kết cấu được áp dụng tương đối phổ biến ở nước ta. Phương pháp này có ưu điểm là có thể làm sạch được những chỗ kín, khuất khó có thể thực hiện được bằng phương pháp thủ công và có năng suất cao. Phương pháp làm sạch hóa học tức là sử dụng hóa chất để rửa các chất bẩn bám trên bề mặt kết cấu. Phụ thuộc vào tính chất của chất bẩn mà chọn hóa chất tẩy rửa thích hợp. Có thể dùng các loại dung môi hữu cơ như tetraclôetilen, tricloroetilen, vôi chưa tôi, dung dịch axit loãng v.v... Trong một số trường hợp, để tăng cường hiệu quả làm sạch người ta còn dùng phương pháp nhiệt. Cuối cùng, kết cấu được rửa lại bằng nước sạch. Bề mặt kết cấu đã làm sạch cần tiến hành xử lý ngay không để quá 24 giờ, nếu để quá thời hạn đó thì trước khi xử lý cần tiến hành làm sạch lại lần nữa.

Lớp phủ bề mặt kết cấu có thể thực hiện theo hai hướng: mạ hoặc sơn. Có nhiều phương pháp để mạ kim loại:

Nhúng cấu kiện kim loại cần mạ vào kim loại mạ nóng chảy, tạo một lớp màng phủ ngoài cấu kiện đó. Kim loại dùng để mạ thường là kẽm, chì, nhôm, đồng V. V.. Kẽm là kim loại mạ được sử dụng nhiều nhất.

Mạ điện là áp dụng nguyên tắc điện phân các dung dịch muối kim loại. Cấu kiện mạ được coi là catốt và được phủ một lớp kim loại bảo vệ sau quá trình điện phân.

Mạ phun là dùng kim loại nóng chảy với thiết bị phun tạo thành những hạt có đường kính 50-100 μm với tốc độ 150-200 m/s phủ lên mặt cấu kiện cần mạ. Kim loại dùng để mạ theo phương pháp này thường là kẽm và nhôm.

Tuy nhiên phương pháp đơn giản nhất và phổ biến nhất để bảo vệ kim loại là dùng các lớp sơn phủ chống ăn mòn. Tùy theo

Bảng V.4. Sơn kết cấu thép trong môi trường ăn mòn

Vật liệu sơn	Lớp sơn	Số nước sơn	Thời gian khô	Bề mặt	Môi trường sử dụng	Ghi chú
1	2	3	ngày(4)	5	6	7
Sơn émay trên cơ sở clo hóa cao su	Sơn lót chống ăn mòn Sơn lót màu Sơn émay	1 1 2	-	tương đối bóng	H ₂ SO ₄ , HCl, HNO ₃ , H ₃ PO ₄ , NaOH, KOH, Na ₂ CO ₃ , SO ₂ ẩm ướt, t _{max} =70 ⁰ C	Quét bằng chổi hoặc chun
Sơn émay trên cơ sở clo caosu alkít	Sơn lót chống ăn mòn Sơn lót màu Sơn émay	1 1 2	-	nt	nhu trên nhưng yếu hơn	nt
Sơn émay epoxy	Sơn lót hoạt tính Sơn lót chống ăn mòn Sơn émay	1 1 2	7	bóng	Dung dịch kiềm, muối, axit HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HF, dung môi hữu cơ, xăng, nước biển. Không bền trong amoniac, axeton t _{max} =80C	Quét bằng chổi, độ

Bảng V.4 (tiếp)

1	2	3	4	5	6	7
Sơn émay polyuretán	Sơn lót chống ăn mòn Sơn émay	1 2	10	nt	Xăng, dung dịch kiềm, axit loãng (H ₂ SO ₄ , HCl), nước và hơi nước t _{max} =70 ⁰ C	Quét bằng chổi hoặc phun, độ
Sơn émay perclôvinyl	Sơn lót hoạt tính Sơn émay	1 3-8	7	nt	Da số các axit vô cơ, kiềm sản phẩm clo, ẩm ướt, nhiệt độ, thay đổi không ổn định trong H ₂ SO ₄ > 90%, HNO ₃ > 50%, t _{max} =60 ⁰ C	nt
Sơn émay silicôn chịu nhiệt	Trực tiếp lên thép đã đánh sạch	2-3	1	hơi bóng	t _{max} =400 ⁰ C	nt
Sơn émay silicôn chịu dầu mỡ	nt	2	1	nt	dầu mỡ	nt
Sơn bitum dầu mỡ	Sơn lót minimum hoặc alkít Sơn phủ	1 2-3	1	nt	ẩm ướt, nước có chất ăn mòn	Quét bằng chổi

tính chất của kết cấu và môi trường mà chọn các nhóm sơn thích hợp. Nhóm sơn perchlorovinyl ổn định trong đa số các loại axit vô cơ và kiềm có nồng độ bất kỳ khi nhiệt độ dưới 60°C, không ổn định trong các hydroxit, H₂SO₄ nồng độ 90%, HNO₃ nồng độ trên 50%, các chất dẫn xuất clo và hydrocacbon thơm[13].

Nhóm sơn epoxy ổn định trong nhiều loại axit như HCl nồng độ dưới 35%, HNO₃ nồng độ dưới 20%, H₂SO₄ nồng độ dưới 40%, HF nồng độ dưới 20%, cách điện tốt nhưng không ổn định trong amoniac, axeton[12]. Nhóm sơn phenolformaldehyt có khả năng cách điện tốt, ổn định trong nước, trong một số axit như H₂SO₄, HCl, muối, dầu và dung môi hữu cơ nhưng kém ổn định trong môi trường kiềm và hydroxit, độ dính hơi kém và giòn.

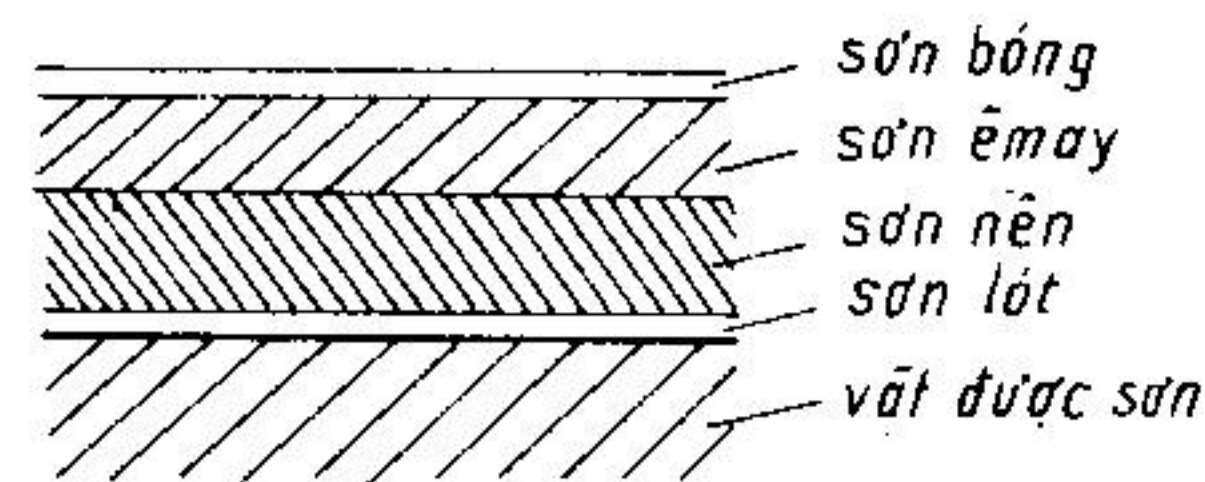
Hướng sử dụng của một số vật liệu sơn kết cấu thép cho trong bảng V.4.

Các lớp sơn phủ được cấu tạo như sau (h.V.1):

Lớp trong cùng tiếp xúc với bề mặt kim loại là lớp sơn lót, tiếp đó là lớp sơn nền rồi đến lớp sơn màu hay sơn men, ngoài cùng là sơn bóng. Mỗi lớp sơn tùy theo từng trường hợp mà quét một, hai hoặc ba nước.

Để tăng cường độ bền của sơn người ta cho thêm các phụ gia ức chế quá trình ăn mòn. Lượng phụ gia cho vào khoảng 3÷10% lượng sơn. Cũng có trường hợp người ta dùng bột nhôm để làm tăng hiệu quả của lớp sơn phủ. Gần đây người ta sử dụng loại dung dịch biến tính gi quét lên bề mặt bị gỉ của kết cấu, gi bị hòa tan và sau khi khô sẽ tạo nên một lớp màng bảo vệ khá tốt. Có nhiều công thức khác nhau để chế tạo loại dung dịch này, nhưng nói chung có thể phân làm hai loại: loại dung dịch biến tính gi và loại sơn lót biến tính gi. Loại dung dịch biến tính gi có tác dụng hòa tan gi và photphat hóa bề mặt kết cấu mạnh hơn nhưng không thay được lớp

sơn lót. Còn loại sơn lót biến tính gi tuy các tác dụng trên có yếu hơn song có thể thay thế lớp sơn lót. Loại sơn PL-1 mà Trung tâm chống ăn mòn thuộc Viện thiết kế



Hình V.1. Sơ đồ các lớp sơn

công nghiệp hóa chất đang sử dụng là thuộc loại sau này.

Dùng loại sơn này khá kinh tế do đơn giản khâu làm sạch bề mặt kết cấu. Công việc này thường chiếm đến 40% kinh phí toàn bộ công tác sơn phủ.

Để bảo vệ chống ăn mòn cho các công trình ngầm như đường ống, bể chứa, điều quan trọng là cải tạo môi trường để giảm tính chất ăn mòn như ngăn cản hoặc hạn chế sự xâm nhập chất ăn mòn vào vùng đất đất công trình, trung hòa các chất ăn mòn, dùng vật liệu đệm để tránh gây ra chất điện phân. Bề mặt công trình có thể được phủ kim loại, phủ bitum hoặc phủ các loại sơn chống ăn mòn. Có thể dùng vật liệu dán hoặc ốp bằng bê tông hay bằng gạch chịu axit v.v...

Đồng thời cần loại bỏ các dòng điện ăn mòn bằng các phương pháp dùng thiết bị bảo vệ, dùng bảo vệ catốt hoặc dẫn tránh dòng điện ăn mòn.

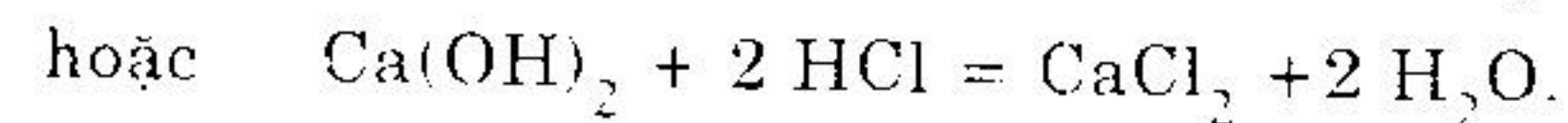
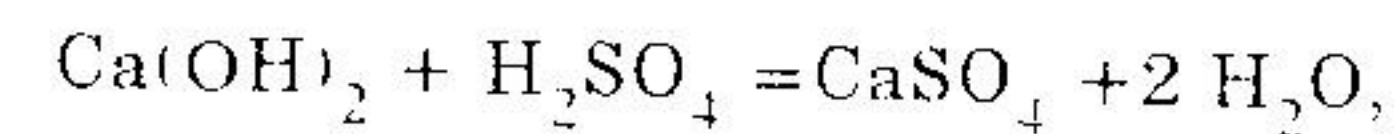
§V.3. Ăn mòn kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu gạch đá. Các giải pháp bảo vệ

Ăn mòn bê tông là một hiện tượng vật lý - hóa học phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chất liệu các thành phần của bê tông, tính chất và mức độ của môi trường ăn mòn. Có ba dạng ăn mòn bê tông chủ yếu:

Dạng ăn mòn thứ nhất là do tác dụng của nước mềm thấm vào bê tông, hòa tan một số thành phần của cốt liệu, làm tăng độ rỗng của bê tông, dẫn đến sự giảm cường độ của bê tông. Đồng thời độ kiềm của bê tông giảm đi, kéo theo việc giảm hiệu ứng bảo vệ cốt thép, dẫn đến cốt thép bị ăn mòn.

Dạng ăn mòn thứ hai là do tác dụng của axit, kiềm, muối với canxi hydroxit tự do cùng với hydrosilicat. Dạng ăn mòn này tiến dần từng lớp từ ngoài vào trong.

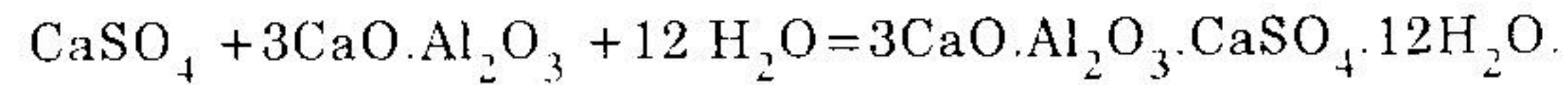
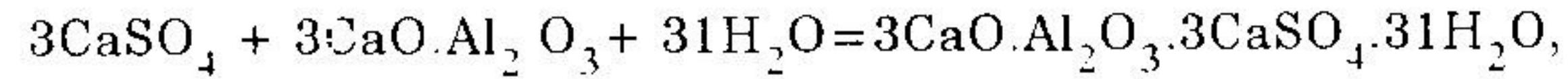
Phản ứng ăn mòn có dạng:



Đối với kiềm, dạng ăn mòn này chỉ xảy ra khi dung dịch kiềm có nồng độ cao (hạn hạn với dung dịch NaOH phải có nồng độ trên 10%).

Dạng ăn mòn thứ ba là do muối sinh ra trong phản ứng giữa chất ăn mòn với các thành phần của bê tông, hoặc do dung dịch muối từ ngoài thấm vào bê tông rồi tạo thành tinh thể và nở thể tích, gây nội lực phá vỡ cấu trúc của bê tông.

Phản ứng xảy ra theo các công thức:



Sản phẩm kết tinh với 31 phân tử nước, thể tích này tăng lên 227%, gây nội lực chèn ép cấu trúc của bê tông.

Hiện tượng ăn mòn cốt thép là một dạng đặc biệt của hiện tượng ăn mòn kim loại dưới tác dụng của môi trường ăn mòn và do ảnh hưởng qua lại của bê tông và thép. Các loại phụ gia đóng rắn nhanh như $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , NaCl gây ăn mòn cốt thép. Khi lớp bảo vệ không đủ dày, khi bê tông không đặc chắc cũng như sự xuất hiện và phát triển vết nứt cùng với độ ẩm cao tạo điều kiện đẩy nhanh tốc độ ăn mòn cốt thép.

Trong trường hợp khối xây, hiện tượng ăn mòn xảy ra đối với cả hai thành phần: gạch đá và vữa. Vữa dùng trong khối xây thường là vữa vôi, vữa bata hoặc vữa xi măng. Vữa vôi không được dùng trong môi trường axit. Còn đối với vữa xi măng, hiện tượng ăn mòn tương tự như đối với bê tông.

Khả năng chịu ăn mòn của gạch sét nung phụ thuộc vào chất lượng đất sét, phương pháp chế tạo và nhiệt độ nung. Đất sét có hàm lượng sắt oxyt và nhôm oxyt cao và được nung tốt làm tăng khả năng chống ăn mòn. Gạch đặc chắc (ép hai lần) được nung kỹ chịu tác dụng ăn mòn tương đối tốt đối với axit và kiềm. Gạch sét thông thường có độ rỗng lớn, khả năng chống ăn mòn kém. Axit ngấm vào phản ứng với nhôm oxyt tạo ra loại muối hòa tan. Những muối này kết tinh làm nở thể tích và phá vỡ cấu trúc của gạch. Các khí khô không ăn mòn gạch. Gạch silicat chịu ăn mòn kém trong môi trường axit. Dung dịch kiềm yếu không ăn mòn loại gạch này nhưng nếu nồng độ trên 20% chúng có thể hòa tan canxi silicat có trong gạch. Khối xây bằng bê tông chịu ăn mòn như kết cấu bê tông.

Việc xử lý chống ăn mòn cho kết cấu gia cố phức tạp hơn nhiều so với việc chống ăn mòn từ đầu cho công trình mới. Những khó khăn đó là:

- Cần đảm bảo thời gian sản xuất liên tục hoặc chỉ ngừng sản xuất với thời gian tối thiểu;

- Trong sản xuất các tác nhân ăn mòn vẫn xuất hiện tác động trực tiếp đến quá trình hoàn thiện, ảnh hưởng xấu đến chất lượng các lớp chống ăn mòn;

- Điều rất quan trọng là việc tẩy rửa, làm sạch bề mặt kết cấu khỏi chất ăn mòn là đặc biệt khó khăn. Giải pháp xử lý sẽ không có tác dụng nếu khâu làm sạch không thực hiện được tốt. Việc làm sạch có thể được thực hiện theo các phương pháp cơ học, hóa học và nhiệt. Nhiều khi phải dùng phương pháp kết hợp mới có hiệu quả.

Áp dụng phương pháp cơ học là dùng bàn chải sắt, đồng cơ sạch, có khi phải dùng đến đục phá bỏ từng lớp cho tới khi đạt được yêu cầu. Khi áp dụng phương pháp hóa học tức là áp dụng phản ứng trung hòa. Nếu chất ăn mòn có tính axit, trung hòa bằng dung dịch kiềm như sữa vôi, natri cacbonat. Ngược lại chất ăn mòn mang tính kiềm, trung hòa bằng dung dịch axit yếu, dung dịch flosilicat, HCl loãng, v.v. Sau các phản ứng trung hòa dùng nước sạch phun rửa, tốt nhất là nước nóng vào khoảng 60°C . Sau đó kiểm tra lại mức độ làm sạch, nếu chưa được cần tiến hành trung hòa lại. Qua nhiều lần trung hòa và rửa mà không sạch thì phải đục bỏ lớp ngoài cùng. Sau đó lại tiến hành trung hòa và rửa sạch, làm như vậy cho tới khi bề mặt kết cấu cần gia cố được hoàn toàn trung tính. Nếu là kết cấu mỏng chẳng hạn tấm sàn, sau khi cho nước phía trên và hun nóng phía dưới cho nước đạt tới nhiệt độ 60°C , nước trong bê tông có mang theo chất ăn mòn sẽ thoát ra bề mặt. Sau đó rửa đi và làm nhiều lần cho tới khi sạch hoàn toàn. Để xác định mức độ bị nhiễm của từng lớp bê tông cần nghiên cứu vụn các mảnh vỡ của lớp tương ứng rồi thấm nước, sau đó dùng giấy chỉ thị màu đo trị số pH. Người ta cũng xác định mức độ cacbonat hóa của bê tông bằng phản ứng dung dịch rượu phenolphthalein.

Các giải pháp chống ăn mòn cho kết cấu bê tông cốt thép gia cố gồm:

- Giảm tác dụng của môi trường ăn mòn;

- Tăng cường khả năng chống ăn mòn của bản thân kết cấu;
- Dùng lớp phủ bảo vệ;
- Loại trừ dòng điện ăn mòn;

Để giảm tác dụng của môi trường ăn mòn ta thực hiện như đối với kết cấu thép, đã đề cập trên.

Để tăng cường ổn định của bản thân kết cấu bê tông cốt thép trong môi trường ăn mòn cần phải thực hiện một loạt yêu cầu như chọn thành phần tối ưu của bê tông, chọn loại và tính chất của cốt liệu, loại xi măng, hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước:xi măng (N/X), các loại phụ gia, chế độ đóng rắn, chọn loại cốt thép, chiều dày lớp bảo vệ v.v. Khi kết cấu làm việc trong môi trường kiềm nên dùng loại xi măng chịu sulfat. Khi kết cấu làm việc trong môi trường nước sulfat, magiê sulfat... cũng như trong các sản phẩm dầu hỏa nên dùng loại xi măng nhôm oxyt trương nở. Để tăng cường độ đặc chắc và tính chống thấm nước cùng khả năng chịu ăn mòn của bê tông có thể phối hợp sử dụng các chất phụ gia. Chẳng hạn để giảm được tỷ lệ N/X cần dùng phụ gia hóa dẻo một lượng bằng 0,15÷0,25% xi măng. Để tăng tính chống thấm dùng các phụ gia như bentonit, diatomit. Để tăng khả năng chống ăn mòn axit sử dụng các loại bột khoáng chịu axit như bột diabazơ, andêzit, bazan, thạch anh, granit, bột sứ v.v... Để tăng khả năng chịu kiềm, sử dụng các loại bột đá vôi, bột đolômit. Ngoài ra để cải thiện nhiều tính chất của bê tông như tính chống thấm, cường độ va chạm cao, chịu kéo tốt, độ dính với bê tông cũ v.v. người ta dùng xi măng pooc lăng với phụ gia polyme. Chẳng hạn với phụ gia như tương polyvinyl axetat cường độ chịu kéo của bê tông tăng 250%, độ hút nước giảm 25% so với bê tông không có phụ gia này.

Về mặt cốt liệu cần chọn loại có khả năng chống ăn mòn cao. Trong môi trường axit nên dùng các loại cốt liệu từ đá phún xuất như andêzit, diabazơ, bazan v.v., cát dùng loại cát thạch anh. Mác cốt liệu không nhỏ hơn 1,5÷2 lần mác bê tông. Trong môi trường kiềm có thể dùng đá vôi, đolômit làm cốt liệu. Để đạt được độ chặt, các loại cốt liệu phải được chọn các kích cỡ với tỷ thích hợp để trong quá trình đầm nén, các cốt liệu này được lèn chặt với nhau một cách tối đa.

Hàm lượng nước trong bê tông phụ

thuộc vào lượng xi măng, cần hạn chế tỷ lệ N/X vào khoảng từ 0,45 đến 0,55.

Chống ăn mòn cho cốt thép là một khâu quan trọng để tăng cường độ ổn định của kết cấu bê tông cốt thép. Chiều dày của lớp bảo vệ cốt thép phụ thuộc vào mức độ ăn mòn của môi trường. Trong môi trường ăn mòn yếu và trung bình, chiều dày tối thiểu lớp bảo vệ là 2,5÷3 cm, trong môi trường ăn mòn mạnh là 3,5 cm. Đối với công trình ngầm hoặc tiếp xúc thường xuyên với nước ăn mòn, lớp bảo vệ nên có chiều dày từ 5,0 đến 8,0 cm.

Cốt thép sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép làm việc trong môi trường ăn mòn nên dùng loại AI, AII, AIII, B-1, Bp-1, còn các loại khác nên dùng hạn chế và phải có biện pháp bảo vệ. Không nên dùng các loại thép sợi và thép chùm có đường kính sợi nhỏ hơn 4mm. Đối với kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước có thể dùng các loại thép AIV, AIIB, AIIIB. Các loại cốt thép A-V, A_T-IV, A_T-V, A_T-VI không nên dùng trong môi trường nước ăn mòn mạnh.

Bề rộng cho phép của vết nứt a_n phụ thuộc vào mức độ ăn mòn của môi trường. Đối với kết cấu bê tông cốt thép với cốt thép loại AI, AII, AIII, B1, Bp-1 trong môi trường ăn mòn yếu $a_n = 0,15\text{mm}$ trung bình $a_n = 0,1\text{mm}$, và mạnh $a_n = 0,05\text{mm}$. Đối với kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước với cốt thép loại AIV, AIIB, AIIIB làm việc trong môi trường khí ăn mòn yếu, bề rộng cho phép của vết nứt là 0,1mm, ăn mòn trung bình là 0,05mm và trong môi trường ăn mòn mạnh không cho phép có vết nứt.

Để chống ăn mòn cho cốt thép người ta còn áp dụng các loại sơn như sơn epoxy, sơn perclovinyl, bitum, bitum etilen v.v. Người ta còn dùng phương pháp mạ kẽm, mạ nhôm để bảo vệ cốt thép trong trường hợp ăn mòn yếu. Ngoài ra cần thận trọng khi sử dụng các loại phụ gia cho bê tông như phụ gia đóng rắn nhanh $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaCl ... gây cho cốt thép chống bị ăn mòn. Một số phụ gia hóa dẻo cũng như phụ gia hạ nhiệt cho quá trình đóng rắn như natri nitrit, cromat của kali, natri, bari... có tác dụng bảo vệ chống gỉ cho cốt thép.

Ngoài biện pháp tăng cường tính ổn định cho bản thân kết cấu, để tăng hiệu quả chống ăn mòn người ta còn áp dụng các giải

pháp xử lý bề mặt như phun trát, silicat hóa, fluat hóa, carbonat hóa, sơn phủ, dán, ốp vật liệu chống ăn mòn ...

Phương pháp phun bê tông và vữa lên bề mặt kết cấu cần gia cố được áp dụng để tăng cường tính chống thấm, để hàn các mối nối ướt của kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép, hoặc để tăng cường tiết diện cho kết cấu cần gia cố. Các thiết bị phun làm việc dưới áp lực 5÷6 ata. Nên dùng xi măng trương nở cho vữa phun với tỷ lệ xi măng:cát là 1:3. Chiều dày lớp vữa phun: 15mm lên bề mặt không có cốt thép, 25mm lên bề mặt thẳng đứng có cốt thép. Trường hợp phun bê tông: 50mm phun lên bề mặt nằm ngang, 75mm phun lên bề mặt thẳng đứng. Độ lớn của cốt liệu: đối với vữa không quá 8mm, đối với bê tông không quá 20mm.

Phương pháp silicat hóa là dùng thủy tinh lỏng quét lên mặt bê tông cần bảo vệ. Thành phần SiO_2 của thủy tinh lỏng tác dụng với các hợp chất canxi của bê tông tạo nên CaSiO_3 khó hòa tan. Thủy tinh lỏng ở đây được dùng với môđun silic (tỷ số $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) trong khoảng 3,2÷3,3; dung dịch có nồng độ 38-40 Bé.

Để dung dịch có thể thấm sâu vào các lỗ rỗng của bê tông, lần quét thứ nhất dùng dung dịch loãng với nồng độ 10 Bé. Sau đó đợi cho khô quét lần thứ hai cùng nồng độ. Sau khi lớp này khô, quét lớp thứ ba có nồng độ 20 Bé. Nếu sau lớp này mà chưa tạo được một bề mặt bóng thì quét thêm lần thứ tư với nồng độ 25 Bé. Sau 10 ngày cần rửa nhiều nước hoặc dung dịch HCl loãng. Khi khô có thể dùng được, chịu được tác dụng ăn mòn của khí cũng như chất lỏng ăn mòn axit hoặc kiềm nhẹ.

Fluat hóa, tức là dùng dung dịch muối của axit flohydric hoặc axit flosilicat như Mg SiF_6 , $\text{Al}_2(\text{SiF}_6)_3$, ZnSiF_6 , $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ hoặc ngay axit flosilicic (H_2SiF_6) quét lên bề mặt bê tông hoặc vữa cần bảo vệ. Dưới tác dụng của chúng với canxi sẽ tạo nên canxi florua khó hòa tan. Phản ứng có chiều sâu chừng 3-4mm, tạo nên một màng chống thấm khá tốt. Cũng như silicat hóa, người ta quét 3-4 lần với nồng độ tăng dần. Lần thứ nhất với nồng độ 1% và lần cuối có thể tới 10%. Lần tiếp sau chỉ thực hiện khi lớp trước đã khô. Fluat hóa cần được thực hiện theo đúng quy tắc an toàn lao động vì các chất sử dụng rất độc.

Ngoài các phương pháp xử lý bề mặt đã nêu trên, người ta còn áp dụng nhiều phương pháp như dùng khí SiF_4 có áp lực tác dụng

lên bê tông để nâng cao khả năng chịu ăn mòn đồng thời nâng cao cường độ bê tông.

Để nâng cao tính chống thấm, bảo đảm cho bê tông được đặc chắc, chèn kín các vết nứt v.v. người ta áp dụng phương pháp bơm chèn các loại vữa đặc biệt vào bê tông. Căn cứ vào độ rỗng, độ hút nước của bê tông, bề rộng vết nứt, điều kiện vật liệu và phương tiện mà chọn dùng các loại vữa sau [3].

Độ hút nước l/ph	Bề rộng vết nứt mm	Loại vữa
≥ 0,1	> 0,2	xi măng
< 0,1	≤ 0,2	chất dẻo
> 0,1	< 0,2	chất dẻo + xi măng

Giải pháp phổ biến nhất để chống ăn mòn cho các công trình làm việc trong môi trường ăn mòn hóa chất là dùng các lớp phủ bảo vệ bề mặt. Các lớp phủ có khả năng chống thấm cao và ổn định trong môi trường ăn mòn. Phụ thuộc vào tính chất và mức độ của môi trường ăn mòn, loại kết cấu mà chọn dùng các lớp phủ thích hợp. Các lớp phủ có thể là các loại vữa, matit, các loại sơn, các loại vật liệu dán, gạch ốp lát, các loại bê tông đặc biệt... v.v..

Trước khi áp dụng các lớp phủ bề mặt kết cấu bê tông và vữa cần phải thực hiện các yêu cầu sau đây:

- Bề mặt kết cấu phải khô, độ ẩm không quá 4%. Thường thì chỉ có thể thực hiện các lớp phủ sau 28 ngày đổ bê tông hoặc trát vữa;
- Bề mặt kết cấu phải sạch bụi bẩn, dầu mỡ, vôi, sơn cũ v.v.;
- Bề mặt kết cấu phải nhẵn.

Trước khi sơn lên kết cấu yêu cầu phải có sơn lót để đảm bảo độ dính của màng sơn với kết cấu cũng như tăng khả năng ổn định của màng sơn trong môi trường ăn mòn.

Hướng sử dụng của một số loại sơn cơ bản để sơn kết cấu bê tông cốt thép và vữa cho trong bảng V.5.

Thành phần của các loại matit, vữa và bê tông trên cơ sở bitum có thể tham khảo bảng V.6.

Bảng V.5. Sơn bê tông và vữa trong môi trường ăn mòn

Vật liệu sơn	Lớp	Số			Thời gian		Bề mặt	Môi trường	Ghi chú
		nước sơn	3	4	khô ngày	5			
1	2		3	4	5	6			7
Sơn dầu	Sơn lót Sơn dầu Êmay dầu	1 1 1	1 1 1	- - -	Bóng	Ấm ướt, nhiệt độ thay đổi			Quét bằng chổi
Sơn alkít	Sơn lót Sơn nền Sơn êmay	1 1 1	1 1 1	- - -	nt	nt			Quét bằng chổi hoặc súng phun sơn
Sơn trên cơ sở copolymer vinyl	Sơn lót Sơn êmay Sơn bóng	1 2-3 2-3	1 2-3 2-3	7	nt	Ấm ướt, axít loãng $t_{\max}=50^{\circ}\text{C}$			Quét bằng chổi hoặc súng phun sơn, độc
Sơn perclor - vinyl	sơn lót Sơn êmay	1 3-6	1 3-6	7	nt	Ấm ướt, nhiệt độ thay đổi, dung dịch loãng và sản phẩm clo $t_{\max}=50^{\circ}\text{C}$, phun, độc			Quét bằng chổi hoặc súng phun, độc

Bảng V.5. (tiếp)

1	2	3	4	5	6	7
Sơn êmay trên cơ sở clo hóa caosu	Sơn lót Sơn lót màu Sơn êmay	1 1 2-3	- - -	Tường đổi bóng	Ấm ướt, axít và kiềm loãng $t_{\max}=70^{\circ}\text{C}$	Quét bằng chổi hoặc phun
Sơn êmay epoxy hai thành phần	Sơn lót Sơn êmay	1 3-4	7	Bóng	Ấm ướt, biến dung dịch axít, kiềm loãng, sản phẩm đầu hóa $t_{\max}=70^{\circ}\text{C}$	Quét bằng chổi, độc
Sơn êmay polyuretán	Sơn lót Sơn êmay	1 3-4	10	nt	Ấm ướt, axít và kiềm loãng, sản phẩm đầu hóa $t_{\max}=70^{\circ}\text{C}$	Quét bằng chổi hoặc phun, độc
Sơn trên cơ sở polyaxetat- vinyl	Sơn lót Sơn phủ	1 2		Mờ	Nhiệt độ thay đổi	Quét bằng chổi hoặc súng phun sơn
Sơn bitum	Sơn lót Sơn phủ	1 2-3	1	Tường đổi	Ấm ướt, nước có tính ăn mòn	Quét bằng chổi

Bảng V.6. Thành phần của các loại matit, vữa và bê tông trên cơ sở bitum dầu hóa (theo khối lượng)

Thành phần	Matit bitum nóng					Matit bitum nguội				Vữa		Bê tông	
	P1	P2	P3	H1	H2	Dẻ dán	Dẻ chèn	Dẻ phủ	asphal		bitum		
									I	II	I	II	
Bitum dầu hóa số V	-	-	-	100	100	50	53	45	-	-	-	-	-
Bitum dầu hóa số IV	-	-	-	-	-	-	-	-	18	13	7	15	-
Rubrac	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bột cát thạch anh	100	80	60	100	70	-	-	-	20	22	3	16	-
Cốt liệu lớn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40
Amiăng số 6 hoặc 7	5	5	5	5	5	20	30	20	7	6	-	-	-
Dầu thực vật	-	-	-	-	-	30	25	-	-	-	-	-	-
Lacol	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-

Thành phần của các loại matit, vữa và bê tông trên cơ sở thủy tinh lỏng có thể tham khảo bảng V.7.

Bảng V.7. Thành phần của các loại matit, vữa và bê tông trên cơ sở thủy tinh lỏng (theo phần trăm khối lượng)

Thành phần	Matit	Vữa	Bê tông	Lớp lót
Thủy tinh lỏng	35	25	20	50
Na ₂ SiF ₆	5	4	3	7
Bột đá chịu axit	60	25	17	43
Cát thạch anh	-	46	25	-
Đá dăm chịu axit	-	-	35	-

Các loại matit, vữa và bê tông được chế tạo bằng chất dẻo được sử dụng khá rộng rãi. Ưu điểm của chúng là khả năng chống ăn mòn khá cao, chịu tác động cơ học tốt và độ chịu nhiệt cao hơn các sản phẩm cùng loại được chế tạo từ bitum. Các loại matit, vữa và bê tông chất dẻo có thể được chế tạo trên cơ sở các hợp chất của nhựa epoxy, phenol, furan... cùng với các cốt liệu chịu axit như bột đá diabazơ, audêzit, cát thạch anh và các loại đá phún xuất v.v.

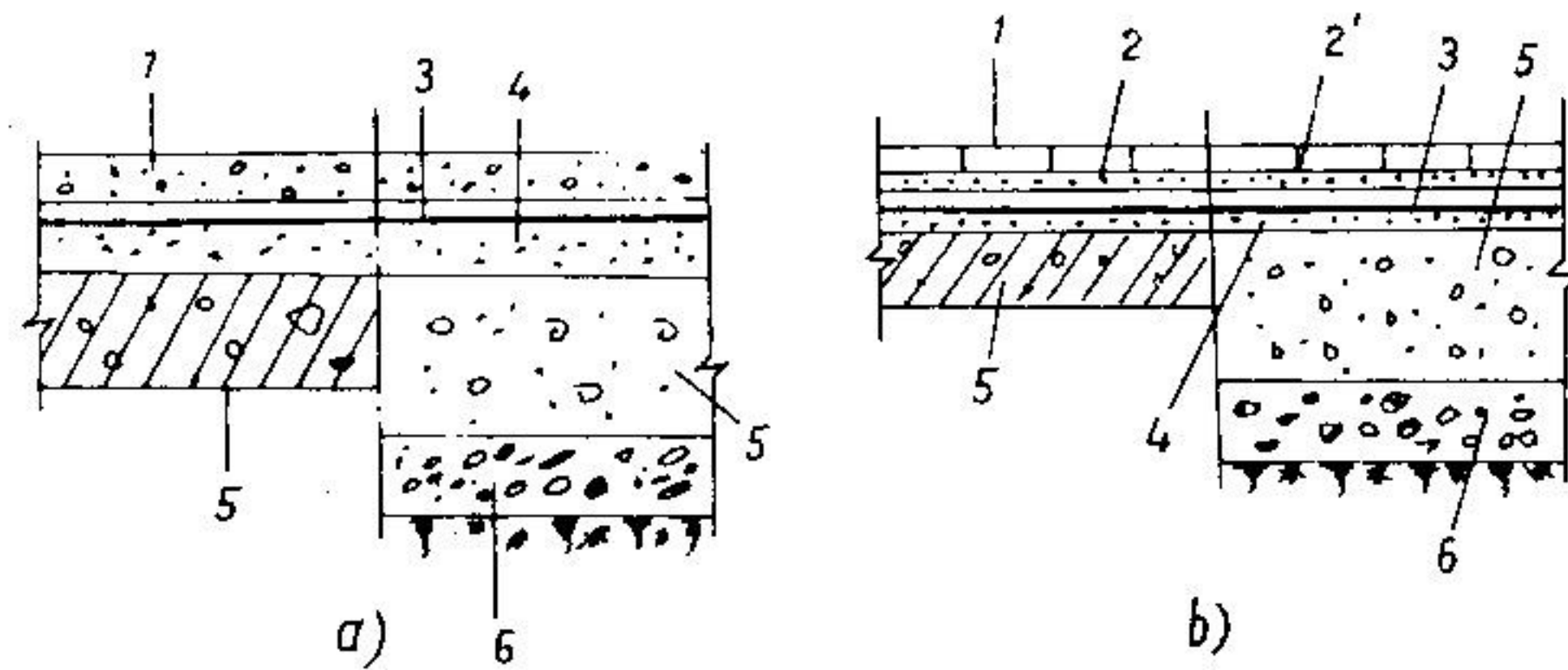
Các loại matit, vữa và bê tông vữa kể trên có thể dùng để làm vật liệu dán, xây lát, trát hoặc làm lớp mặt của kết cấu chịu ăn mòn.

Các loại vật liệu cuộn có tác dụng cách ẩm cao đồng thời chịu tác dụng ăn mòn thường được dùng làm lớp cách ẩm của nền, sàn nhà công nghiệp, các công trình ngầm... Các loại vật liệu cuộn thường là giấy dầu, màng polyeten, polyizobutilen, tấm PVC, vải thủy tinh thấm nhựa epoxy v.v. Chúng được dán lên lớp vữa nền bằng các loại keo thích hợp như matit bitum, keo 88 v.v.

Cuối cùng là các loại vật liệu rời như gạch chịu axit, tấm lát chịu axit, tấm đá đúc diabazơ, tấm xi xitan, tấm polyvinyl clorua v.v. Những tấm này được dùng làm vật liệu xây ốp hoặc lát làm lớp mặt cho kết cấu chịu ăn mòn như nền, sàn nhà, tường, bể chứa hóa chất v.v.

§V.4.Nền và sàn chống ăn mòn

Nền và sàn là bộ phận chịu tác động trực tiếp và chủ yếu của môi trường ăn mòn cho nên tốc độ hư hỏng của nền và sàn thường nhanh hơn so với các kết cấu khác. Môi trường ăn mòn chủ yếu tác động lên nền, sàn là môi trường lỏng. Tùy theo tính chất và mức độ ăn mòn của môi trường, của tác động cơ học, điều kiện vận hành công trình v.v. mà chọn giải pháp cấu tạo nền, sàn thích hợp. Có hai loại mặt nền, sàn: mặt nền, sàn liền khối và mặt nền, sàn lát bằng vật liệu rời. Nói chung cấu tạo mặt nền, sàn bao gồm :lớp mặt,lớp chống thấm ,lớp vữa đệm và lớp nền chịu lực.



Hình V.2. Cấu tạo mặt nền, sàn chống ăn mòn

a) mặt nền, sàn liền khối; b) mặt nền, sàn lát bằng vật liệu rời
1-lớp mặt; 2-vữa lót; 2'-vữa miết mạch; 3-lớp chống thấm;
4-lớp vữa đệm chịu axit; 5-lớp bê tông chịu lực; 6-lớp bảo vệ nền

Đối với những sàn chỉ dùng cho người đi lại thao tác nhẹ nhàng, không có máy móc thiết bị lớn, không gây cháy nổ có thể dùng thảm PVC làm mặt sàn, dán trực tiếp lên nền bê tông chịu lực.

Trong trường hợp liền khối, mặt nền, sàn có thể được cấu tạo bằng bê tông hoặc vữa chịu axit với các chất liệu khác nhau như bitum, thủy tinh lỏng, lưu huỳnh hay polyme các loại.

Trong trường hợp mặt sàn lát bằng vật liệu rời như gạch chịu axit, gạch lát chịu axit, các tấm chất dẻo v.v. phải được lát trên vữa lót và miết mạch bằng các loại vữa thích hợp.

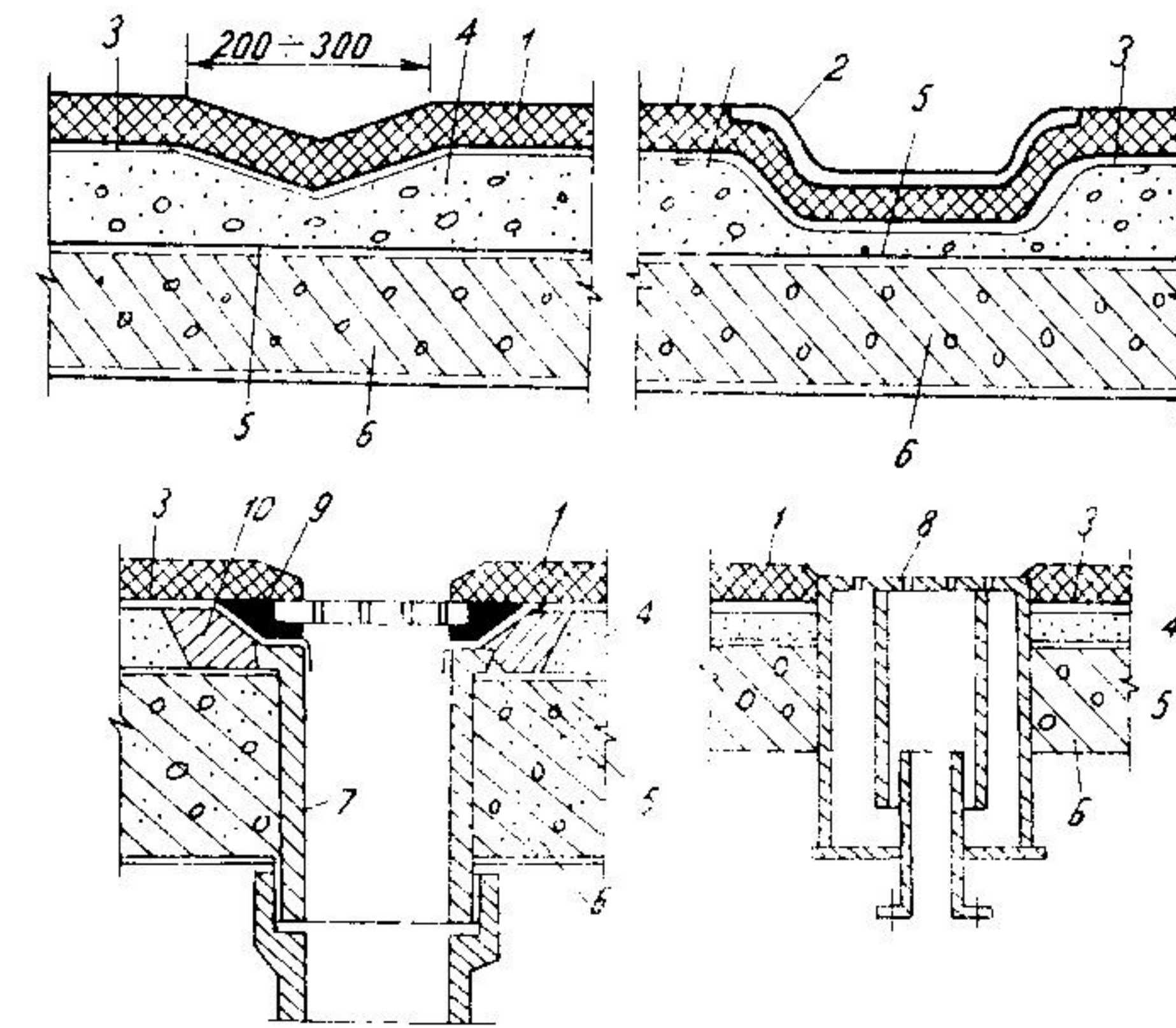
Lớp chống thấm là các loại vật liệu cuộn như polyizobutilen, polyetilen, caosu chịu axit, giấy dầu v.v. được dán lên lớp vữa đệm bằng các loại keo thích hợp.

Để có thể tham khảo cho một số trường hợp điển hình, việc lựa chọn vật liệu cấu tạo mặt nền có thể tham khảo theo bảng V.8.

Trường hợp nền chịu tác dụng của môi trường kiềm, lớp phủ nên có thể dùng vữa xi măng pooclang có mác không dưới 300. Nếu trong môi trường ăn mòn có chứa sulfat thì nên dùng vữa xi măng pooclang chống sulfat.

Nền toàn khối bằng bê tông polymesilicat khá ổn định đối với tác dụng của axit nồng độ cao cũng như tải trọng cơ học lớn. Mặt nền là hợp chất epoxy có thể sử dụng trong môi trường axit và kiềm có nồng độ dưới 10% (trừ oxy hóa) và khi có tác dụng cơ học yếu.

Để đảm bảo độ bền lâu cho nền, cần tránh tình trạng đọng nước trên mặt nền. Mặt nền cần tạo độ dốc 0,5 - 1% để thoát nước. Trong nhiều trường hợp cần cấu tạo hệ thống rãnh thu nước. Những rãnh này gom nước chảy vào các hõng thu nước trên sàn hoặc các hố thu



Hình V.3. Rãnh và hõng thoát nước mặt sàn :

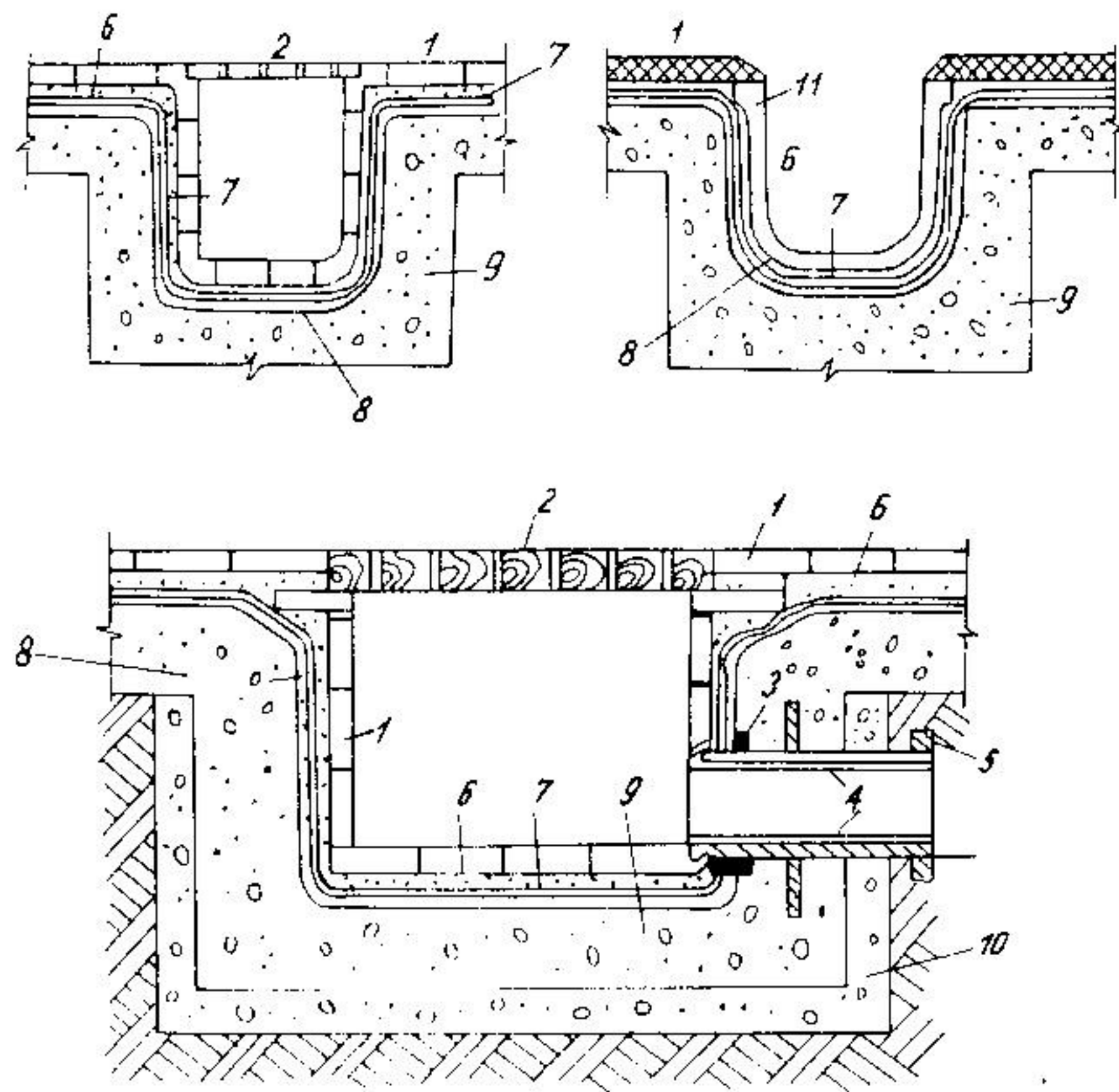
1-lớp mặt; 2-máng gom, chất dẻo hoặc thép không gỉ; 3-lớp cách ly bổ sung (polyizobutilen); 4-vữa lót; 5-lớp cách ly; 6-sàn bê tông cốt thép; 7-ống gom, chất dẻo hoặc thép không gỉ; 8-ống thép không gỉ; 9,10-matit bền hóa.

Bảng V.8. Lựa chọn vật liệu cấu tạo mặt nền chống ăn mòn

Vật liệu cấu tạo mặt nền	Khí nồng độ dung dịch ăn mòn										
	≤ 5%			5 - 10%			> 10%				
	Với phản ứng axit	Axit kiềm	Với phản ứng kiềm	Axit không oxy hóa và muối của chúng	Kiểm và muối của chúng	Axit kiềm	Axit không oxy hóa và muối của chúng	Axit oxy hóa và muối của chúng	Kiểm và muối của chúng	Axit oxy hóa và muối của chúng	Axit kiềm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Lớp mặt											
Gạch xây chịu axit	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
Gạch lát chịu axit	+	+	+	+	±	±	+	+	-	-	
Tấm diabazơ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Tấm xi titan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Matit nóng trên cơ sở hợp chất epoxy	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
Bê tông polyme silicat	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	
Bê tông asphalt	-	+	+	+	±	±	-	-	-	-	
Bê tông thường	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tấm polyvinyl-clorua	-	-	-	-	-	-	-	+	±	±	

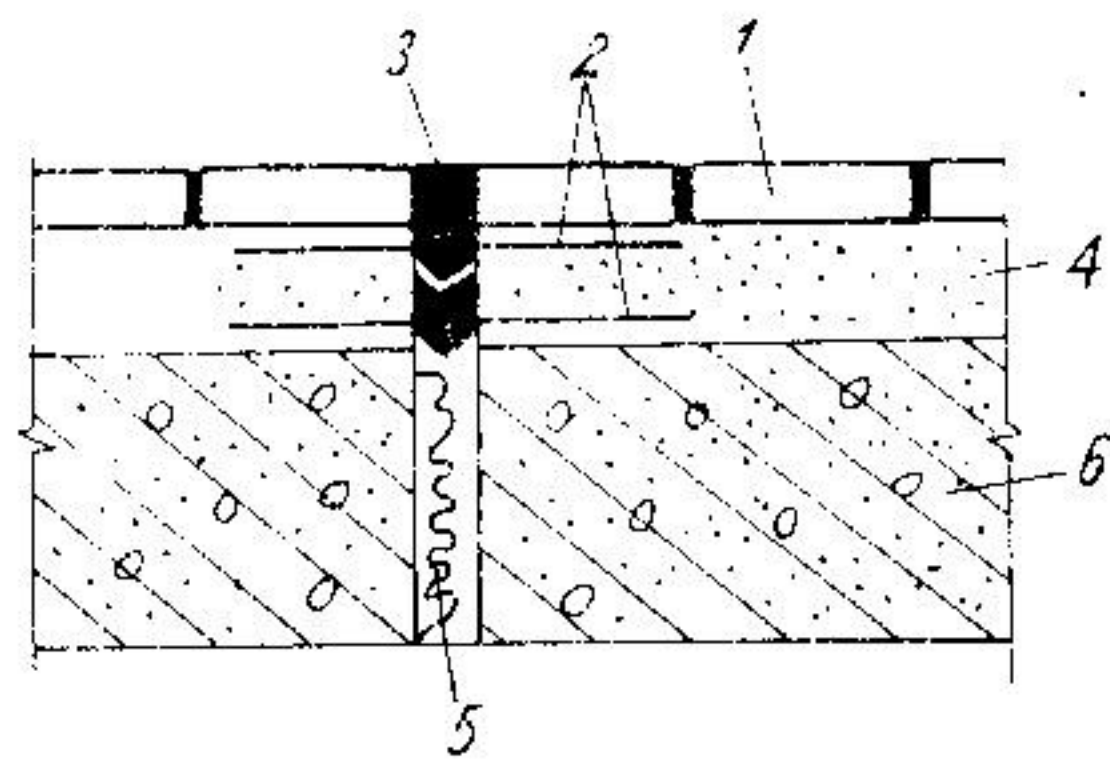
Bảng V.8. (tiếp)

Vật liệu cấu tạo mặt nền	Khí nồng độ dung dịch ăn mòn										
	≤ 5%			5 - 10%			> 10%				
	Với phản ứng axit	Axit kiềm	Với phản ứng kiềm	Axit không oxy hóa và muối của chúng	Kiểm và muối của chúng	Axit kiềm	Axit không oxy hóa và muối của chúng	Axit oxy hóa và muối của chúng	Kiểm và muối của chúng	Axit oxy hóa và muối của chúng	Axit kiềm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Lớp lót											
Vữa silicat và polymesilicat	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
Vữa xi măng + cát	-	-	+	-	±	±	-	-	-	-	
Matit bitum	+	+	-	±	-	±	±	-	±	±	
Matit trên cơ sở nhựa epoxy	+	+	+	±	+	+	±	-	±	±	
nhựa furankor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
nhựa arzamid V	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
Chống thấm											
Giấy dầu	+	+	+	+	±	+	+	-	-	-	
Tấm polytilen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Tấm polyizobutilen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Vải thủy tinh tấm epoxy	+	+	+	+	+	+	±	-	±	+	



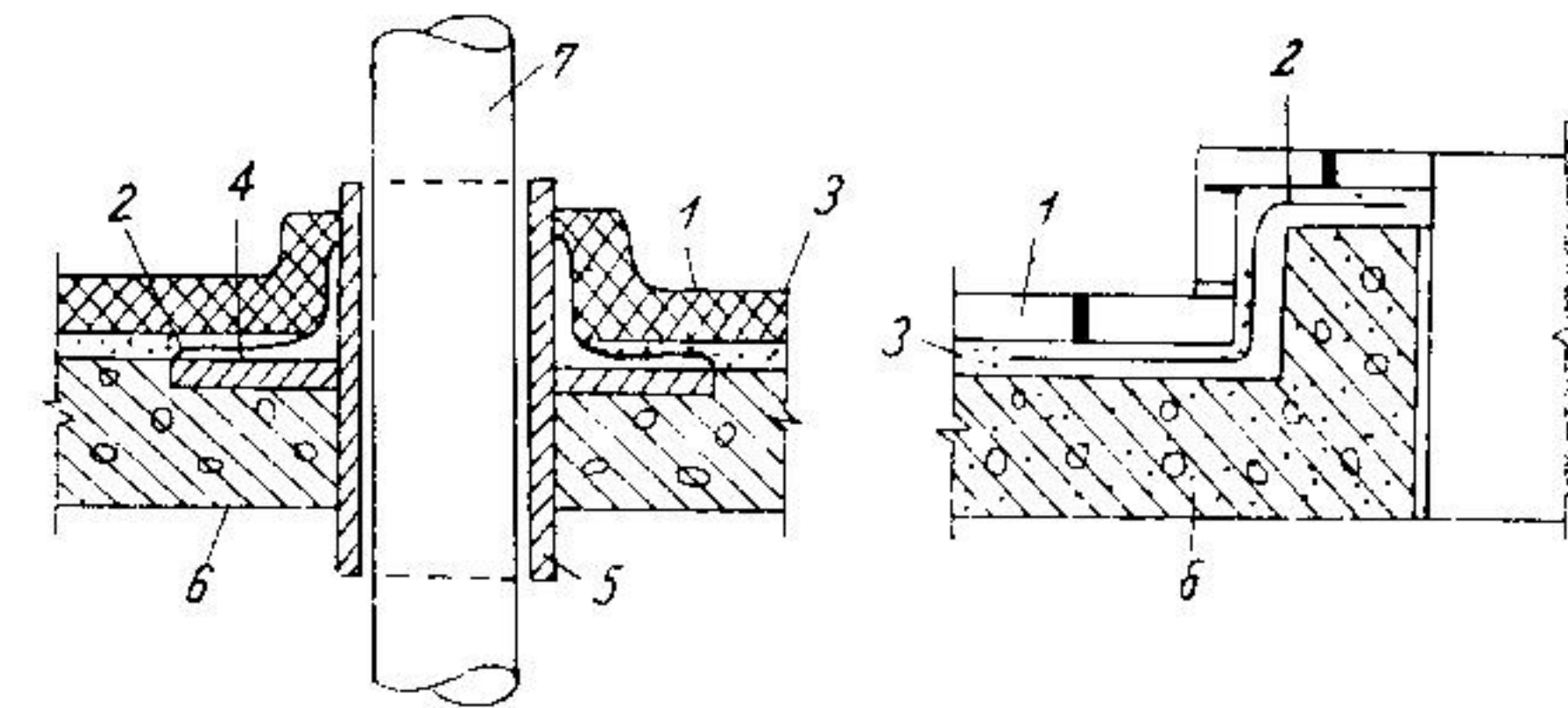
Hình V.4. Rãnh và hố thu nước mặt nền :

1-lớp mặt ; 2-nắp dây ; 3-amiăng nhồi vữa silicat ; 4-matit silicat ; 5-ống gốm ;
6-lớp vữa lát ; 7-lớp cách ly (polyizobutilen) ; 8-vữa đệm ; 9-bê tông chịu lực ;
10-bê tông lót ; 11-máng gốm.



Hình V.5. Khe co giãn trên sàn :

1-lớp mặt ; 2-tấm cách ly polyizobutilen ; 3-matit bitum ; 4-vữa đệm ;
5-xơ đay nhồi bitum ; 6-sàn bê tông cốt thép



Hình V.6. Cấu tạo gờ lõm chui qua sàn .

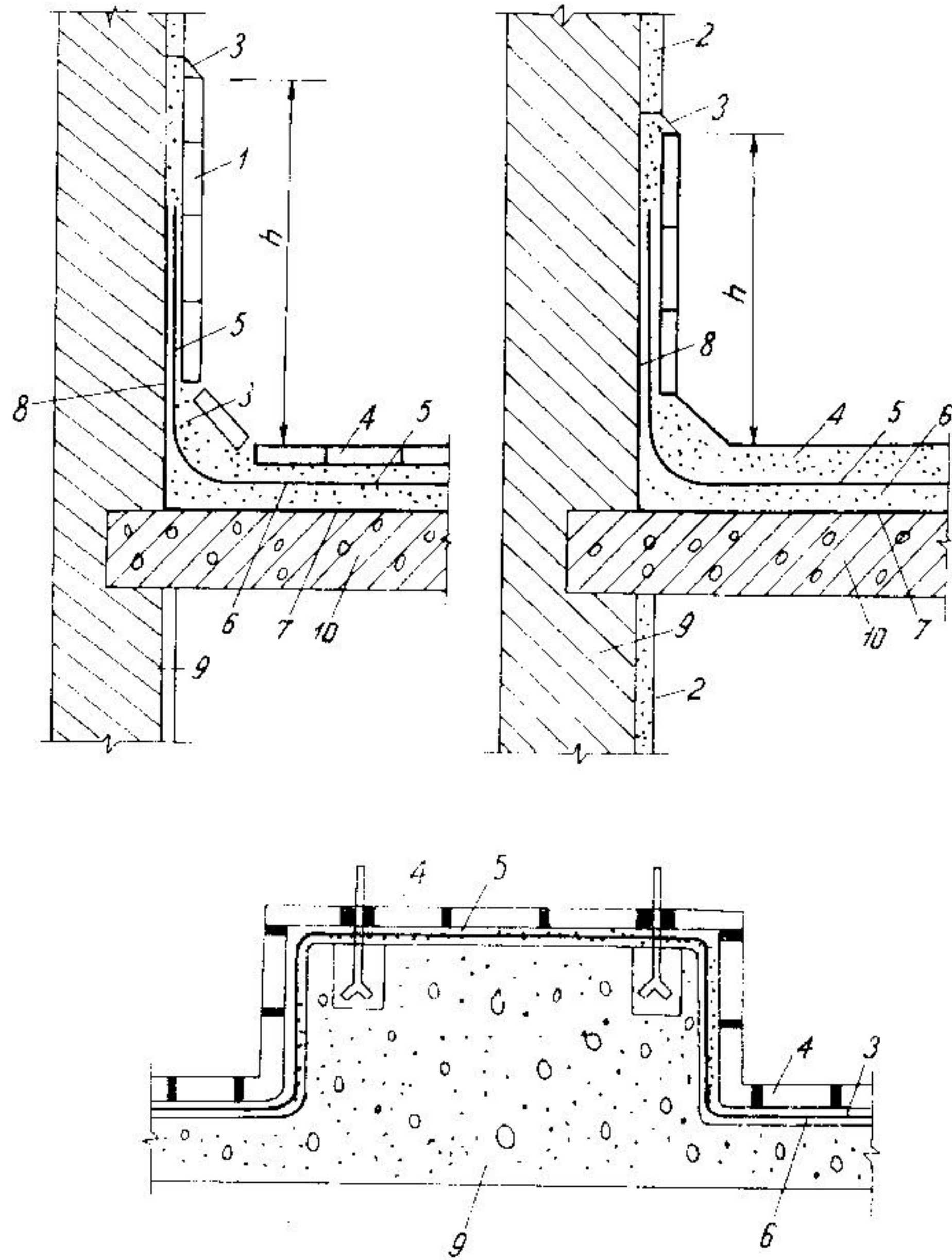
1-lớp mặt ; 2-lớp cách ly ; 3-vữa đệm ; 4-vành chống thấm ;
5-ống thép không gỉ ; 6-sàn bê tông cốt thép

tại nền. Tùy từng trường hợp cụ thể, để cấu tạo hệ thống rãnh và hố thu nước, có thể tham khảo theo hình V.3 và V.4.

Khe co giãn mặt sàn hoặc nền được cấu tạo phụ thuộc vào cấu tạo của nền, có thể tham khảo khe co giãn cho trên hình V.5.

Tại những chỗ ống hoặc thiết bị chui qua sàn, cần tạo gờ để nước không chảy tự do qua miệng lỗ. Cấu tạo gờ ngăn nước có thể tham khảo theo hình V. 6.

Tại chân tường, cột và xung quanh móng thiết bị cũng cần được bảo vệ chống ăn mòn. Thông thường tại chân tường, chân cột được ốp bảo vệ một đoạn cao từ mặt sàn lên khoảng 400 - 1500 mm. Đối với móng thiết bị thì có thể ốp phủ toàn bộ bề mặt móng nếu thiết bị có rò rỉ chất ăn mòn. Trong trường hợp thiết bị khô ráo thì chỉ cần ốp phủ chân móng. Cấu tạo các lớp ốp phủ chân tường, cột và móng thiết bị có thể tham khảo theo hình V.7.



Hình V.7. Ốp chân tường, cột và móng thiết bị :

1-gạch ốp chịu axit ; 2-vữa xi măng ngoài phủ sơn chịu axit ; 3-vữa chịu axit ; 4-lớp mặt sàn, nền ; 5-tấm cách ly có vên lên chân tường, cột, móng thiết bị ; 6-vữa đệm ; 7-sơn chống thấm chịu axit ; 8-quét bitum chống thấm ; 9-tường gạch, bê tông hoặc móng thiết bị ; 10-kết cấu sàn, nền.

PHỤ LỤC I [1]

Bảng công thức để xác định ứng lực dây căng trong trường hợp gia cố dầm bê tông cốt thép bằng hệ thống dây căng ứng lực trước

Bảng PL.I₁

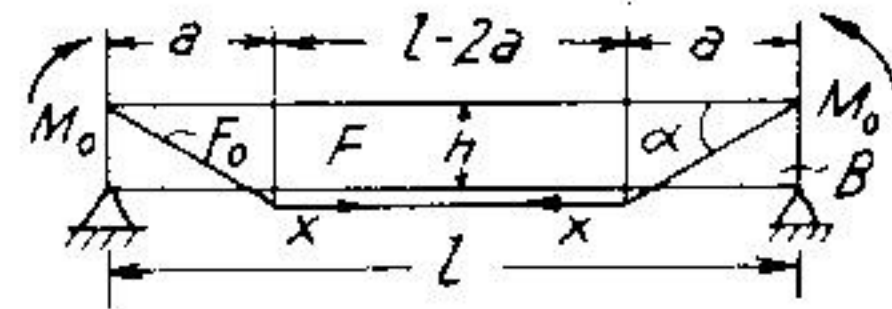
Bảng công thức để xác định ứng lực dây căng trong trường hợp gia cố dầm bằng hệ thống dây căng nằm ngang

$$A = \frac{B}{cF_oE_a} + C + \frac{B}{cFE_b}$$

Sơ đồ tải trọng	Công thức tính toán
	$X = \frac{ql^2}{12A}$
	$X = \frac{qa^2(3l - 2a)}{12A}$ $X = \frac{0.0086ql^2}{A} \quad a = \frac{l}{5}$ $X = \frac{0.0130ql^2}{A} \quad a = \frac{l}{4}$ $X = \frac{0.024ql^2}{A} \quad a = \frac{l}{3}$ $X = \frac{0.416ql^2}{A} \quad a = \frac{l}{2}$
	$X = \frac{Pab}{2A}$ $X = \frac{0,08Pl}{A} \quad a = \frac{l}{5}$ $X = \frac{0,094Pl}{A} \quad a = \frac{l}{4}$ $X = \frac{0,11Pl}{A} \quad a = \frac{l}{3}$ $X = \frac{0,125Pl}{A} \quad a = \frac{l}{2}$
	$X = \frac{M_o}{2A}$

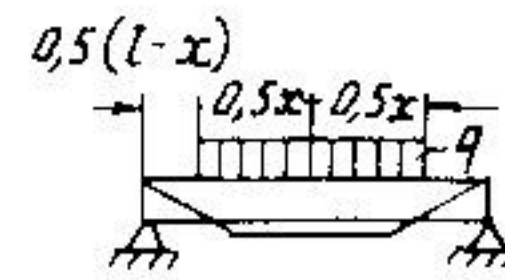
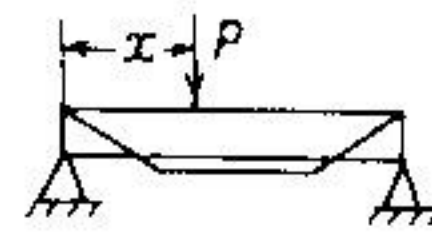
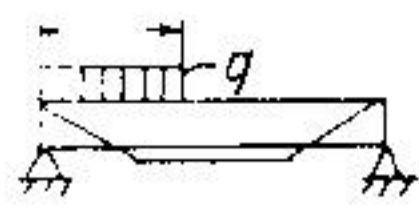
Bảng PL.J₂

Bảng công thức để xác định ứng lực dây căng trong trường hợp gia cố dầm bằng hệ thống dây căng vông



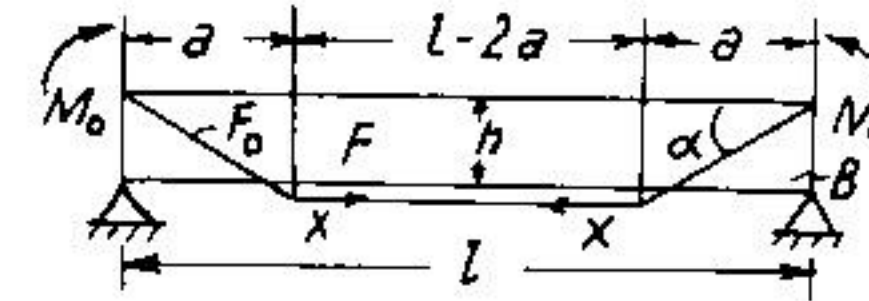
$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$a = \frac{1}{3}l$	$A = \frac{1}{1,1KK_0 + 0,47h + 1,65K_1 + 0,81K}$
--------------------	---



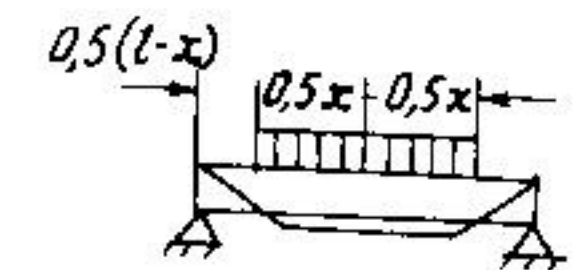
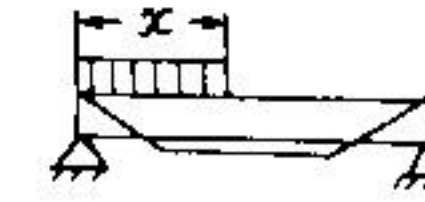
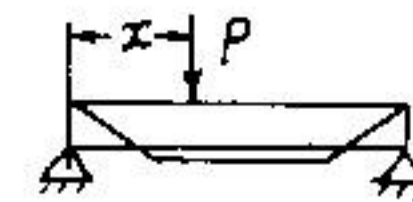
$X = APly$		$X = Aql^2\omega$		$X = Aql^2\omega$	
$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,01430	0,05	0,00036	0,10	0,01124
0,10	0,02980	0,10	0,00146	0,20	0,02218
0,15	0,04570	0,15	0,00335	0,30	0,03252
0,20	0,06150	0,20	0,00603	0,33	0,03578
0,25	0,07640	0,25	0,00898	0,40	0,04198
0,30	0,08950	0,30	0,01313	0,50	0,05028
0,33	0,09640	0,33	0,01623	0,60	0,05618
0,35	0,09970	0,35	0,01786	0,70	0,06154
0,40	0,10720	0,40	0,02303	0,80	0,06532
0,45	0,11160	0,45	0,02850	0,90	0,06752
0,50	0,11320	0,50	0,03412	1,00	0,06824

Tiếp bảng PL.J₂



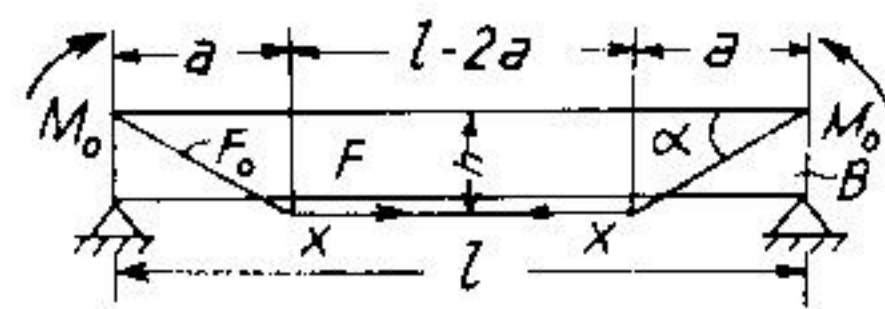
$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$a = \frac{1}{4}l$	$A = \frac{1}{0,62KK_0 + 0,45h + 1,24K_1 + 0,91K}$
--------------------	--



$X = APly$		$X = Aql^2\omega$		$X = Aql^2\omega$	
$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,01360	0,05	0,00034	0,10	0,00960
0,10	0,02810	0,10	0,00138	0,20	0,01896
0,15	0,04260	0,15	0,00315	0,30	0,02788
0,20	0,05620	0,20	0,00562	0,40	0,03612
0,25	0,06840	0,25	0,00873	0,50	0,04346
0,30	0,07840	0,30	0,01240	0,60	0,04968
0,35	0,08640	0,35	0,01652	0,70	0,05462
0,40	0,09190	0,40	0,02098	0,80	0,05816
0,45	0,09550	0,45	0,02566	0,90	0,06024
0,50	0,09640	0,50	0,03046	1,00	0,06092

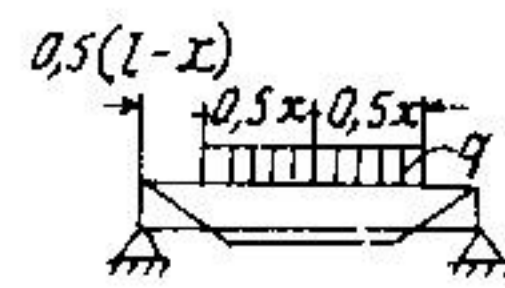
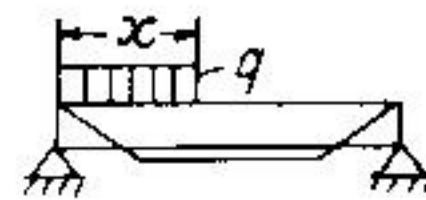
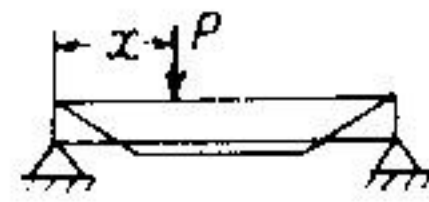
Tiếp bảng PL.I₂



$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$$a = \frac{1}{5} l$$

$$A = \frac{1}{0,4KK_0 + 0,4h + 0,99K_1 + 0,87K}$$



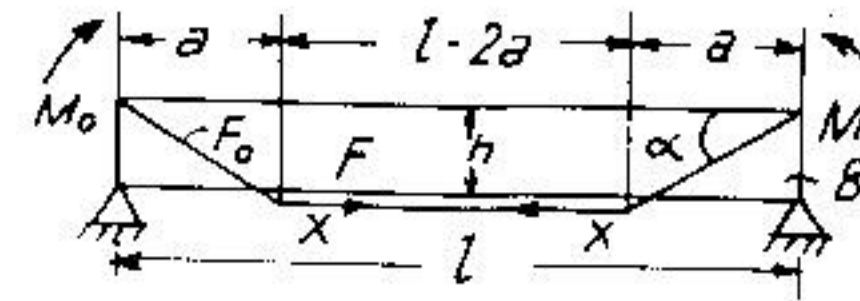
$$X = APly$$

$$X = Aql^2\omega$$

$$X = Aql^2\omega$$

$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,01240	0,05	0,00031	0,10	0,00812
0,10	0,02520	0,10	0,00125	0,20	0,01606
0,15	0,03780	0,15	0,00283	0,30	0,02364
0,20	0,04940	0,20	0,00501	0,40	0,03068
0,25	0,05920	0,25	0,00772	0,50	0,03700
0,30	0,06700	0,30	0,01088	0,60	0,04242
0,35	0,07350	0,35	0,01440	0,70	0,04678
0,40	0,07800	0,40	0,01819	0,80	0,04994
0,45	0,08070	0,45	0,02216	0,90	0,05182
0,50	0,08160	0,50	0,02622	1,00	0,05244

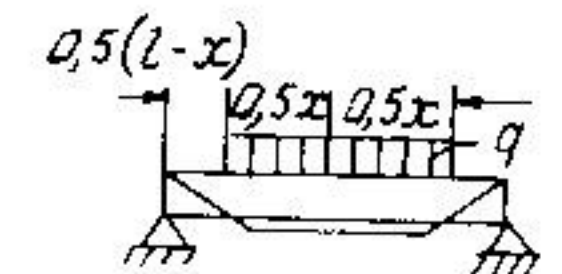
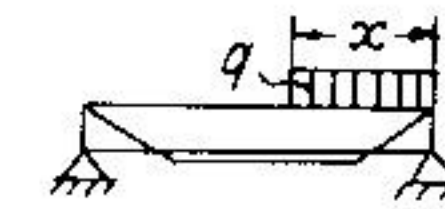
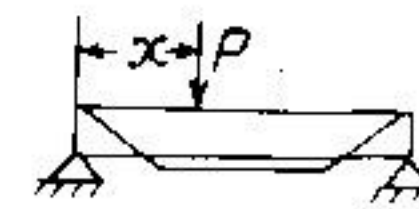
Tiếp bảng PL.I₂



$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$$a = \frac{1}{6} l$$

$$A = \frac{1}{0,28KK_0 + 0,36h + 0,83K_1 + 0,81K}$$



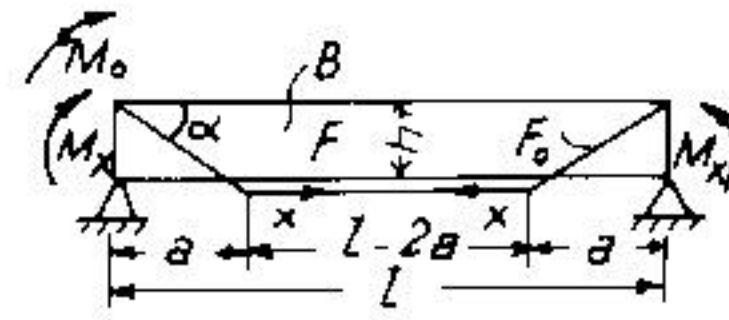
$$X = APly$$

$$X = Aql^2\omega$$

$$X = Aql^2\omega$$

$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,01120	0,05	0,00028	0,10	0,00698
0,10	0,02250	0,10	0,00112	0,20	0,01380
0,15	0,03350	0,15	0,00252	0,30	0,02034
0,167	0,03680	0,167	0,00312	0,40	0,02644
0,20	0,04310	0,20	0,00444	0,50	0,03202
0,25	0,05320	0,25	0,00685	0,60	0,03684
0,30	0,05830	0,30	0,00964	0,667	0,03948
0,35	0,06370	0,35	0,01269	0,70	0,04068
0,40	0,06720	0,40	0,01596	0,80	0,04348
0,45	0,06920	0,45	0,01937	0,90	0,04516
0,50	0,07030	0,50	0,02286	1,00	0,04572

Tiếp bảng PL.I₂

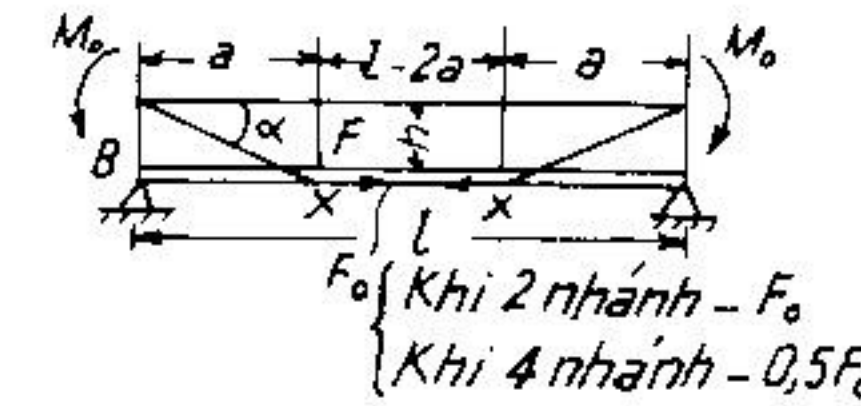


$X = AyM_0$

		$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$
$a = \frac{1}{3} l$	$A = \frac{1}{1,1K K_0 + 0,47h + 1,65K_1 + 0,81K}$	$y = 0,266$
$a = \frac{1}{4} l$	$A = \frac{1}{0,62K K_0 + 0,45h + 1,24K_1 + 0,91K}$	$y = 0,262$
$a = \frac{1}{5} l$	$A = \frac{1}{0,4K K_0 + 0,4h + 0,99K_1 + 0,87K}$	$y = 0,240$
$a = \frac{1}{6} l$	$A = \frac{1}{0,28K K_0 + 0,36h + 0,83K_1 + 0,81K}$	$y = 0,216$

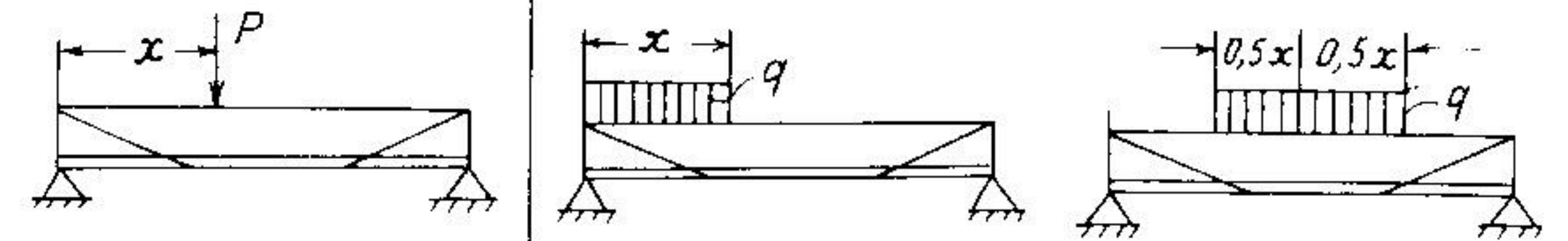
Bảng PL.I₃

Bảng công thức để xác định ứng lực dây căng trong trường hợp gia cố dầm bằng hệ thống dây căng tổ hợp (giá trị F_0 , khi hai nhánh lấy bằng F_0' khi bốn nhánh lấy bằng $0,5F_0$)



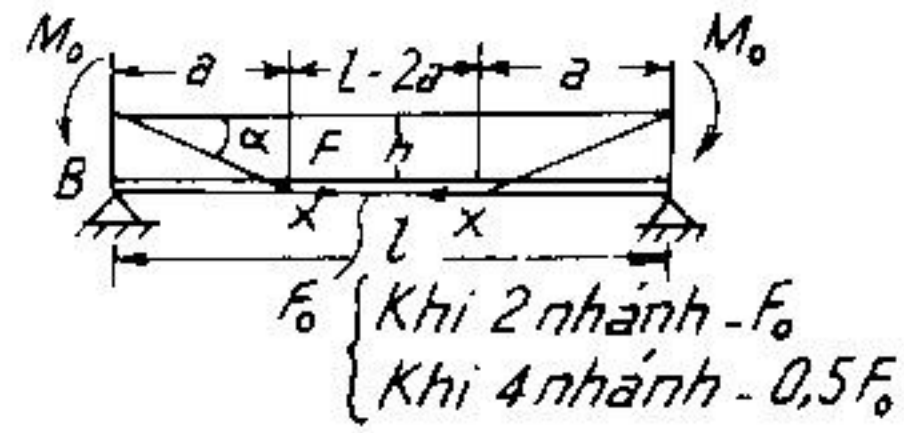
$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$

$a = \frac{1}{3} l$	Khi hai nhánh	$A = \frac{1}{0,45K K_0 + 3,31K + 5,03K_1 + 2,06h}$
	Khi bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,91K K_0 + 4,66K + 5,03K_1 + 2,06h}$



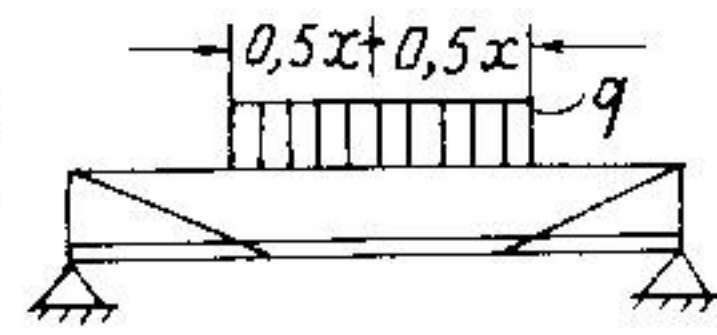
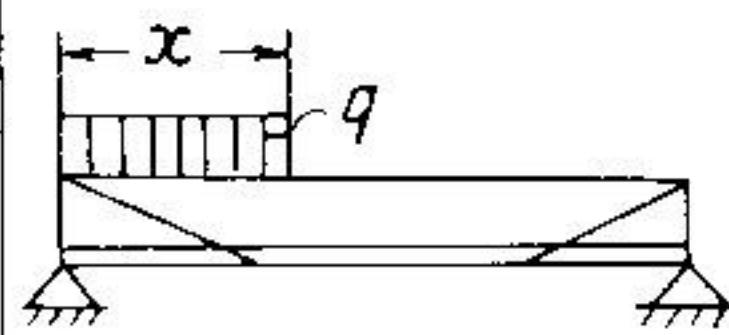
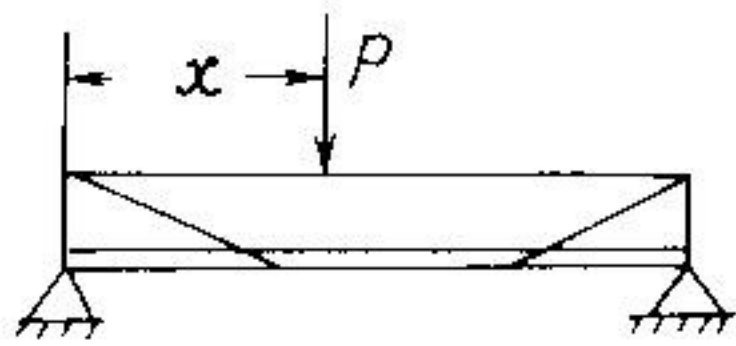
$X = APly$		$X = Aql^2\omega$		$X = Aql^2\omega$	
$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,06740	0,05	0,00068	0,10	0,03910
0,10	0,13060	0,10	0,00663	0,20	0,07734
0,15	0,18870	0,15	0,01461	0,30	0,11384
0,20	0,24100	0,20	0,02535	0,33	0,12650
0,25	0,28690	0,25	0,03855	0,40	0,14780
0,30	0,32500	0,30	0,05385	0,50	0,17840
0,33	0,34320	0,33	0,06500	0,60	0,20480
0,35	0,35420	0,35	0,07083	0,70	0,22628
0,40	0,37570	0,40	0,08908	0,80	0,24224
0,45	0,38920	0,45	0,10820	0,90	0,25214
0,50	0,39270	0,50	0,12775	1,00	0,25550

Tiếp bảng PL.I₃



$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$a = \frac{1}{4} l$	Khi hai nhánh	$A = \frac{1}{0,26KK_0 + 2,97K + 3,77K_1 + 1,69h}$
	Khi bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,52KK_0 + 3,73K + 3,77K_1 + 1,69h}$



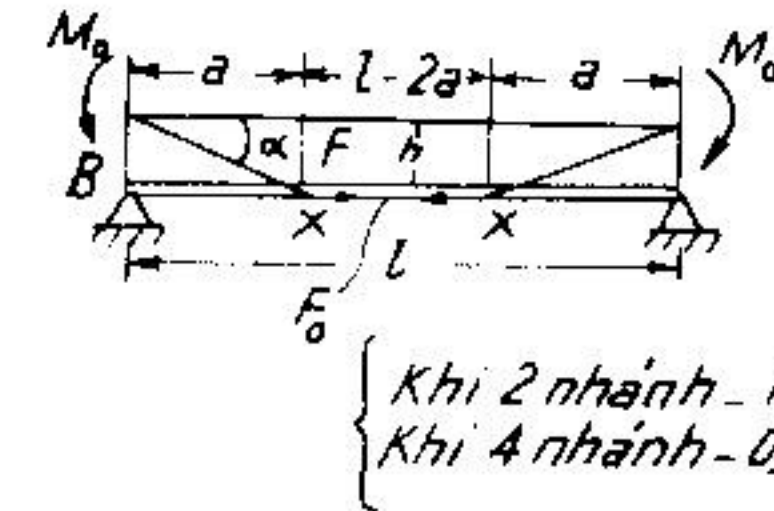
$$X = APly$$

$$X = Aql^2\omega$$

$$X = Aql^2\omega$$

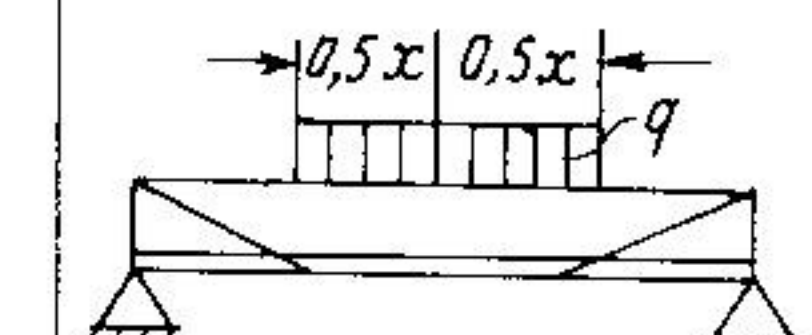
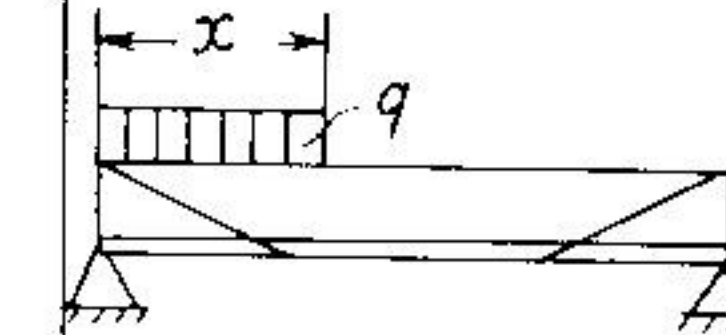
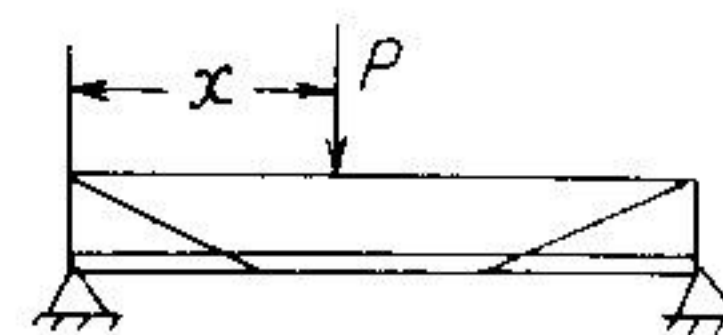
$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,05360	0,05	0,00134	0,10	0,03044
0,10	0,10380	0,10	0,00527	0,20	0,06028
0,15	0,14960	0,15	0,01161	0,30	0,08880
0,20	0,19050	0,20	0,02011	0,40	0,11540
0,25	0,22600	0,25	0,03052	0,50	0,13946
0,30	0,25520	0,30	0,04255	0,60	0,16028
0,35	0,27700	0,35	0,05585	0,70	0,17728
0,40	0,29360	0,40	0,07011	0,80	0,18996
0,45	0,30300	0,45	0,08503	0,90	0,19782
0,50	0,30590	0,50	0,10025	1,00	0,20050

Tiếp bảng PL.I₃



$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$a = \frac{1}{5} l$	Khi hai nhánh	$A = \frac{1}{0,16KK_0 + 2,6K + 3,02K_1 + 1,43h}$
	Khi bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,33KK_0 + 3,19K + 3,02K_1 + 1,43h}$



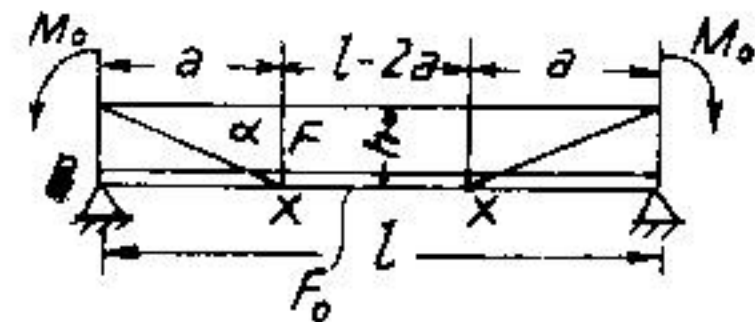
$$X = APly$$

$$X = Aql^2\omega$$

$$X = Aql^2\omega$$

$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,04440	0,05	0,00111	0,10	0,02486
0,10	0,08600	0,10	0,00387	0,20	0,04422
0,15	0,12360	0,15	0,00911	0,30	0,07252
0,20	0,15690	0,20	0,01612	0,40	0,09428
0,25	0,18530	0,25	0,02442	0,50	0,11398
0,30	0,20850	0,30	0,03327	0,60	0,13058
0,35	0,22650	0,35	0,04515	0,70	0,14460
0,40	0,23950	0,40	0,05680	0,80	0,15508
0,45	0,24750	0,45	0,06898	0,90	0,16060
0,50	0,24950	0,50	0,08141	1,00	0,16282

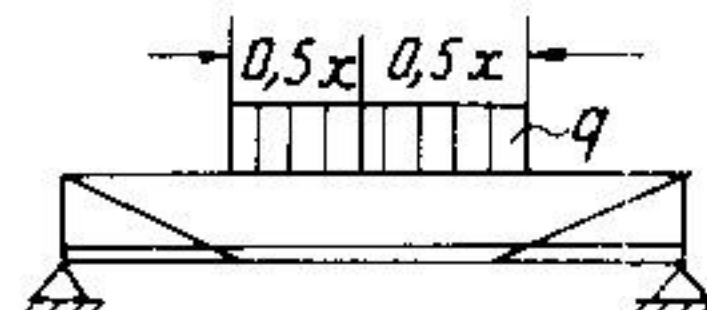
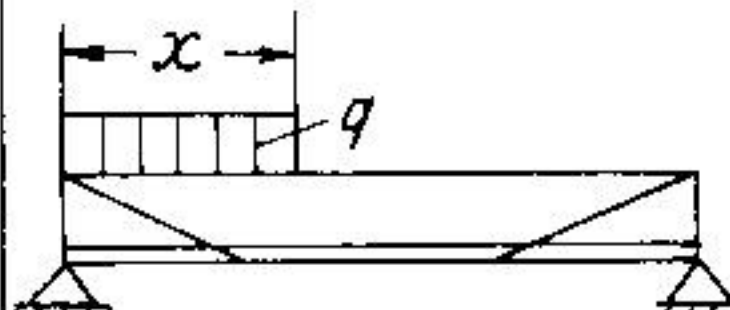
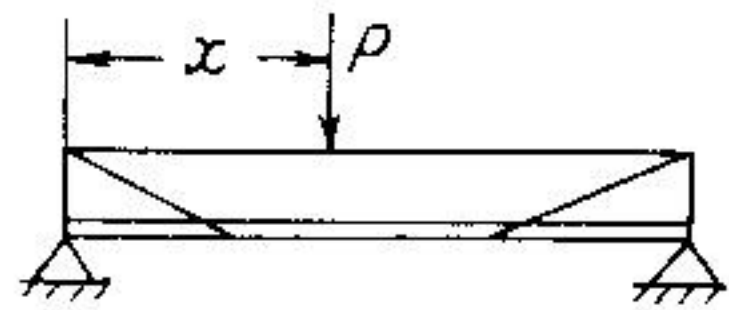
Tiếp bảng PL.I₃



{ Khi 2 nhánh - F_0
 { Khi 4 nhánh - $0,5F_0$

$$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$$

$a = \frac{1}{6}l$	Khi hai nhánh	$A = \frac{1}{0,11KK_0 + 2,3K + 2,52K_1 + 1,23h}$
	Khi bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,23KK_0 + 2,53K + 2,62K_1 + 1,23h}$



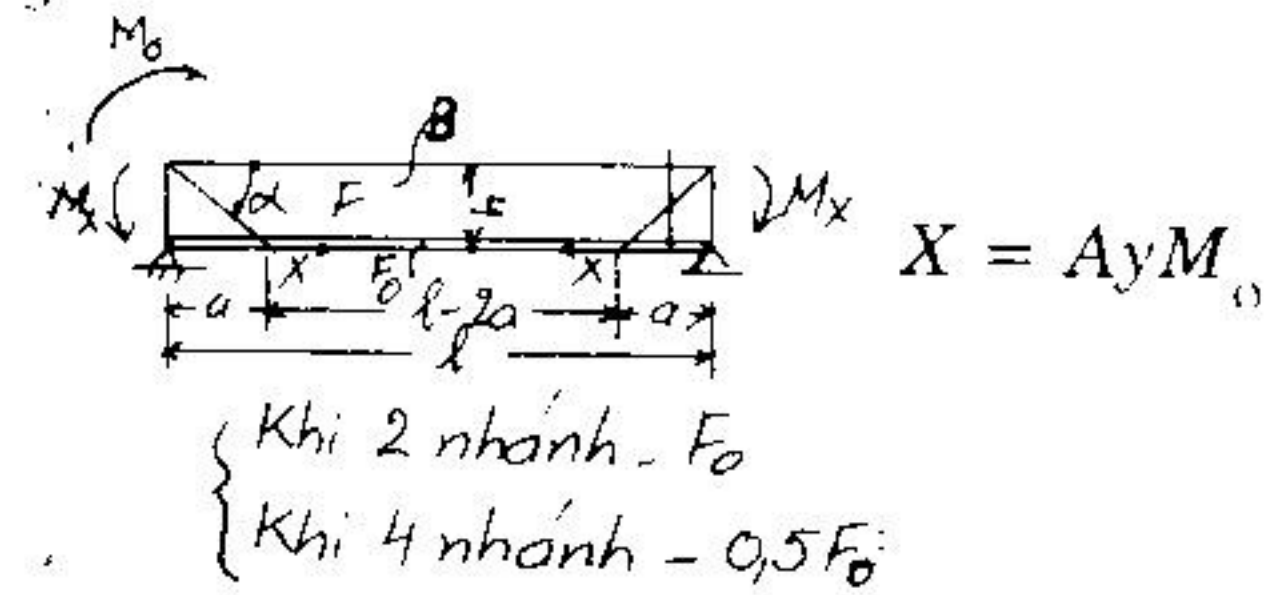
$$X = APly$$

$$X = Aql^2\omega$$

$$X = Aql^2\omega$$

$\frac{x}{l}$	y	$\frac{x}{l}$	ω	$\frac{x}{l}$	ω
0,05	0,03770	0,05	0,00094	0,10	0,02094
0,10	0,07290	0,10	0,00371	0,20	0,04146
0,15	0,10400	0,15	0,00813	0,30	0,06112
0,167	0,11480	0,167	0,00996	0,40	0,07946
0,20	0,12280	0,20	0,01391	0,50	0,09618
0,25	0,15850	0,25	0,02069	0,60	0,10974
0,30	0,17590	0,30	0,02905	0,667	0,11764
0,35	0,19100	0,35	0,03822	0,70	0,12130
0,40	0,20220	0,40	0,04805	0,80	0,13014
0,45	0,20830	0,45	0,05831	0,90	0,13568
0,50	0,21040	0,50	0,06878	1,00	0,13756

Tiếp bảng PL.I₃



Hệ thống dây căng	Hệ số y	$K = \frac{B}{E_a F_0 h} ; K_0 = \frac{1}{\cos^3 \alpha} ; K_1 = \frac{B}{E_b F h}$
$a = \frac{l}{3}$	Hai nhánh	$A = \frac{1}{0,45KK_0 + 3,31K + 5,03K_1 + 2,06h}$
	Bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,91KK_0 + 4,66K + 5,03K_1 + 2,06h}$
$a = \frac{l}{4}$	Hai nhánh	$A = \frac{1}{0,26KK_0 + 2,97K + 3,77K_1 + 1,69h}$
	Bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,52KK_0 + 3,73K + 3,77K_1 + 1,69h}$
$a = \frac{l}{5}$	Hai nhánh	$A = \frac{1}{0,16KK_0 + 2,6K + 3,02K_1 + 1,43h}$
	Bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,33KK_0 + 3,19K + 3,02K_1 + 1,43h}$
$a = \frac{l}{6}$	Hai nhánh	$A = \frac{1}{0,11KK_0 + 2,3K + 2,52K_1 + 1,23h}$
	Bốn nhánh	$A = \frac{1}{0,23KK_0 + 2,63K + 2,52K_1 + 1,23h}$

Chú thích. Ký hiệu ghi trong các bảng PL - I :

B - độ cứng của tiết diện dầm bê tông cốt thép;

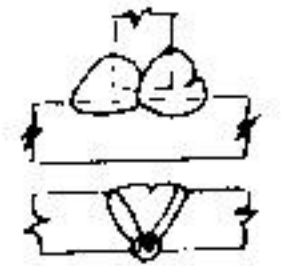
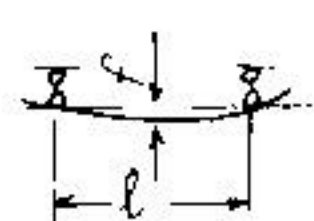
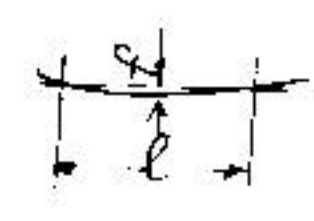
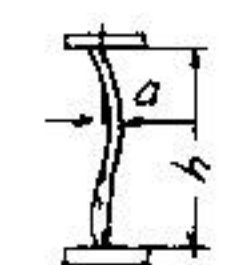
E_a, E_b - mô đun đàn hồi của thép dây căng và của bê tông;

F_a, F_b - diện tích tiết diện của dây căng và của dầm bê tông cốt thép;

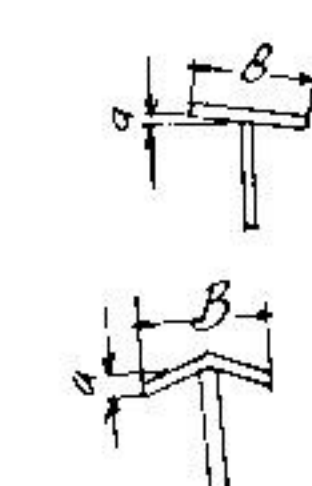
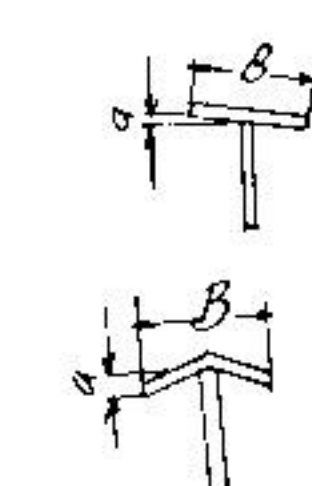
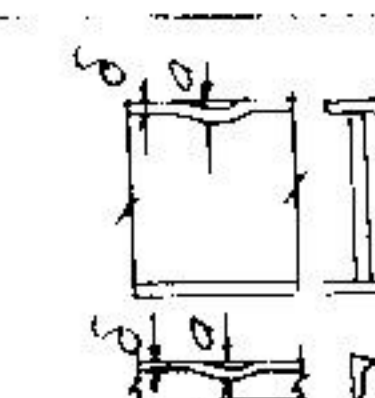
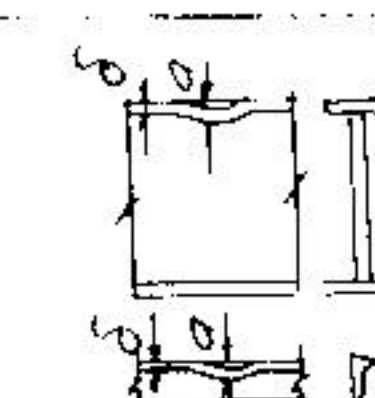




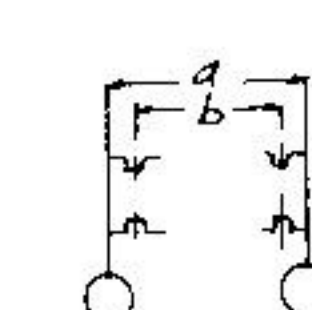
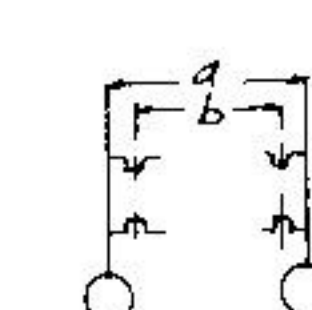
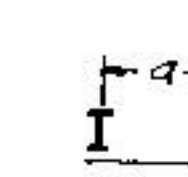
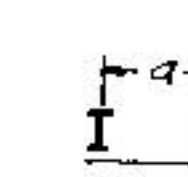
(q, P) - xem trên sơ đồ kèm theo.

PHỤ LỤC II

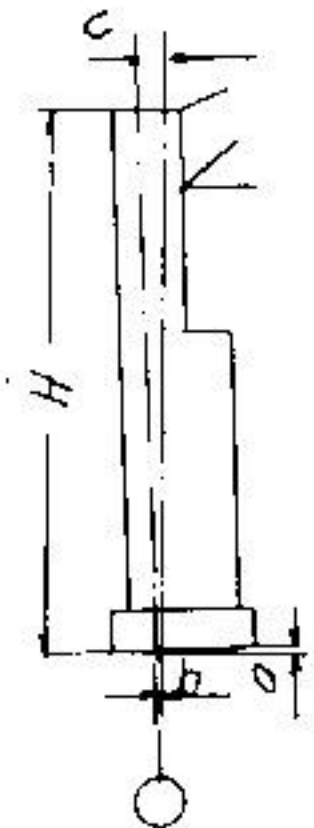
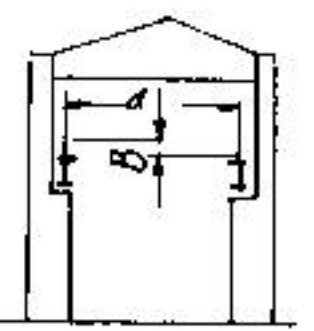
Mức độ cho phép tình trạng sai sót và hư hỏng của kết cấu thép

Sai sót và hư hỏng	Sơ đồ	Mức độ cho phép
1	2	3
Vết nứt tại mối hàn và vùng lân cận		Không cho phép
Vết nứt trong kết cấu cơ bản		Không cho phép
Độ võng ngoài mặt phẳng làm việc của cánh chịu nén của dàn hoặc dầm		$l \leq l/750$, nhưng không quá 15mm
Độ võng của cấu kiện riêng biệt		$l \leq l/750$, nhưng không quá 15mm
Cấu kiện bị vắn		$0.001 l$, nhưng không quá 10mm
Độ vênh bán bụng của dầm đặc		$a \leq 0.003h$

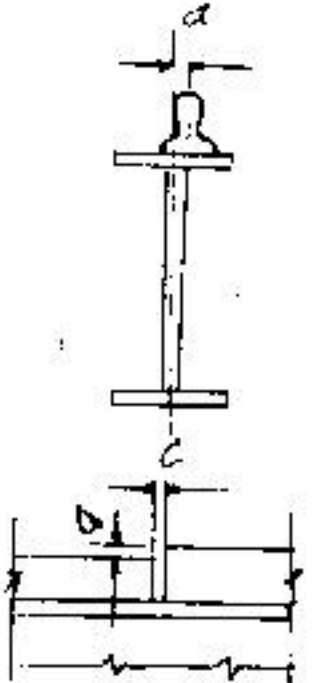
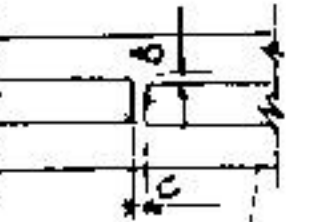
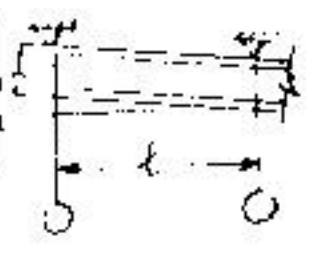
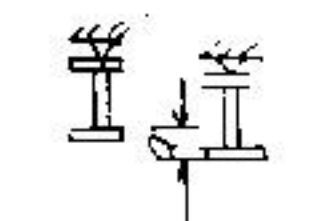
Tiếp phụ lục II

	1	2	3
Độ biến dạng của thanh cánh cấu kiện chữ T hoặc I tại a) chỗ liên kết b) những chỗ khác			a) $a \leq 0.005b$ b) $a \leq 0.01b$ a) $a \leq 0.005b$ b) $a \leq 0.01b$
Biến dạng cục bộ của thanh cánh của cấu kiện			a) $\leq 0.1\delta$
Độ cong của bản mặt: a) bản mặt liên kết cấu kiện chịu nén với ứng suất lớn hơn một nửa cường độ tính toán b) Các trường hợp còn lại			a) $\text{tg}\alpha \leq 0.1$ b) $\text{tg}\alpha \leq 0.2$
Chênh lệch độ cao gối tựa của dàn hoặc dầm			$a \leq \pm 20\text{mm}$
Sai lệch khoảng cách giữa trục dàn theo thanh cánh thượng			$a - b \leq \pm 15\text{mm}$
Sai lệch khoảng cách giữa các xà gồ			$a \leq \pm 5\text{mm}$

Tiếp phụ lục II

1	2	3
Chênh lệch độ cao của mặt phẳng gối tựa của cột		$a \leq \pm 5\text{mm}$
Độ chênh đỉnh cột so với đường thẳng đứng khi : a) cột cao tới 15m b) cột cao trên 15m Độ lệch chân cột Độ võng của cột		a) $c \leq \pm 15\text{mm}$ b) $c \leq \pm 0,001H$ nhưng không quá 35mm $b \leq \pm 5\text{mm}$ $H/750$, nhưng không quá 15mm
Sai lệch khoảng cách giữa hai đường ray cầu trục		a) $a \pm 10\text{mm}$ [$a \pm 15\text{mm}$]
Chênh lệch độ cao giữa hai mặt ray cầu trục : a) tại gối tựa b) giữa nhịp		a) $b \leq 15\text{mm}$ [$b \leq 20\text{mm}$] b) 20mm [$b \leq 25\text{mm}$]
Độ dốc đường ray cầu trục khi : a) Khoảng cách cột là l b) Khi $l < 10\text{m}$		a) $a \leq \frac{l}{1000}$ [$a \leq \frac{l}{750}$] b) $a \leq 10\text{mm}$
Chênh lệch độ cao lớn nhất trên toàn tuyến đường cầu trục		$\leq 50\text{mm}$ [$\leq 100\text{mm}$]

Tiếp phụ lục II

1	2	3
Sai lệch của tim đường ray cầu trục so với đường thẳng		$\leq 15\text{mm}$ trên đoạn có chiều dài 40m ($\leq 20\text{mm}$ trên đoạn có chiều dài trên 40m)
Độ lệch tim ray cầu trục với tim dầm cầu trục Độ chênh đầu ray cầu trục		$a \leq \pm 15\text{mm}$ [$a \leq \pm 20\text{mm}$] a) $a \leq 2\text{mm}$ [$a \leq 3\text{mm}$] b) $b \leq 2\text{mm}$ [$b \leq 3\text{mm}$]
Khe nối đường ray cầu trục (khi 0°C và chiều dài ray là 12,5m)		
Độ dốc cánh dưới của đường cầu trục treo		$\frac{a}{l} \leq \frac{1}{1500}$ $\frac{a}{l} \leq \frac{1}{1000}$
Chênh lệch độ cao cánh dưới của đường cầu trục treo : a) tại gối tựa b) giữa nhịp		a) $a \leq \pm 6\text{mm}$. [$a \leq \pm 10\text{mm}$] b) $a \leq \pm 10\text{mm}$ [$a \leq \pm 15\text{mm}$]

Chú thích :

- Những số liệu trong bảng trích trong QPXD 28-66 và CHƯII - III, 18 - 75.
- Những số liệu ghi trong ngoặc vuông [] được sử dụng khi công trình đang vận hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 - N.M. Onyfriev. Usilenie jelejbetonnuc Conxtruktzii promuslennuc zdanii i soorujenit. Stroizdat, Moskva, 1965.
- 2 - I.I. Mikleev, S.T. Jakharov. Usileni conxtruktzii promuslennuc zdanii. Budivel'nik, Kiev, 1969.
- 3 - M.D. Boiko. Tehnitseskaia expluataxia zdanii i soorujenii. Stroizdat, Leningrad, 1979.
- 4 - M.M. Sahnovskii, A.M. Titov. Uroki avarii stalnuc conxtruktzii. Budivel'nik, Kiev, 1969.
- 5 - M.R. Belskii, A.N. Lebedev. Usilenie stalnuc conxtruktzii. Budivel'nik, Kiev, 1981.
- 6 - V.N. Val, E.V. Gorohov. Usilenie stalnuc karkasov odnoetajnuc proizvodstvennuc zdanii pri ik recmxtрукtrii Stroizdat, Moskva, 1987.
- 7 - A.A. Vasilev. Metalitseskie conxtruktzii. Stroizdat, Moskva, 1979.
- 8 - P.A. Kononov. Osnovaniia i fundamenty reconxtruyemuc zdanii. Stroizdat, Moskva, 1988.
- 9 - A.G. Koreniuk. Zasita stroitel'nuc conxtruktzii ot agresivnuc sred. Budivel'nik, Kiev, 1979.
- 10 - N. Nedelcu. Materiale indigene folosite in protectia betonului impotriva coroziei. Editura tehnica, Bucuresti, 1968.
- 11 - I.M. Doronenkov. Zasita promuslennuc zdanii i soorujenii ot korrozii v khimitseskakh proijvodstvakh. Stroizdat, Moskva, 1968.
- 12 - Halina Badouska, W. Danilecki, M. Maczynski. Anticorrozionna zasita zdanii. Stroizdat, Moskva, 1978.
- 13 - I.I. Ojiganov, Iu.N. Jentsenko. Zaitnuie pokrutia stroitel'nuc conxtruktzii. Budivel'nik, Kiev, 1980.
- 14 - Spravotsnik proektirobika promuslennuc, jiluc u obtsestvennuc zdanii i soorujenii. Kamenuc i armokamennuc conxtruktzii. Stroizdat, Moskva, 1968.
- 15 - Pts. Nguyễn Văn Quang, Ks. Phùng Đức Long. Gia cường móng. NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1990.
- 16 - M. Tihii, I. Rakosnik. Raxtset jelejbetonnuc ramuc conxtruktzii v plastitseskoj stadii pereraxpredelenie Usilii. Stroizdat, Moskva, 1976.
- 17 - Các tiêu chuẩn thiết kế: TCVN 74 - 1991, TCXD 9-72, TCXD 42-70, TCVN 3993-85, TCVN 3994-85, QPXD 28-66 v.v...
- 18 - Các đề án thiết kế gia cố phục hồi các công trình thuộc nhà máy Supe phốt phát Lâm Thao, Phân đạm Hà Bắc, Hóa chất Việt Trì, Cao su Sao Vàng, Nhiệt điện Phả Lại...

MỤC LỤC

	Trang
Lời giới thiệu	3
Chương I. Công tác khảo sát và thiết kế sửa chữa, gia cố các công trình xây dựng	
I.1. Đánh giá tình chất, nguyên nhân và mức độ hư hỏng của công trình	7
I.2 Công tác khảo sát	9
I.3 Công tác thiết kế	16
Chương II. Gia cố kết cấu bê tông cốt thép	
II.1. Nguyên tắc chung	21
II.2. Gia cố kết cấu bê tông cốt thép bằng cách tăng tiết diện	22
II.3. Gia cố kết cấu bê tông cốt thép bằng cách đặt thêm gối tựa phụ	29
II.4. Gia cố kết cấu bê tông cốt thép bằng dây căng ứng lực trước	36
II.5. Gia cố kết cấu bê tông cốt thép bằng cách dùng kết cấu hỗ trợ hoặc thay thế	46
II.6. Gia cố cột bê tông cốt thép bằng thép hình	48
II.7. Gia cố khả năng chống cát, gia cố công xon và một số chi tiết sửa chữa về mặt cấu tạo	56
Chương III. Gia cố kết cấu gạch đá	
III.1. Tình trạng hư hỏng của kết cấu gạch đá và nguyên tắc gia cố	65
III.2. Gia cố tường gạch	68
III.3. Gia cố trụ gạch	71
III.4. Gia cố trụ gạch bằng kết cấu vành đai	72
III.5. Tính toán kết cấu gia cố	72
Chương IV. Gia cố kết cấu thép	
IV.1. Tình trạng hư hỏng của kết cấu thép và các phương pháp gia cố	83
IV.2. Giải pháp giảm tải và dùng kết cấu thay thế	85

IV.3. Giải pháp tăng cường tiết diện	86
IV.5. Gia cố kết cấu chịu uốn bằng dây căng ứng lực trước	95
IV.5. Gia cố cột bằng thanh chống ứng lực trước	102
IV.6. Gia cố kết cấu bằng cách thay đổi sơ đồ kết cấu	109
IV.7. Gia cố liên kết	113

Chương V. Chống ăn mòn cho kết cấu gia cố

V.1. Tác động của môi trường ăn mòn lên kết cấu xây dựng	117
V.2. Ăn mòn kết cấu thép và các giải pháp bảo vệ	119
V.3. Ăn mòn kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu gạch đá. Các giải pháp bảo vệ	125
V.4. Nền và sàn chống ăn mòn	136
Phụ lục	143
Tài liệu tham khảo	158