

## GIA CƯỜNG KẾT CẤU THÉP BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN

Phương pháp này khá phổ biến, thường áp dụng khi không thể giảm bớt tải trọng và khi phương pháp thay đổi sơ đồ cấu tạo công trình không có lợi về mặt kinh tế.

Tăng tiết diện tính toán các thanh trong kết cấu thép bằng cách đặt thêm các thanh phụ, chi tiết phụ để cùng chịu lực với các thanh chính.

Tiết diện chính (trước khi gia cường) và tiết diện phụ cùng kết hợp làm việc được là do các thanh chính và phụ được liên kết bằng hàn, bằng bu-lông thường hay bu-lông cường độ cao. Liên kết hàn dễ thực hiện hơn.

Nhiều khi phải gia cường các khâu mất liên kết các thanh bằng cách tăng thêm số lượng bu-lông, hoặc gia cường thêm các đường hàn có sẵn tại đó.

Khi thiết kế gia cường kết cấu thép cần tôn trọng những nguyên tắc chung sau :

- Các thanh phải đồng quy tại khâu mất dần, vậy cần phải đặt các thanh phụ sao cho trọng tâm của tiết diện mới (tiết diện gia cường) trùng vào trọng tâm của tiết diện trước khi gia cường.

- Nếu trọng tâm mới và cũ không trùng nhau thì phải kiểm tra các thanh chịu các mô-men phát sinh sau khi gia cường do lệch tâm tại các khâu mất.

- Phải bố trí các bu-lông và các bộ phận neo để gia cường ở những chỗ dễ thao tác vận ốc và kéo căng v.v...

- Phải bố trí các đường hàn liên kết các thanh gia cường vào các thanh chính hoặc vào mặt của kết cấu ở những chỗ dễ thi công, dễ kiểm tra.

- Khi gia cường dàn phải tránh tình trạng làm dàn bị võng thêm do biến dạng hàn, vậy trước tiên phải gia cường các thanh, các mắt của thanh cánh hạ, rồi mới đến thanh cánh thượng.

- Để đảm bảo an toàn cho thi công khi gia cường kết cấu cần phải dỡ bớt tải đến mức tối đa có thể cho kết cấu sao cho trong khi thi công ứng suất cực đại trong các thanh chưa được gia cường không vượt quá  $0,8R$  hay  $0,7\sigma_T$ .

( $R$  - cường độ tính toán)

( $\sigma_T$  - giới hạn chảy quy định)

## GIA CƯỜNG THANH KÉO NÉN ĐÚNG TÂM BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN

• Đối với các thanh chịu kéo đúng tâm cần chú ý mấy đặc điểm sau :

- các thanh gia cường phải chạy nối liền hai khâu mất thì mới đảm bảo việc chúng cùng chịu lực chung với thanh chính.

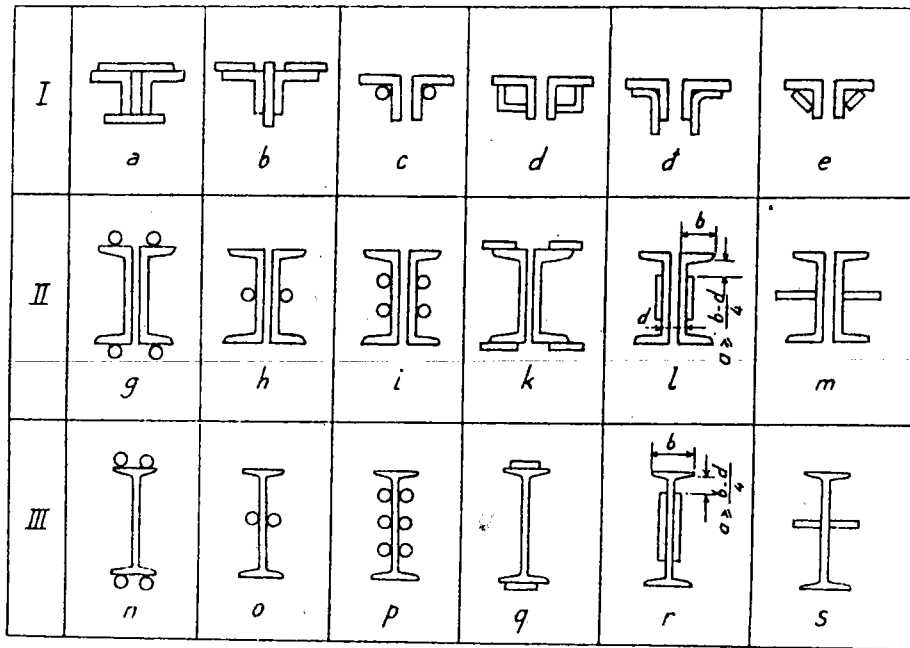
- giải pháp gia cường những thanh làm bằng hai thép góc (hình 123Ia) gặp trở ngại là thanh gia cường bị vướng bởi các mẫu nhỏ của thép bản liên kết; giải pháp (Ib) tạo ra độ lệch tâm lớn giữa trọng tâm cũ và mới của tiết diện, ngoài ra việc hàn một phía làm cho thanh bị cong vênh nhiều, việc liên kết các thanh gia cường vào các bản mắt trong giải

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

pháp (Ia) và (Ib) rất phức tạp.

- giải pháp (Ic, d, đ, e) đưa các thanh gia cường vào phía trong của thanh thép góc, có ưu điểm hơn, trong đó giải pháp kinh tế và dễ thi công nhất là giải pháp dùng thép tròn(c).

- trong các giải pháp tăng cường tiết diện cho các thanh chịu kéo đúng tâm làm bằng hai thép U (hình 123 II) và bằng thép I (hình 123 III), nếu không gặp khó khăn trong việc liên kết các thanh gia cường vào các bản mắt thì đặt các thanh gia cường ở cánh ngoài nếu gặp khó khăn thì gắn chúng vào thanh bụng của tiết diện.



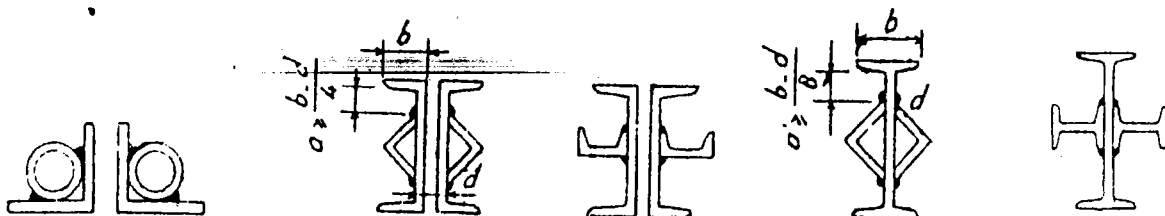
Hình 123 - Tăng cường tiết diện cho các thanh chịu kéo và chịu nén đúng tâm.

• Đối với các thanh chịu nén đúng tâm các giải pháp tăng cường tiết diện cũng đã nêu trong hình 123 nhưng trong đó có những giải pháp không kinh tế, vì chỉ tăng cường được tiết diện mà không tăng cường được độ cứng của thanh lên bao nhiêu.

Giải pháp (Ia), (Ib) áp dụng để gia cường các thanh chịu nén đúng tâm liên kết bằng đinh tán, ở đó không có những mẫu nhô của các đoạn thép bản liên kết; các thanh gia cường còn làm tăng thêm độ cứng của tiết diện.

Các giải pháp (Id), (Ie), (IIk), (IIm), (IIIs) có ưu điểm là vừa tăng được tiết diện, vừa tăng độ cứng. Do yêu cầu này người ta còn áp dụng thêm các giải pháp gia cường nêu trong hình 124 cho các thanh chịu nén đúng tâm.

Không cần thiết phải gắn các thanh gia cường vào các bản mắt của các thanh chính chịu nén đúng tâm.



Hình 124 - Các giải pháp bổ sung để tăng cường tiết diện cho các thanh chịu nén đúng tâm.

Điều tra cho thấy cột thép nhà công nghiệp như hình, vì khả năng chịu lực của cột thường không tận dụng hết, còn dư thừa khá nhiều, chỉ cần sửa chữa cục bộ những chỗ hư hỏng nhỏ mà thôi; khi nào tải trọng gia tăng nhiều hoặc khi kết cấu thép bị xâm thực lớn mới cần phải gia cường. Cột chống đỡ toàn bộ kết cấu bên trên, nên không thể đỡ hết tải khi gia cường được, vậy cần chọn biện pháp gia cường cột khi đang mang tải. Trong số các biện pháp gia cường bằng tăng tiết diện và các biện pháp thay đổi sơ đồ cấu tạo thì các biện pháp tăng tiết diện (hình 125) phổ biến hơn.

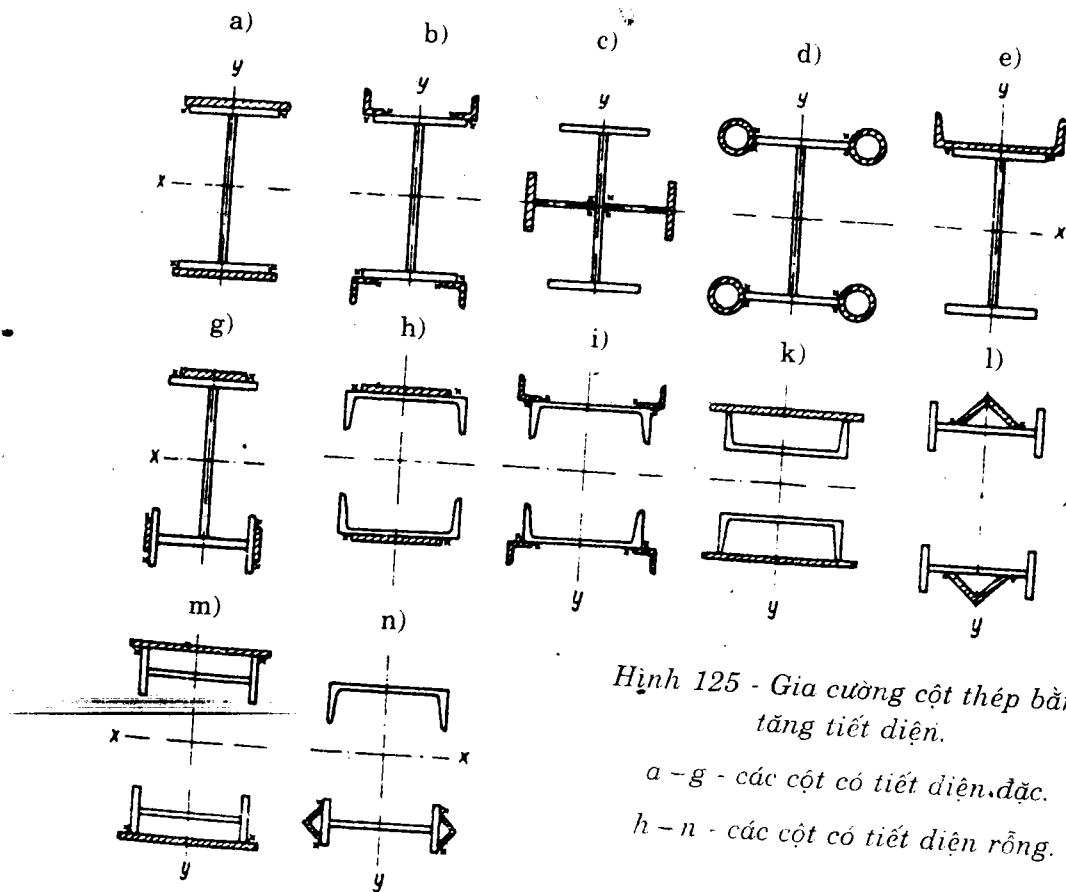
- Nếu cột chịu nén đúng tâm, cần đảm bảo trọng tâm tiết diện gia cường ít dịch chuyển khỏi đường tác dụng của lực nén.

- Nếu khả năng chịu lực của cột ấn định bởi độ ổn định theo trục x thì nên gia cường cột theo sơ đồ (a, h, k, m); khi này diện tích tiết diện cột tăng, mà kích thước cột thực tế không tăng; bán kính quán tính đối với trục X tăng và độ mảnh giảm. Có thể áp dụng các sơ đồ này để gia cường những cột bị cong vì độ cứng của các bộ phận gia cường khá nhỏ.

- Nếu khả năng chịu lực của cột ấn định bởi độ ổn định theo trục Y thì nên gia cường cột theo sơ đồ (b, c, d, i).

- Nếu cột chịu nén lệch tâm có mô-men lớn một dấu thì nên áp dụng sơ đồ gia cường bất đối xứng, với trọng tâm tiết diện gia cường dịch chuyển về hướng tác dụng của mô-men, như sơ đồ (e, g, n). Nếu mô-men khác dấu nhau, nhưng có trị gần bằng nhau, thì gia cường cột theo các sơ đồ đối xứng, giống như trường hợp cột chịu nén đúng tâm.

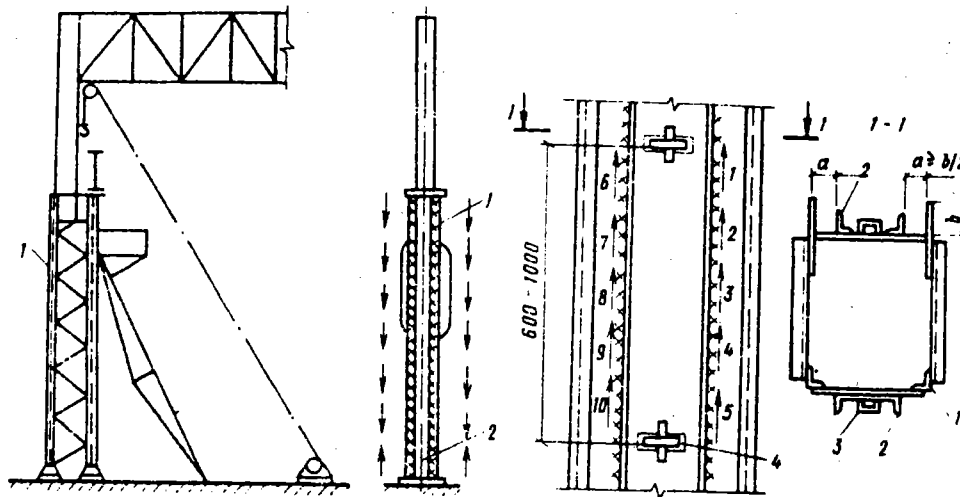
Cũng có trường hợp gia cường cột chịu nén đúng tâm và cột chịu nén lệch tâm nhỏ bằng cách đúc bê tông bao bọc cột thép; có nghĩa là bê tông gia cường và thép cột làm việc kết hợp; hay là cột thép sau khi gia cường trở thành cột bê tông cốt thép có cốt là thép hình cứng.



Hình 125 - Gia cường cột thép bằng tăng tiết diện.

a - g - các cột có tiết diện đặc.

h - n - các cột có tiết diện rỗng.



Hình 126 - Gia cường cột bằng các thanh không ứng suất trước.

1 - cột cần gia cường ; 2 - các thanh gia cường ; 3 - chi tiết định vị ; 4 - nêm.

Hình 126 trình bày cách thi công gia cường cột thép bằng các thanh không ứng suất trước. Trước tiên giảm tải trọng của cột để cho ứng suất tính toán trong các nhánh cột thép không vượt quá  $0,8R$ . Hàn các chi tiết định vị vào cột, cách nhau 60 - 100 cm để cố định tạm các thanh gia cường. Puli treo vào mắt dãn trên cao, sẽ kéo dựng các thanh gia cường và ốp vào các nhánh cột. Các thanh này được cố định tạm vào vị trí thiết kế bằng các kẹp hay bằng các nêm rồi mới cho tháo dây cẩu. Cố định vĩnh viễn các thanh gia cường bằng hàn các đầu mút trước tiên ; đường hàn tiếp sau tiến hành theo kiểu lùi từng đoạn trên suốt chiều dài thanh.

### GIA CƯỜNG CỘT BẰNG CÁC CÂY CHỐNG ỨNG SUẤT TRƯỚC

- Chống bằng ống chống ứng suất trước (hình 127a).

Ống chống u.s.t. gồm hai ống lồng vào nhau ; tiết diện ống chọn theo mức độ dỡ tải cần thiết. Ống trong có thể trượt dễ dàng bên trong ống ngoài mà không có khe hở lớn. Đầu dưới của cả hai ống hàn vào một bản đế chung. Tạo ứng suất trước cho ống bằng phương pháp nhiệt, tức nung nóng ống ngoài cho nó giãn dài ra một đoạn nhất định thì hàn đầu còn lại của hai ống với nhau ; đợi mỗi hàn này nguội hẳn, mới thôi nung nóng ống ngoài. Kết quả là được một cột chống gồm hai ống u.s.t., trong đó ống trong chịu nén, ống ngoài chịu kéo. Ghép ống chống này vào gần cột thép cần gia cường, đính ống chống lên dầm, chân ống nêm chắc xuống sàn ; liên kết ống chống vào cột thép ; sau đó mới cắt rời ống ngoài (đã cắt rời sẵn rồi lại hàn liền bằng các đoạn gân) thành hai đoạn. Ống trong bị nén trước nay được giãn tự do để nhận phần lớn tải trọng do cột truyền sang. Sau đó hàn liền hai ống ngoài với nhau. Kiểm tra độ giảm tải của cột theo độ biến dạng của ống. Khi cột chịu tải trọng gia tăng sau gia cường thì ống ngoài cũng tham gia chịu lực với ống trong.

Ưu điểm của phương pháp này là công lao động tại công trình rất ít.

- Chống bằng các thanh ốp ứng suất trước (hình 127 b).

Các thanh chống làm bằng thép góc hay thép U. Các thanh này bẻ khum, được ốp vào cột thép cần gia cường. Tạo ứng suất trước tại chỗ cho các thanh chống , bằng cách ép thẳng các thanh khum đó bằng các bu lông thi công; sau đó liên kết các thanh chống vào

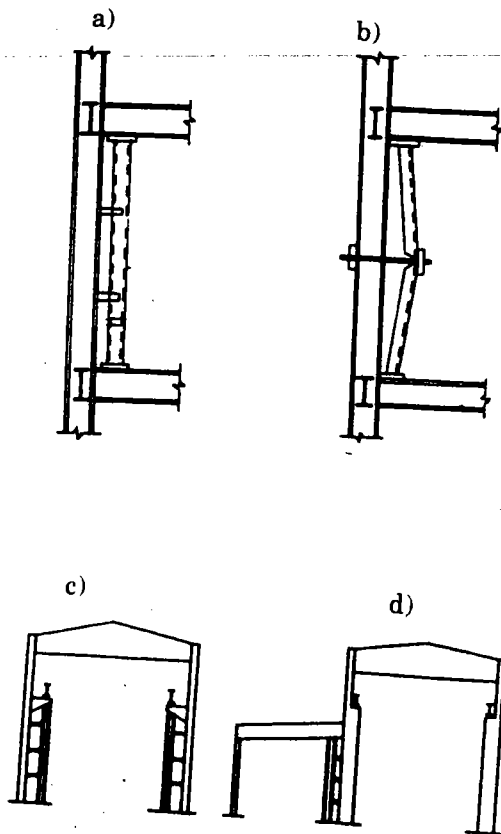
Vậy đây cũng là biện pháp gia cường cột thép bằng tăng tiết diện; nhưng có mấy đặc điểm:

- không cần đỡ tải cho cột khi gia cường.
- hầu như loại bỏ được công tác hàn.
- công lao động tại hiện trường không đáng kể.
- có thể giảm tải cho cột thép ở một mức độ nhất định.

Phương pháp chống u.s.t. có thể loại trừ các biến dạng và ứng suất có trước trong kết cấu được gia cường, đảm bảo an toàn trong khi hàn thanh gia cường vào thanh cơ bản. Với phương pháp này người ta có thể giải phóng cả chiếc cột có khuyết tật ra khỏi công việc.

Khi gia cường cột thép nhà công nghiệp có một nhánh cột đỡ dầm cầu trục (hình 127 c, d), phải tạo ứng suất trước đồng bộ ở cả hai nhánh cột. Nội lực trong thanh chống ứng suất trước ở mỗi nhánh cột tỷ lệ với lực dọc lúc gia cường. Hai đầu thanh chống gia cường cố định vào bản đế và vào kết cấu ngang của cột.

Khi tải trọng cầu trục lên cột tăng nhiều, cần áp dụng cả hai biện pháp gia cường : trước tiên gia cường cột bằng tăng tiết diện, sau đó giảm tải ở cả hai nhánh cột bằng các thanh chống ứng suất trước tại phần cột dưới.

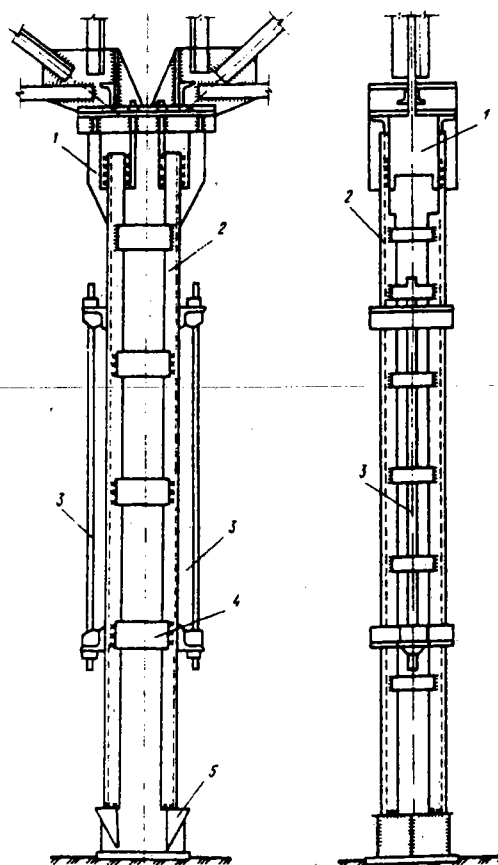


Hình 127 - Gia cường cột bằng :

- a) - ống chống u.s.t.
- b) - thanh chống u.s.t.
- c) - đặt thêm cây chống dưới dầm cầu trục.
- d) - đặt thêm cây chống dưới dàn mái.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Một dạng gia cường cột kiểu này nữa trình bày trong hình 128. Một lồng bằng thép góc ôm bao lấy cột, đặt tựa lên móng. Tạo ứng suất trước cho các thanh thép góc gia cường đó bằng vận xiết ốc ở đầu các thanh căng đứng; kiểm tra ứng suất trước bằng một dụng cụ vận ốc mang lực kế. Khi đạt nội lực thiết kế thì hàn phần đầu lồng thép vào cột. Nối lỏng ốc các thanh căng đứng để lồng thép tham gia chịu lực. Lực căng trong các thanh thép gia cường là lực giảm tải cho cột.



Hình 128 - Gia cường cột bằng lồng thép u.s.t.

1 - cột; 2 - thép góc gia cường; 3 - thanh căng đứng; 4 - bản liên kết; 5 - gối tựa.

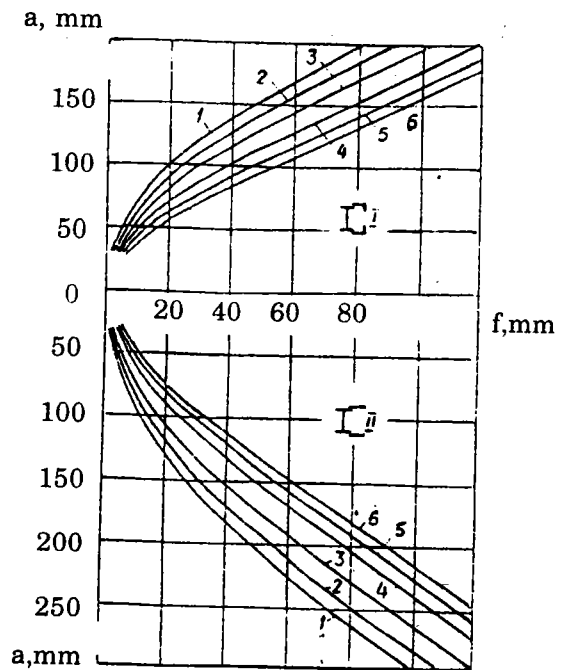
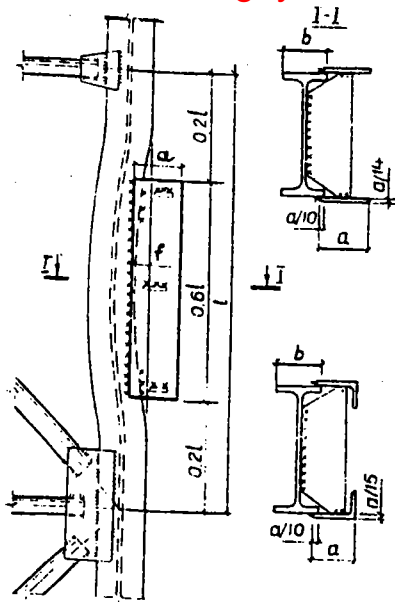
### GIA CƯỜNG ĐOẠN CỘT BỊ CONG

Phục hồi vị trí thiết kế của trọng tâm tiết diện thanh nhánh cột bị cong, bằng cách hàn bổ sung những tấm bản hoặc những đoạn thép góc vào chỗ cong bị lõm (Hình 129).

Chiều rộng (a) của các đoạn bổ sung này được xác định bằng đồ thị (Hình 130), theo độ lõm (f) và theo chiều rộng (b) của nhánh cột thép I được gia cường.

Các kích thước khác xác định theo hình 129.

Khi hàn các sườn gia cố ngang, cần cắt bớt các góc nhô của chúng.



Hình 129

Gia cường bằng cách điều chỉnh lại trọng tâm của thanh cốt

Hình 130

Đồ thị xác định chiều rộng (a) chi tiết gia cường.

I. thép góc; II. thép bản

1.  $b = 200$ ; 2.  $b = 180$ ; 3.  $b = 160$ ;  
4.  $b = 140$ ; 5.  $b = 120$ ; 6.  $b = 80$ .

## GIA CƯỜNG DẦM THÉP BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN

Gia cường dầm thép bằng cách tăng tiết diện cần lưu ý những yêu cầu sau :

- trước khi gia cường phải dỡ tải tối đa, nghĩa là phải bỏ hết các hoạt tải, và nếu có thể thì bỏ một phần tĩnh tải.
- chỉ nên gia cường ở những nơi có mô-men uốn lớn nhất mà tính toán thấy cần thiết.
- các thanh gia cường phải đặt sao tăng được mô-men quán tính nhiều nhất, nghĩa là phải đặt các thanh này xa trục trung hòa nhất.
- khối lượng hàn phải nhỏ nhất và điều kiện thao tác hàn thuận tiện nhất.
- đối với các kết cấu chịu uốn này phải gia cường thanh cánh hạ trước, xong đến bụng dầm (nếu cần thiết), rồi mới đến cánh thượng, để khỏi tạo ra những độ võng lớn do hàn.

Một số giải pháp cấu tạo dầm gia cường trình bày trong hình 131.

Giải pháp (Ia) đơn giản nhất, nhưng số lượng đường hàn trần khá lớn.

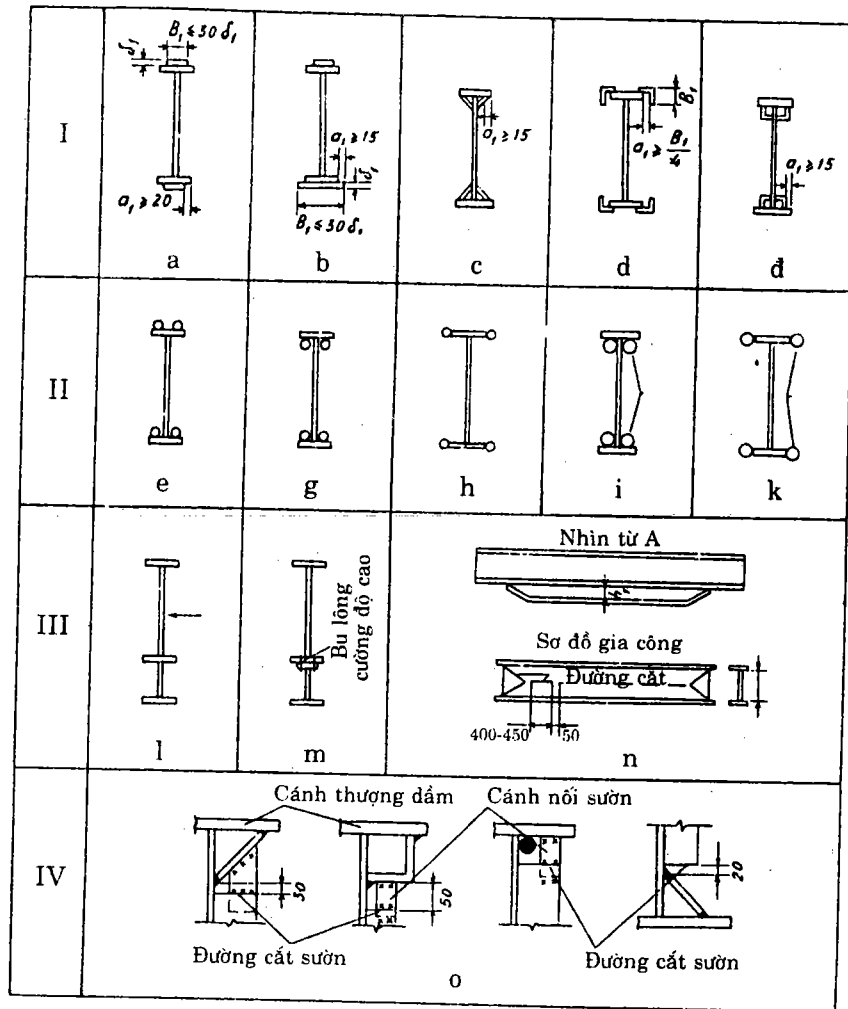
Giải pháp (Ib) khắc phục được nhược điểm trên, nhưng chiều rộng tấm gia cường dưới cánh hạ bị hạn chế, vì chiều rộng này càng lớn thì sự tập trung ứng suất cục bộ ở vùng đường hàn cũng lớn.

Nếu không bố trí được các thanh gia cường ở phía ngoài các thanh cánh của dầm, thì

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

bố trí chúng ở phía trong (Ic, Id, IIg, IId). Nhưng khi này tốn thêm công cắt thủng các sườn cứng, và rồi lại hàn nối chúng lên thanh cánh thượng (IV). Đối với thanh cánh hạ không cần phải hàn nối lại khe thủng đã cắt ở sườn cứng, tại vùng có ứng suất kéo.

Gia cường dầm bằng thép tròn hay thép ống thì đơn giản (II).



Hình 131 - Các giải pháp gia cường dầm thép bằng cách tăng tiết diện.

### GIA CƯỜNG DẦM CẦU TRỤC BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN

Dầm cầu trục làm việc khác với các dầm sàn, dầm mái ở chỗ là :

- tải trọng động, dịch chuyển và lặp lại nhiều lần.
- ứng suất cục bộ (do tải trọng bánh xe) trong tấm bụng dầm rất lớn.
- có cả tải trọng đứng và tải trọng ngang.

Dầm cầu trục có chế độ làm việc nặng thì chỉ sau 3 - 4 năm sử dụng đã thấy xuất hiện các vết nứt ở phía trên tấm bụng và ở các chỗ liên kết. Gia cường và hàn đắp các vết nứt không mang lại hiệu quả mong muốn; chỉ một thời gian sau nứt lại xuất hiện; lý do là các đường hàn đứng và hàn trần khó lòng đảm bảo chất lượng. Vậy những dầm cầu trục làm việc nặng, có vết nứt thì phải tháo rời khỏi công trình, đưa xuống dưới để sửa chữa.

Dầm cầu trục có chế độ làm việc nhẹ thường ít hư hỏng, và dễ sửa chữa hơn, nên có

thể sửa chữa và gia cường tại chỗ được. Ứng suất do trọng lượng bản thân dầm cầu trục thép này khá nhỏ, nên khi gia cường có thể để nguyên tải. Nhưng muốn đảm bảo chất lượng thì nên tháo dỡ dầm để sửa chữa bên dưới, thời gian phải ngừng việc để sửa chữa dầm cũng rất ngắn.

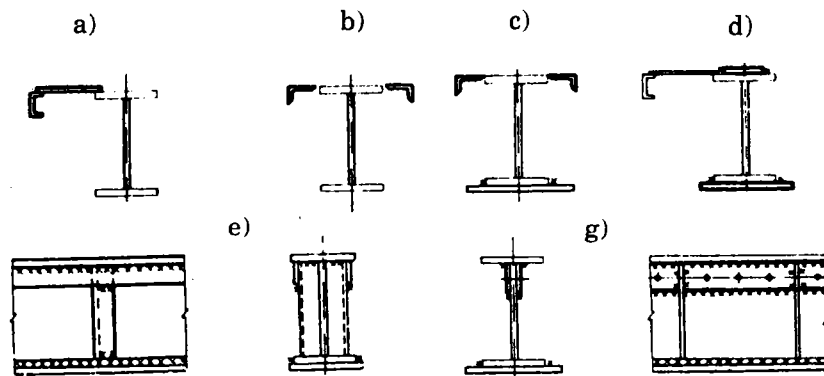
Khi gia cường dầm cầu trục thép để chịu tải gia tăng cần lưu ý đến khả năng chịu lực còn dư thừa của kết cấu, do đã thiết kế theo tiêu chuẩn, quy phạm cũ, và xác định các hệ số :

$$K_M = \frac{M_{\max}}{[M]} ; K_Q = \frac{Q_{\max}}{[Q]} ; K_F = \frac{F_{\max}}{[F]}$$

$M_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ ,  $F_{\max}$  - mô-men, lực cắt và áp lực bánh xe của cầu trục mới.

$[M]$ ,  $[Q]$ ,  $[F]$  - mô-men, lực cắt và áp lực bánh xe giới hạn, xác định theo khả năng chịu lực của dầm.

Gia cường dầm cầu trục để chịu tải trọng gia tăng, giống như gia cường dầm thông thường, bằng phương pháp tăng tiết diện, bằng phương pháp thay đổi sơ đồ cấu tạo, và kết hợp hai phương pháp đó, tùy theo mức độ cần tăng khả năng chịu lực, tùy điều kiện thi công cụ thể (vị trí, thiết bị, thời hạn ...). Các phương án gia cường dầm cầu trục bằng tăng tiết diện trình bày trong hình 132.



Hình 132 - Gia cường dầm cầu trục bằng tăng tiết diện.

a, d - dầm cầu trục có kết cấu hãm.

b, c - dầm cầu trục không có kết cấu hãm.

e, g - dầm cầu trục được gia cường bằng thanh lam.

Dầm cầu trục không có kết cấu hãm, và chịu tải trọng gia tăng không lớn lắm (độ 5-10%) thì chỉ cần giảm ứng suất trong thanh cánh thượng bằng áp dụng sơ đồ (a) và (b).

Khi tải trọng gia tăng lớn thì cần gia cường cả thanh cánh hạ theo như sơ đồ (c). Thực hiện sơ đồ này dễ dàng vì không phải tháo dỡ đường ray và không ngừng công việc; các đường hàn gia cường đều là đường hàn dưới nên chất lượng đảm bảo.

Dầm cầu trục có kết cấu hãm được gia cường theo các sơ đồ (d, e, g). Sơ đồ (d) tốt ở chỗ thực hiện các đường hàn dễ dàng, nhưng lại có một vài khuyết điểm : phải tháo dỡ đường ray, phải đảm bảo cao trình không đổi của đế ray; phải gia cường cánh thượng suốt chiều dài, làm tốn nhiều thép; và còn một khuyết điểm khó tránh là các đường hàn liên kết tại cánh thượng là loại đường hàn nhiều tấm sát nhau, theo kinh nghiệm thì tại đó dễ

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

suất hiện vết nứt dù dầm làm việc với chế độ trung bình.

Dầm cầu trục được gia cường bằng các thanh lam đứng, hàn vào hai mép thanh cánh (e) có những ưu điểm sau : khả năng chịu lực tổng thể và độ cứng chống xoắn của dầm đều được nâng cao; ứng suất do uốn sẽ giảm trong bụng dầm khi tải đặt lệch tâm.

Nếu muốn tăng độ cứng chống xoắn hơn nữa cho dầm đã gia cường bằng các thanh lam thì đặt thêm các sườn cứng đứng bằng thép góc và hàn chúng vào các thanh lam. Khuyết điểm của biện pháp này là khó đảm bảo chất lượng hàn các thanh lam vào thanh cánh và khó vận xiết bu lông cố định thanh ray.

Dầm cầu trục được gia cường theo sơ đồ (g) có ưu điểm là cường độ và độ ổn định cục bộ của tấm bụng sẽ tăng. Để ngăn ngừa thanh lam bị cong võng khi hàn, và để chúng làm việc kết hợp với tấm bụng thì nên xiết chặt chúng vào tấm bụng bằng các bu-lông cường độ cao 16 - 18 mm, cách nhau khoảng 12d hay 18b (d - đường kính lỗ bulông; b - chiều dày thanh lam). cần ghép sát mép thanh lam vào thanh cánh thượng và vát mép thanh lam để dễ đặt đường hàn. Nếu cần tăng cường độ chịu cắt cho tấm bụng dầm; thì vẫn áp dụng các giải pháp gia cường tấm bụng như trong các dầm thông thường.

### GIA CƯỜNG BỤNG DẦM

Các tấm bụng dầm cần phải gia cường khi :

- cường độ của chúng không chịu được lực cắt.
- độ ổn định cục bộ của chúng không được đảm bảo.

Các biện pháp gia cường bụng dầm (hình 133):

Táp thêm các bản thép vào hai mặt tấm bụng (a).

Biện pháp này không có mấy hiệu quả mà tốn nhiều sắt thép, có nhiều đường hàn dài, và việc thi công phức tạp khi tấm bụng đã có sẵn các sườn cứng.

Biện pháp gia cường bây giờ là đặt thêm các sườn cứng đứng (2), sườn cứng dọc (3) và sườn cứng chéo (5).

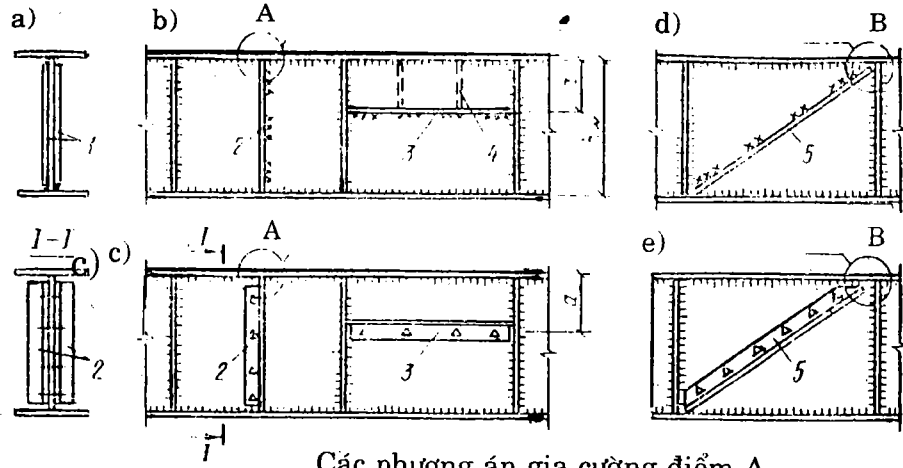
Thanh sườn cứng đứng sẽ truyền vào bụng dầm những lực tập trung (điểm gối các dầm phụ lên dầm chính, điểm kê cột chống đứng, điểm tỳ cột chống xiên, điểm đặt các đoạn chống đứng của dầm căng võng). Thanh sườn đứng đảm bảo độ ổn định cục bộ cho các ô bụng nằm trong vùng có lực cắt lớn.

Thanh sườn dọc đặt cách thanh cánh  $(0,2 \div 0,3)h$ , đảm bảo độ ổn định cục bộ cho tấm bụng dầm, trong vùng tác dụng của ứng suất pháp nén.

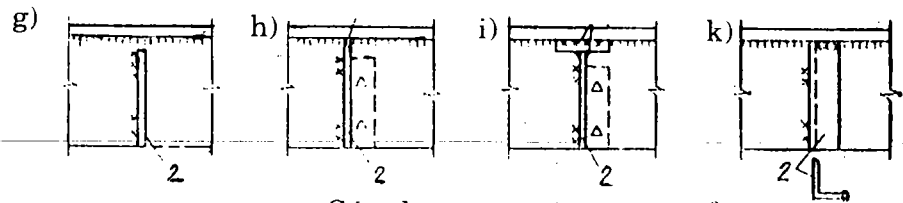
Sườn dọc và sườn đứng không làm giảm được ứng suất tiếp ở bụng dầm, nghĩa là không giúp tăng khả năng chịu cắt của dầm ; vậy người ta đặt các sườn cứng chéo để tăng cường độ cứng và khả năng chịu cắt của dầm.

Sườn cứng chéo không hàn vào các thanh cánh dầm là chỉ để tăng độ ổn định của bụng dầm.

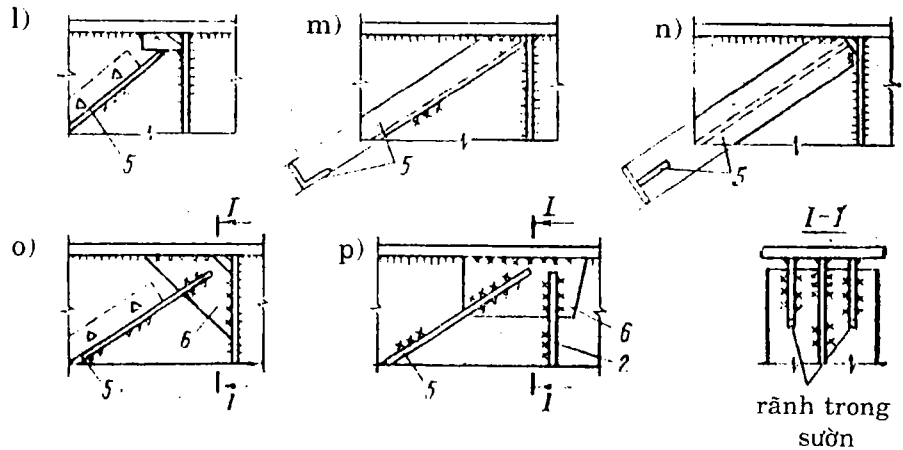
Sườn cứng chéo hàn vào các thanh cánh dầm, làm việc kết hợp với các sườn cứng đứng có sẵn, tạo nên một dàn thép với các thanh xiên, có khả năng làm giảm ứng suất tiếp ở bụng dầm ; các thanh xiên này chịu cả lực nén lẫn lực kéo.



Các phương án gia cường điểm A



Các phương án gia cường điểm B



rãnh trong sườn

Hình 133 - Gia cường tấm bụng dầm thép I

1 - thanh táp gia cường; 2-5 - sườn cứng gia cường, dạng đứng, dạng dọc, dạng ngắn, dạng chéo. 6 - bản mặt gia cường.

Các sườn gia cường này được gắn vào bụng dầm bằng bulông cường độ cao hay bằng các đường hàn đứt đoạn hoặc đường hàn liên tục. Liên kết hàn thì tiện thi công hơn, nhưng không được làm yếu tiết diện dầm trong khi hàn, nghĩa là khi dầm đang mang tải thì không được phép thi công đường hàn liên kết nào cắt ngang tiết diện thanh cánh.

Vậy nếu bổ sung các sườn đứng chỉ để đảm bảo độ ổn định cục bộ ở bụng dầm thôi thì không cần hàn chúng vào các thanh cánh dầm (g).

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Ở những chỗ dầm chịu tải trọng tập trung lớn thì cần liên kết các sườn đứng bằng đoạn đường hàn dọc vào thanh cánh (k), hoặc gò sát (h), hoặc gò và hàn (i).

Hàn các sườn chéo vào các thanh cánh dầm phải đảm bảo truyền được các lực dọc các sườn sang các cánh.

Thiết kế các thanh sườn đứng và sườn dọc theo cặp hai phía hay chỉ một phía bu dầm, nhưng các thanh sườn chéo thì nên làm thành cặp hai phía.

### GIA CƯỜNG DÀN THÉP BẰNG TĂNG TIẾT DIỆN CÁC THANH.

Các trường hợp phải gia cường dàn mái :

- mái chịu tải trọng gia tăng như treo lên dàn mái các thiết bị công nghệ mới (đường ống thông gió, cầu trục nhe ...).

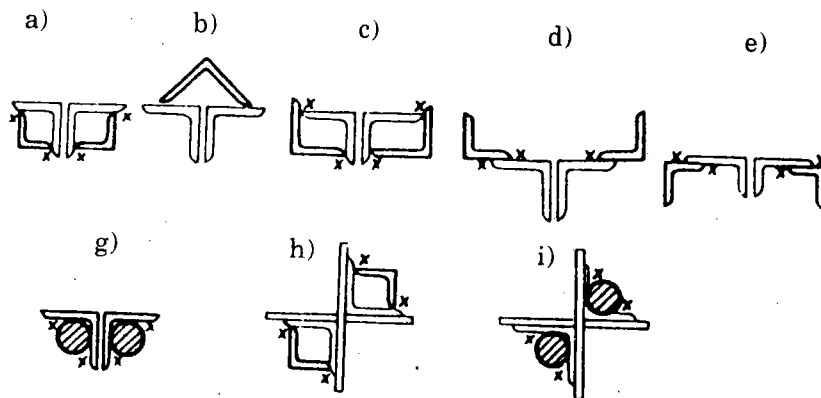
- mái có khuyết tật hay bị xâm thực (gỉ sét).

Phương pháp gia cường các thanh trong dàn thép là tăng tiết diện cá biệt từng thanh khi thanh đó chịu quá tải hoặc có khuyết tật ; hay là kết hợp phương pháp thay đổi sơ cấu tạo và phương pháp tăng tiết diện thanh.

Quá trình gia cường thực hiện sau khi đã dỡ tải kết cấu hoặc khi kết cấu đang mang tải.

Liên kết thanh gia cường vào thanh cơ bản và vào bản mắt bằng hàn hoặc bản bulông cường độ cao.

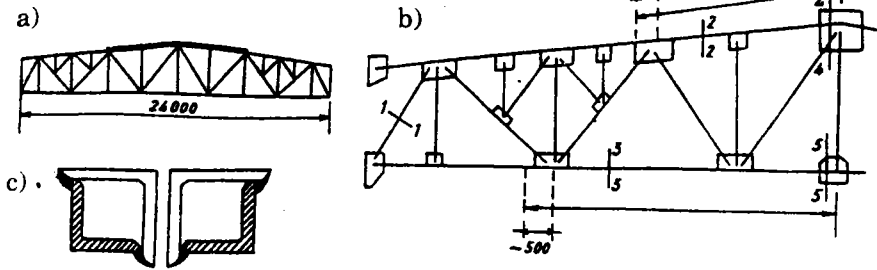
Hình 134 trình bày một số kiểu dáng tăng tiết diện các thanh trong dàn thép. Gia cường các thanh chịu nén nên áp dụng các kiểu (a), (c), (d), (h). Kiểu gia cường (b) cũng tốt vì có hai đường hàn dưới dễ thi công, nhưng ở đây trọng tâm tiết diện chuyển vị xa, vì nếu thanh thép góc gia cường úp trên phải đi suốt tới bản mắt dàn thì phải xẻ khe cho nó



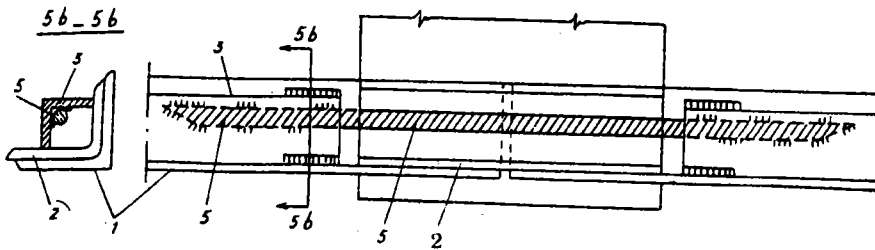
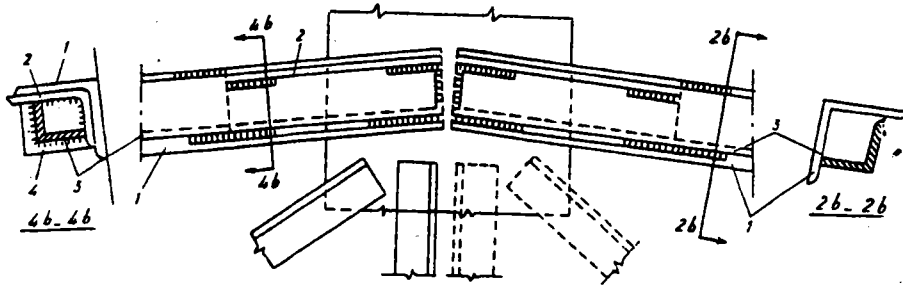
Hình 134 - Gia cường các thanh của dàn bằng thép góc và thép tròn.

Sau đây là trường hợp gia cường một dàn mái nhà công nghiệp đang chịu tải bằng cách tăng tiết diện các thanh, dùng thép góc hàn theo kiểu hộp (hình 135).

Các cách nối liên các thanh thép góc gia cường ở các mắt nối chính giữa tại thanh cánh thượng và cánh hạ của dàn trình bày trong hình 135. Tại thanh cánh thượng các thép góc gia cường được nối liền nhau bằng một tấm bản thẳng đứng. Ở thanh cánh hạ các thép góc gia cường được nối liền nhau bằng thanh thép tròn.



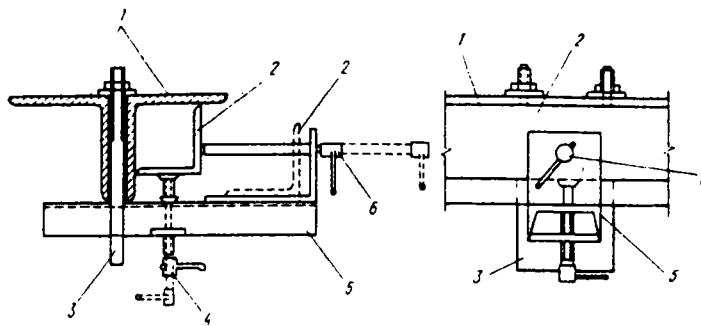
a) và b) - Dàn thép và các vị trí cần gia cường  
c) - Tiết diện được gia cường ở các mặt cắt 1-1, 2-2, 3-3



Hình 135 - Gia cường dàn và các mặt nối chính giữa dàn.

1 - Thép góc thanh cánh dàn ; 2 - Thép góc táp nối ; 3 - Thép góc gia cường ; 4 - Bản đứng liên kết hai thép góc gia cường ; 5 - Thanh thép tròn liên kết hai thép góc gia cường.

• Muốn thi công dễ dàng nên làm giá treo để đỡ các thanh thép góc gia cường ; giá này treo vào các thanh cánh của dàn ở khe giữa hai thép góc và cố định bằng bu-lông (hình 136).



Hình 136 - Giá gá lắp để gia cường dàn vì kèo.

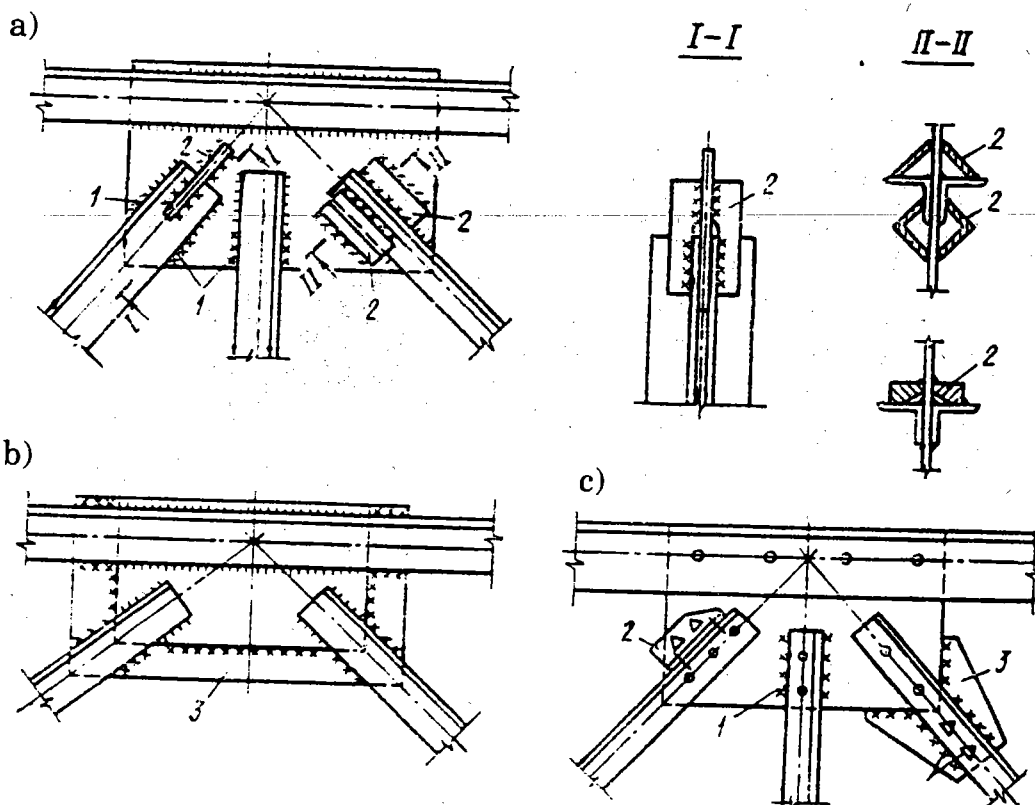
1 - thép góc cánh thượng ; 2 - thép góc gia cường ; 3 - bản mắt ; 4 - vít nén đứng ; 5 - giá treo ; 6 - vít nén ngang.

Hàn gia cường thanh cánh thượng xong mới hàn đến thanh cánh hạ thì độ võng của dàn sẽ tăng. Nhưng nếu hàn gia cường thanh cánh hạ trước rồi mới hàn thanh cánh thượng thì dàn không bị võng mà có khi dàn còn võng cao lên nữa. Hướng đường hàn phải từ giữa ra hai gối tựa.

### GIA CƯỜNG TẠI BẢN MẮT DÀN

Các biện pháp gia cường tại bản mắt dàn như sau (hình 137):

- tăng chiều dài đường hàn cũ, không cần thêm chi tiết mới.
- tăng chiều dày đường hàn cũ bằng hàn đắp.
- dùng thêm chi tiết mới tại mắt hàn.
- tăng chiều dài đường hàn bằng phát triển rộng bản mắt.



Hình 137 - Gia cường tại bản mắt

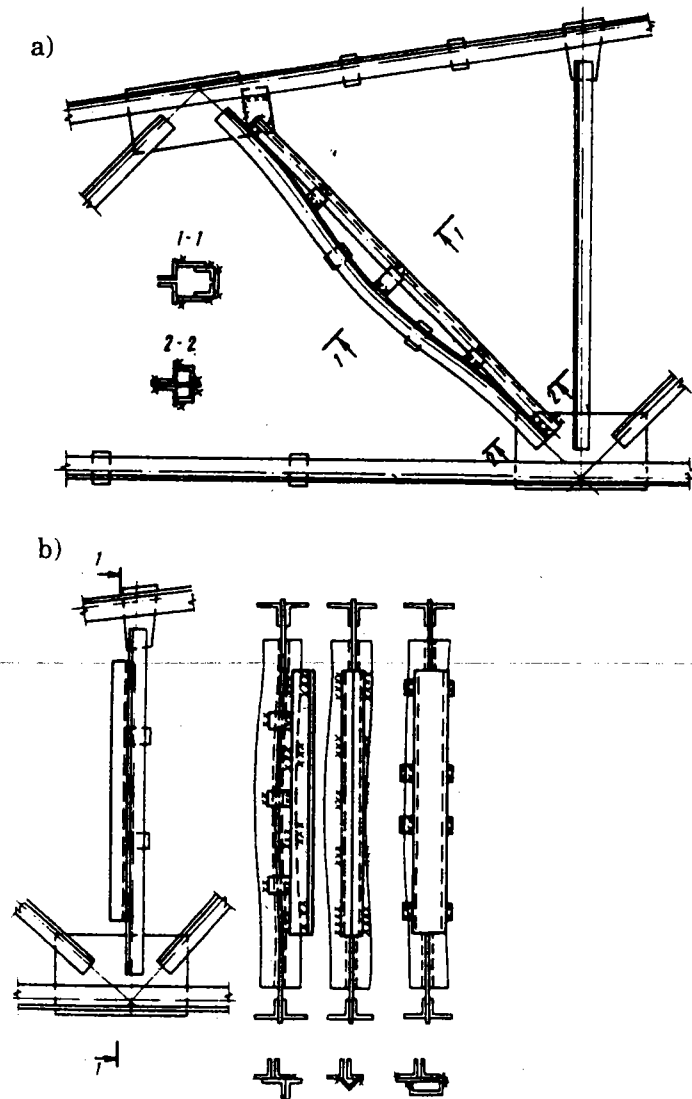
- a) và b) - dàn thép hàn ;
- c) dàn thép đinh tán.

1 - đường hàn bổ sung ; 2 - chi tiết bổ sung ; 3 - bản mắt bổ sung

### GIA CƯỜNG CÁC THANH CONG VÀNH Ở DÀN

- Gia cường các thanh cong vành trong mặt phẳng dàn, trình bày ở hình 138a, nhằm làm giảm độ lệch tâm của lực dọc trong thanh. Tính toán thanh được gia cường này như là tính thanh chịu nén hoặc chịu kéo đúng tâm.

- Gia cường các thanh cong vành khỏi mặt phẳng dàn, như trong hình 138b, cũng nhằm làm giảm độ lệch tâm.



Hình 138 - Gia cường các thanh cong vênh ở dòn.

a) - cong vênh trong mặt phẳng dòn.

b) - cong vênh ngoài mặt phẳng dòn.

### GIA CƯỜNG ĐƯỜNG HÀN TRONG KẾT CẤU ĐANG CHỊU TẢI

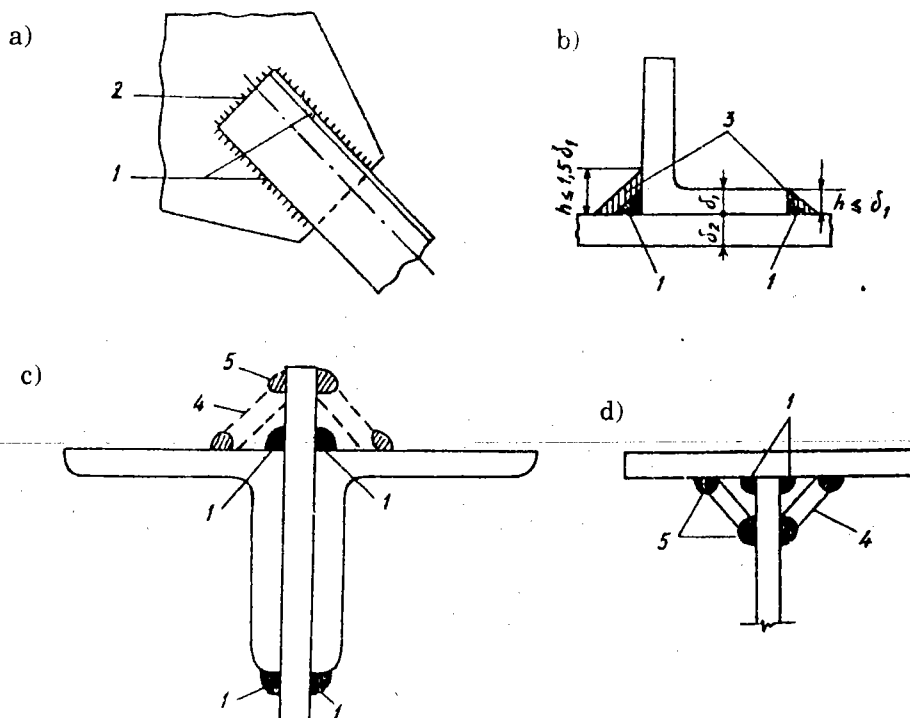
Có những trường hợp phải gia cường các đường hàn liên kết các thanh trong kết cấu thép hàn vì những lý do sau : chất lượng các đường hàn cũ kém phẩm chất ; kích thước đường hàn cũ thiếu so với thiết kế, tải trọng tác dụng lên kết cấu tăng... Nhưng sai sót về kích thước và chất lượng đường hàn thường hay phát hiện ra khi bàn giao công trình cho sản xuất. Gia cường các đường hàn trong trường hợp này gặp nhiều khó khăn và có khi phải dỡ bớt tải trọng đi để thi công.

Không nên gia cường những đường hàn nối mép vì chiều cao tính toán của chúng bằng chiều dày của tấm thép hàn nối, và nếu có hàn đắp dày thêm đường hàn lên cao hơn bề mặt của tấm thép thì cũng không làm tăng thêm chiều cao tính toán của đường hàn, mà còn tạo nên sự tập trung ứng suất cục bộ (do thay đổi tiết diện), làm yếu mối nối hàn đi,

chứ không gia cường thêm nó lên.

Gia cường các đường hàn góc thường có mấy biện pháp sau (hình 139):

- hàn kéo dài thêm đường hàn cũ.
- hàn đắp dày thêm đường hàn cũ.
- hàn thêm tấm thép xiên phủ trên đường hàn cũ.



Hình 139 - Gia cường các đường hàn góc.

a- Tăng chiều dài đường hàn tại đầu mút thanh

b- Hàn đắp dày thêm các đường hàn góc

c và d- Hàn thêm tấm thép phủ lên đường hàn cũ

- 1 - Đường hàn cũ ; 2 - Đường hàn thêm ở đầu mút thanh ; 3 - Lớp hàn đắp ;
- 4 - Tấm thép xiên phủ lên đường hàn cũ ; 5 - Đường hàn mới.

a - Hàn kéo dài thêm đường hàn cũ tại các khâu mắt dãn là phương pháp gia cường đơn giản nhất, nhưng chỉ có thể thực hiện được bằng cách thêm các đường hàn ở đầu mút các thanh, nếu trước chưa có (hình 139a). Thường phải mở rộng bản mắt cho đủ chỗ để kéo dài thêm đường hàn theo yêu cầu thiết kế.

b - Hàn đắp dày thêm các đường hàn góc (hình 139b) có ý nghĩa thực tế hơn. Có ý kiến cho rằng biện pháp hàn đắp dày thêm đường hàn cũ khi kết cấu đang chịu tải là nguy hiểm, vì tia lửa hàn có thể làm chảy thép ở một đoạn, tạo nên sự suy yếu nhất thời trong đường hàn. Nhưng thí nghiệm đã chứng tỏ rằng biện pháp hàn đắp những lớp mới lên đường hàn cũ trong các kết cấu đang chịu tải là hoàn toàn thực hiện được.

Độ suy yếu lớn nhất của đường hàn thường xảy ra vào lúc bắt đầu hàn gia cường, khi mà tia lửa hàn ở cách đầu đường hàn 15-20 mm. Tia lửa hàn càng tiếp tục chuyển dịch sâu vào trong thì các lớp thép mới đắp thêm của đường hàn bắt đầu làm việc, và cường độ của đường hàn bắt đầu tăng lên.

Trong thời gian hàn đắp dầy vì bị nung quá nóng thép mới hàn chuyển sang trạng thái dẻo, những ứng suất cũ tại mối hàn đó mất đi hết, trong các đoạn đã được gia cường ứng suất sẽ tăng dần dần, khi đó thì đoạn hàn đắp nào làm trước sẽ phải chịu tải nhiều nhất.

Xuất phát từ các điều trên khi gia cường bằng cách hàn đắp những đường hàn cũ nên bắt đầu hàn đắp từ đoạn có ứng suất cũ nhỏ nhất. Ví dụ như gia cường những đường hàn dọc ở chỗ nối các thanh dàn thép tại các mắt dàn thì phải bắt đầu từ đầu mút thanh thép góc, chứ không phải từ mép bản mắt.

Bình thường thì độ giảm cường độ đường hàn trong lúc gia cường chiếm khoảng 10 - 20% cường độ ban đầu của mối hàn ; đường hàn càng dài thì độ giảm cường độ càng nhỏ.

Cần chú ý thêm những điểm sau đây :

- ứng suất trong các đường hàn do tải trọng tác dụng lúc gia cường không được lớn quá  $1500 \text{ kg/cm}^2$ .

- khi hàn đắp phải làm cho nhiệt lượng trong các chi tiết nhỏ nhất ; vậy nên dùng các que hàn đường kính nhỏ hơn 4 mm ; lớp đắp không nên dầy quá 2 mm ; nếu cần phải đắp dầy hơn thì tiến hành làm nhiều lần. Không nên hàn liền một lúc các thanh trong một khâu mắt, mà nên nghỉ một lúc cho nguội bớt.

- những chỗ hư hỏng trong đường hàn thì nên hàn đắp trước tiên.

- gia cường các khâu mắt ở thanh cánh thượng của dàn trước, rồi mới gia cường các khâu mắt ở thanh cánh hạ.

c - biện pháp hàn tấm thép xiên phủ trên đường hàn cũ trình bày trong hình 139 c và d. Khi này lực sẽ truyền qua cả đường hàn cũ và đường hàn mới. Phục hồi một số dầm cầu trục có những vết nứt do mối ở đường hàn liên kết cánh, người ta cũng áp dụng biện pháp gia cường này cho các đường hàn hư hỏng.

Hai biện pháp gia cường bằng hàn đắp dầy thêm đường hàn cũ và hàn thêm tấm thép xiên phủ lên đường hàn cũ áp dụng tùy theo đặc điểm cấu tạo chỗ nối. Nếu đường hàn góc khá dài thì áp dụng biện pháp đắp dầy. Nếu đường hàn ngắn thì áp dụng biện pháp hàn thêm tấm xiên phủ trên đường hàn cũ.

## TRÌNH TỰ KỸ THUẬT HÀN GIA CƯỜNG KẾT CẤU ĐANG CHỊU TẢI

Gia cường dầm và dàn bằng tăng tiết diện thì thực hiện hàn ở cánh hạ trước, ở cánh thượng sau.

Gia cường kết cấu dài thì hàn từ giữa ra các đầu, theo kiểu hàn lùi từng đoạn, nghĩa là trong đoạn thì hàn theo hướng ngược với hướng chung (hình 140a). Chiều dài đoạn 10-40cm tùy theo chiều dầy của thép, thép càng dầy thì đoạn càng ngắn.

Nếu hàn đắp nhiều lượt thì hướng chung của lượt sau ngược với hướng trước. Điểm cuối mỗi đoạn trong mỗi lượt không được trùng nhau.

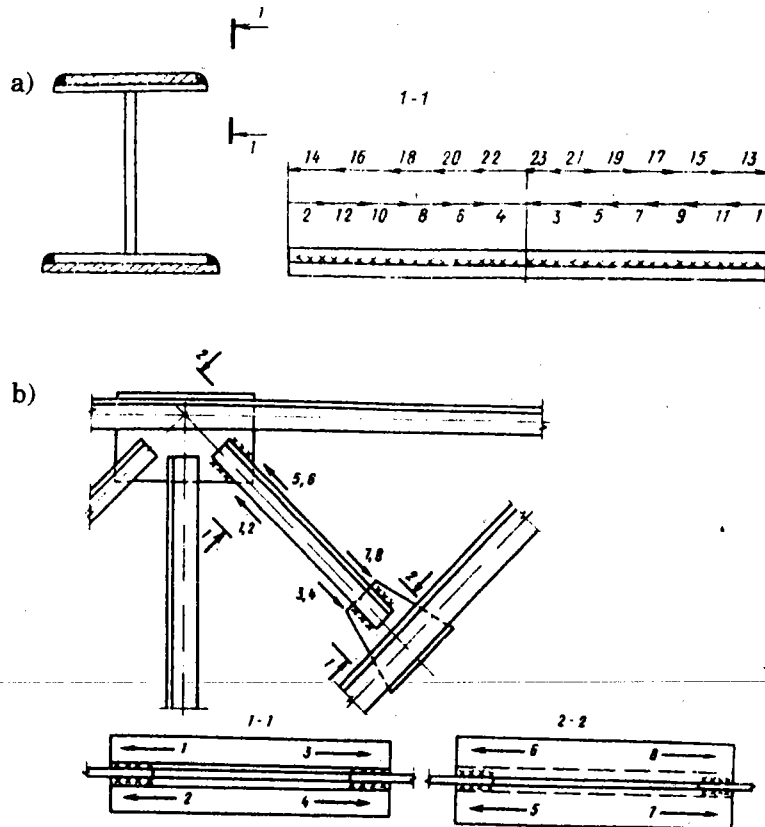
Hàn sườn cứng đồng thời ở cả hai phía của dầm bởi hai thợ hàn. Trước tiên hàn sườn đứng vào sườn dọc, sau mới hàn chúng vào tấm bụng dầm.

Hàn các thanh thép góc bổ sung vào các bản mắt theo đường hàn cạnh và đường hàn lưng (hình 140b) theo trình tự sau :

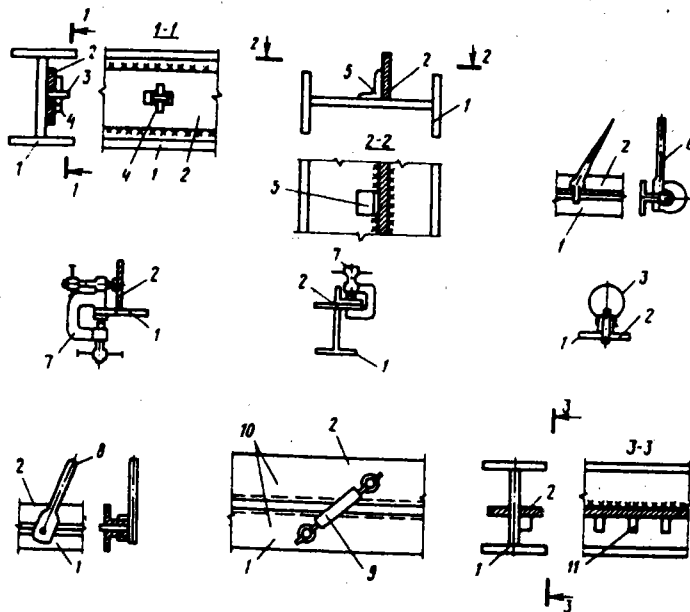
Trước tiên thực hiện đường hàn cạnh thép góc thứ nhất từ mép bản mắt ra đầu mút thanh thép góc.

Sau đó thực hiện đường hàn cạnh thép góc thứ hai ở mặt bên kia bản mắt, cũng theo cách trên.

Cuối cùng mới thực hiện đường hàn lưng của hai thanh thép góc gia cường theo cách thức trên.



Hình 140 a) Trình tự (1-23) các đường hàn gia cường kết cấu dài.  
b) Trình tự (1-8) các đường hàn liên kết thanh thép góc bổ sung.



Hình 141 - Dụng cụ gá lắp, định vị các phần tử gia cường.

1- kết cấu cân gia cường; 2- phần tử gia cường; 3- kẹp cong cứng; 4- nêm; 5- mẫu định vị, định hướng; 6- kẹp có cán; 7- kẹp vít; 8- Vam ép sát; 9- tăng-đỡ; 10- vạch dấu; 11- gối đỡ.

Các phần tử gia cường được tháo dỡ khỏi dây treo buộc, cần được cố định tạm bằng bulông, kẹp, nêm, tăng-dờ (hình 141).

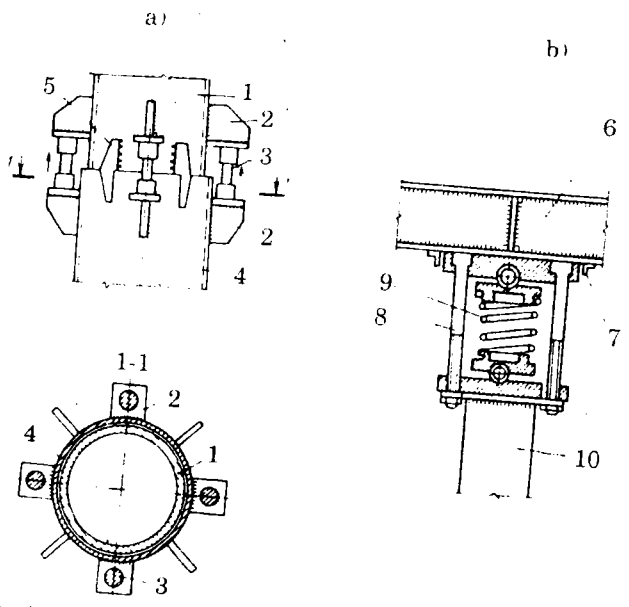
## ĐỠ TẢI, TRUYỀN TẢI VÀ ĐIỀU CHỈNH ỨNG SUẤT

- loại trừ độ võng do tải trọng bản thân kết cấu và do tĩnh tải.
- sử dụng vật liệu gia cường một cách tốt hơn.

Đỡ tải để giảm biến dạng đàn hồi, đưa kết cấu về trạng thái "nghỉ".  
 Đỡ tải và truyền tải sang các thanh gia cường là dùng cây trụ chống hay dàn dáo chắc chắn kê bên dưới kết cấu chịu uốn (dàn thép chẳng hạn), rồi dùng kích nâng các mắt dàn đó lên một độ cao bằng độ võng của các mắt dàn đó khi dàn đang chịu tĩnh tải; sau đó kê dàn lên các gối nêm. Vậy lực đỡ tải phải tạo được trong thanh cần gia cường hay thanh cần thay thế một nội lực bằng về trị số nhưng khác dấu so với nội lực thiết kế do tĩnh gây ra. Nếu tải trọng nhỏ thì nâng dàn bằng kích vít, nếu tải trọng lớn thì dùng kích dầu có lực kế.

Một vài thiết bị tạo lực chống đỡ tải nêu trong hình 142...  
**Trụ ống lồng (a):** các kích đặt giữa các gối tựa hàn vào thành ống trong và ống ngoài, sẽ đẩy giãn ống trong lên cao; kiểm tra độ giãn cao của trụ ống lồng, rồi hàn các sườn dẫn hướng vào ống trụ trong.

**Hộp lực (b):** thiết bị là một lò xo được giữ ở trạng thái nén ép bởi bốn bulông giằng; được đặt vào khoảng hở giữa trụ chống và kết cấu cần gia cường. Khi đã cố định trụ thật vững chãi, vặn nới lỏng các ốc của bulông giằng để lò xo truyền lực chống tĩnh toán lên kết cấu cần gia cường. Sau khi đã liên kết các phần tử gia cường với kết cấu cũ, mới tháo dỡ thiết bị này bằng thao tác ngược lại.



Hình 142 - Các thiết bị đưa trụ chống đỡ tải vào làm việc.

- a - trụ ống lồng với các kích nâng, b - hộp lực.
- 1 - ống trong; 2 - gối tựa; 3 - kích; 4 - ống ngoài; 5 - sườn dẫn hướng; 6 - kết cấu cần gia cường;
- 7 - mẫu định vị; 8 - các bulông điều chỉnh lực; 9 - lò xo tạo lực nâng; 10 - trụ chống đỡ tải.

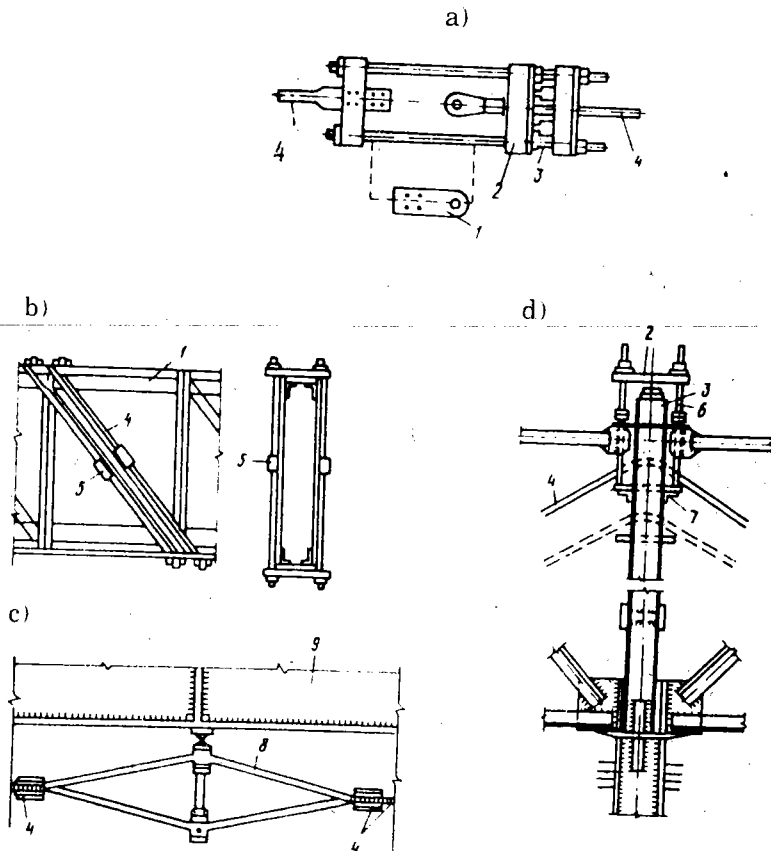
## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đỡ tải, truyền tải hay điều chỉnh ứng suất trong các thành phần kết cấu thép còn cần đến các loại thanh căng đỡ tải và các thiết bị kéo căng chúng. Các cách kéo căng thanh đỡ tải như sau (hình 143).

Kéo dọc thanh đỡ tải bằng kích (a) với các gối neo gắn tại phần cứng của kết cấu.

Kéo dọc thanh đỡ tải bằng tăng-đờ (b), hay bằng khung bình hành (c) khi không có chỗ đặt kích tại các mắt dàn. Khung bình hành giảm nhẹ lực kéo căng khá nhiều so với tăng-đờ.

Kéo thanh căng chéo bằng kích đặt đứng (d).



Hình 143 - Các thiết bị đưa thanh căng đỡ tải vào làm việc.

a - kéo dọc thanh bằng các kích (kéo một phía).

b - kéo dọc thanh bằng tăng-đờ.

c - kéo dọc thanh bằng khung bình hành.

d - kéo thanh căng chéo bằng kích đặt đứng.

1 - đoạn nối (lắp sau khi căng); 2 - xà ngang di động; 3 - cặp kích; 4 - thanh căng;

5 - tăng-đờ; 6 - thanh kéo ốc vít; 7 - gối tựa (hàn sau khi kéo xong);

8 - khung bình hành; 9 - kết cấu cân gia cường.

Kiểm tra ứng suất trong thanh căng theo lực kế của kích dầu.

Xác định lực căng  $S$  trong thanh dùng tăng-đờ, bằng các tăng-sơ-mét gắn trên thanh căng đó theo công thức:

trong đó:  $\varepsilon$  - độ giãn tương đối của chiều dài  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$

$\Delta l$  - độ tăng chiều dài lấy theo chỉ số của tăng-sơ-mét.

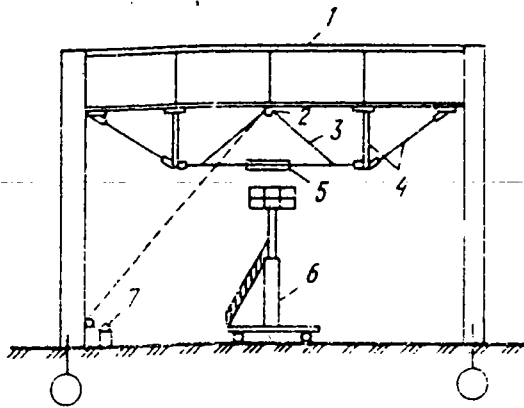
$l$  - chiều dài bản vị của tăng-sơ-mét.

$E$  - mô-đun đàn hồi của vật liệu thanh căng ngang.

$F$  - tiết diện thanh căng ngang.

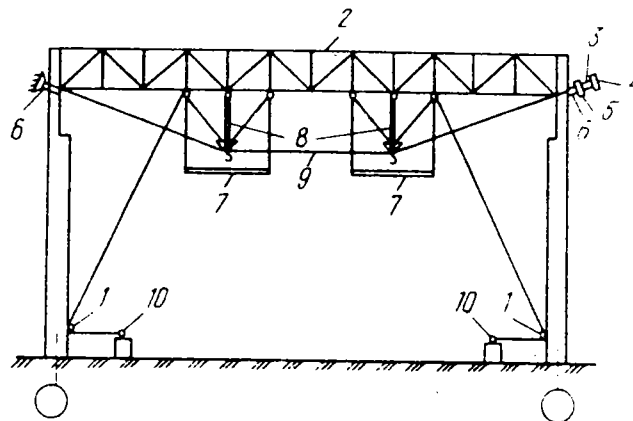
Để tránh những sai lầm do kéo không đồng đều khi xác định lực kéo trong thanh căng ngang người ta thường đặt hai tăng-sơ-mét ở hai phía đối diện nhau theo đường kính thanh.

### VÀI HÌNH ẢNH THI CÔNG GIA CƯỜNG DẦM DÀN THÉP



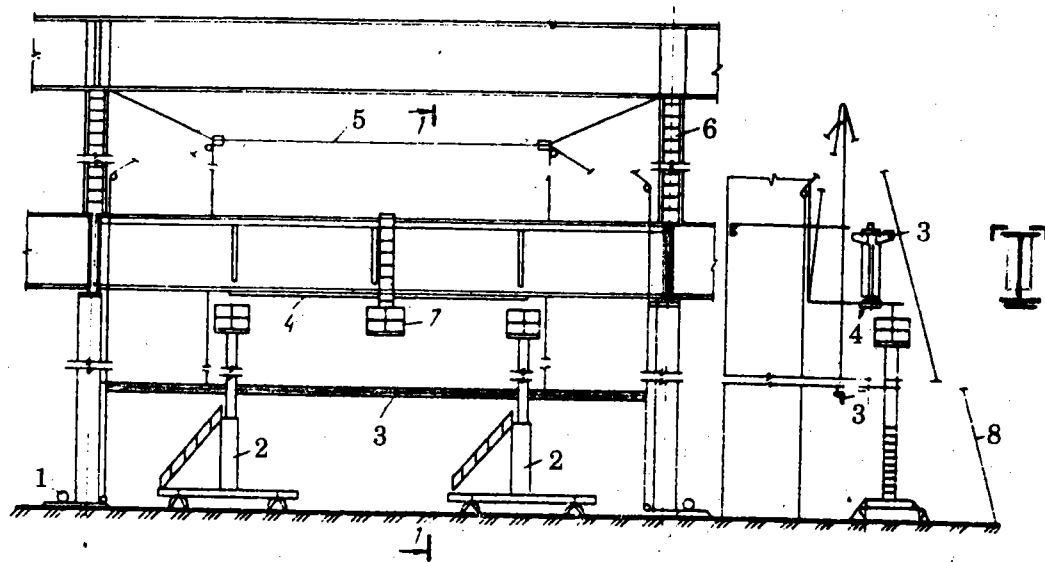
Hình 144 - Gia cường dầm thép bằng dầm võng phía dưới.

- 1 - dầm thép cần gia cường;
- 2 - pu-li nâng;
- 3 - dây cầu;
- 4 - các bộ phận của dầm võng;
- 5 - tăng đơ;
- 6 - giá nâng;
- 7 - tời.



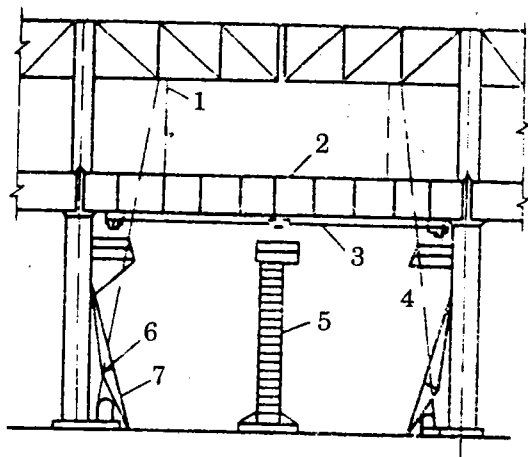
Hình 145 - Gia cường dầm thép bằng dây căng ứng suất trước.

- 1 - puli dẫn hướng; 2 - dầm cần gia cường; 3 - kích kéo; 4 - đòn ngang bất động; 5 - đòn ngang di động; 6 - neo; 7 - dàn dáo; 8 - cây chống; 9 - dây căng; 10 - tời.



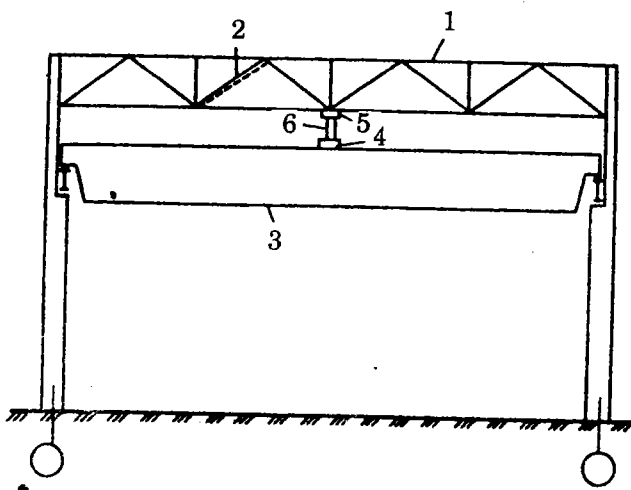
Hình 146 - Gia cường dầm bằng tăng tiết diện, không ứng suất trước.

1 - tời; 2 - giá nâng; 3 - thanh thép gia cường cánh thượng dầm; 4 - tấm bản gia cường cánh hạ dầm; 5 - cáp treo; 6 - thang; 7 - dáo treo; 8 - dây kéo.



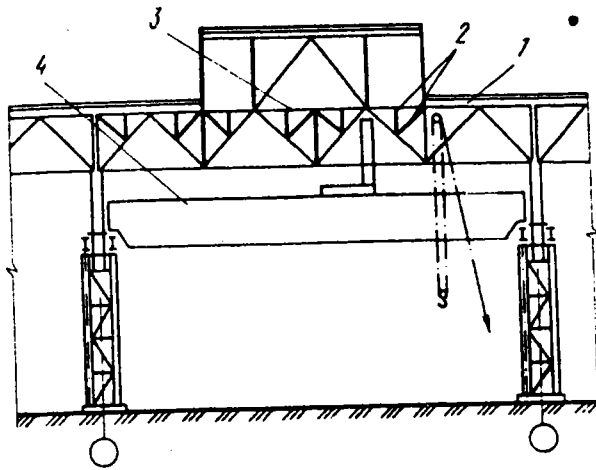
Hình 147 - Gia cường dầm bằng thanh căng ứng suất trước.

1 - dây tời; 2 - dầm cân gia cường;  
3 - thanh căng ứng suất trước; 4 - gối neo;  
5 - dáo di động; 6 - thang; 7 - tời.



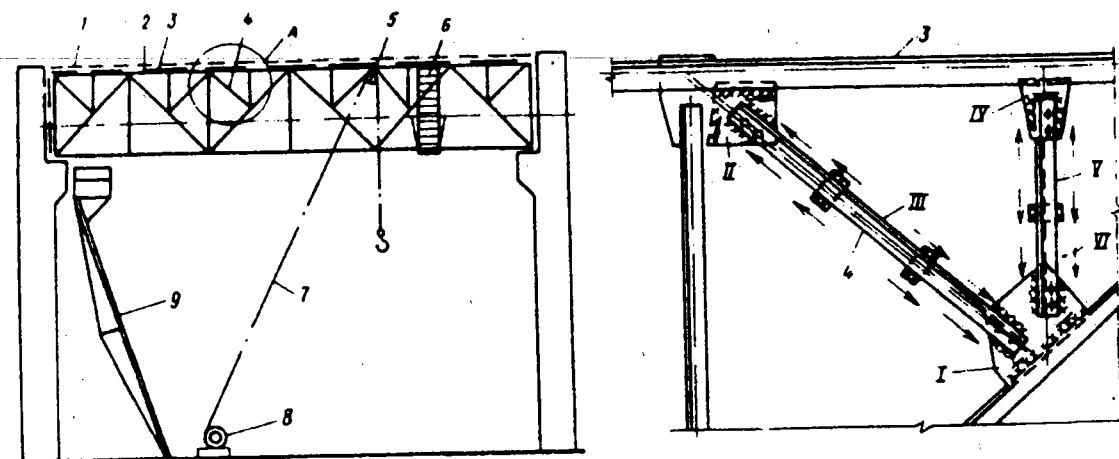
Hình 148 - Gia cường, thay thế các thanh dàn mái có chống đỡ.

1 - dàn mái;  
2 - thanh cân gia cường;  
3 - cầu trục;  
4 - sàn thi công;  
5 - tấm kê;  
6 - kích.



Hình 149 - Gia cường dàn vì kèo từ các cầu trục.

- 1 - ròng rọc nâng vật liệu;
- 2 - các thanh gia cường;
- 3 - sàn dáo thi công;
- 4 - cầu trục.



Hình 150 - Gia cường dàn bằng bổ sung nhiều đoạn ngắn.

- 1 - các giằng trên cánh thượng;
  - 2 - dây kéo trượt thang treo;
  - 3 - thanh cánh cân gia cường;
  - 4 - thanh gia cường thêm;
  - 5 - pu li nâng vật;
  - 6 - thang treo;
  - 7 - dây tời;
  - 8 - tời;
  - 9 - thang;
- I - IV là trình tự lắp đặt các thanh gia cường.