

VƯƠNG HÁCH (Chủ biên)

SỔ TAY XỬ LÝ SỰ CỐ *CÔNG TRÌNH* *XÂY DỰNG*

TẬP III



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

VƯƠNG HÁCH (Chủ biên)

SỔ TAY XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

TẬP III

Biên dịch : Nguyễn Đăng Sơn

Hiệu đính : Vũ Trường Hạo

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

HÀ NỘI - 2009

Dịch từ nguyên bản tiếng Trung Quốc:

王 赫 主 編

建築工程事故處理手冊

第八章 鋼結構工程事故

第九章 特種結構工程事故

第十章 滲漏事故

第十一章 裝修,門窗與樓地面工程事故

第十二章 事故處理用材料

中國建築工業出版社

LỜI GIỚI THIỆU

Chất lượng công trình là một vấn đề rất quan trọng. Bộ Xây dựng đã ban hành bản Quy định quản lý chất lượng công trình xây dựng, trong đó chỉ rõ những yêu cầu nhằm đảm bảo an toàn và chất lượng cho công trình. Trong thực tế xây dựng, những vấn đề chất lượng và sự cố công trình thường dễ xảy ra, nếu biết coi trọng và có biện pháp ngăn ngừa và xử lý sẽ làm giảm rất nhiều những tổn thất về người và của. Ở nước ta đã có một số công trình xây dựng xảy ra sự cố, nhất là những sự cố về nền móng và kết cấu : nhà xây dựng xong bị lún lệch không sử dụng được hoặc phải phá dỡ giảm số tầng, nhà bị nứt dầm hoặc nứt khối tường xây chịu lực phải tiến hành gia cố thay thế hoặc thay đổi công năng sử dụng, nhà bị thấm dột ảnh hưởng tới sinh hoạt và sản xuất...

Có thể nói các kỹ sư xây dựng của chúng ta đã xử lý nhiều sự cố công trình và có nhiều kinh nghiệm, song chưa có tài liệu tổng kết, chưa đưa ra những kinh nghiệm xử lý sự cố, mặt khác những kinh nghiệm xử lý sự cố đều rời rạc ở từng đơn vị, từng cá nhân, chưa được thu thập phân tích, đánh giá.

Để giúp cho các kỹ sư xây dựng có một số kiến thức trong công tác xử lý sự cố công trình, Nhà xuất bản Xây dựng xuất bản cuốn "**Sổ tay xử lý sự cố công trình xây dựng**" của các tác giả Trung Quốc có kinh nghiệm lý luận và thực tiễn biên soạn. Cuốn sổ tay này chủ yếu trình bày công tác kiểm định và xử lý hai loại sự cố lớn của công trình là kết cấu và nền móng, đưa ra nhiều ví dụ xử lý công trình thực tế để tham khảo.

Do cuốn sách tương đối dày, để thuận tiện cho bạn đọc sử dụng, Nhà xuất bản Xây dựng in thành 3 tập, và được phân chia như sau :

Tập I gồm các chương : từ chương 1 đến chương 4.

Tập II gồm các chương : từ chương 5 đến chương 7.

Tập III gồm các chương : từ chương 8 đến chương 12.

Ba tập của cuốn sách này đã lần lượt ra mắt bạn đọc (chi tiết từng tập xem trong tổng mục lục).

Trong quá trình biên soạn và xuất bản có thể còn một số thiếu sót, rất mong nhận được sự góp ý, phê bình của bạn đọc để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn.

Nhà xuất bản Xây dựng

LỜI NÓI ĐẦU

Cùng với sự phát triển xây dựng cơ bản với quy mô lớn, trong thiết kế, thi công và sử dụng, khó tránh khỏi xuất hiện các vấn đề, trong đó sự cố công trình là vấn đề nghiêm trọng nhất và thường gặp. Do đó, xử lý chính xác sự cố chất lượng công trình, vừa là đòi hỏi làm tốt công tác xây dựng hiện đại hoá, cũng là đòi hỏi quản lý tốt, sử dụng tốt công trình xây dựng, càng là một kỹ năng cơ bản mà mỗi người mang danh là người xây dựng công trình và người quản lý phải nắm vững.

Xử lý sự cố có thoả đáng hay không, không chỉ liên quan đến vấn đề có đảm bảo an toàn, sử dụng bình thường cho công trình xây dựng hay không, mà còn có quan hệ với nhiều nhân tố như: đặc điểm công trình, tiến độ thi công, điều kiện địa phương, tình hình sử dụng và giá thành công trình, do đó xử lý sự cố chất lượng công trình là một công tác kỹ thuật có tính tổng hợp, mức độ khó khăn lớn. Cần phải chỉ ra rằng: sự cố như nhau thường có thể có nhiều phương pháp xử lý, dưới tiền đề đáp ứng yêu cầu sử dụng, cố gắng dùng phương pháp xử lý kinh tế hợp lý, do vậy mức độ khó khăn càng lớn. Về kỹ thuật xử lý sự cố chất lượng công trình, tuy đã tích lũy rất nhiều kinh nghiệm, đồng thời trên một số sách báo có một số thông báo, đáng tiếc là cho đến nay vẫn chưa có sách riêng giới thiệu tri thức về mặt này một cách có hệ thống. Do đó có thể thấy nhà xuất bản công nghiệp xây dựng Trung Quốc tổ chức viết “Sổ tay xử lý sự cố công trình xây dựng” là rất cần thiết, tin rằng sẽ được sự hoan nghênh của nhiều người làm công tác xây dựng.

Sau khi tổng hợp và phân tích rất nhiều kinh nghiệm và bài học xử lý sự cố, dễ dàng tìm ra những đặc điểm và những khó khăn trong xử lý. Về mặt kỹ thuật, xử lý sự cố có những đặc điểm là phức tạp, nguy hiểm, có thể gây nên hiệu ứng dây chuyền và thương vong. Từ đó làm cho việc chọn phương pháp xử lý sự cố và thời gian xử lý cùng với các vấn đề thiết kế và thi công xử lý sự cố tồn tại nhiều vấn đề khó khăn. Do đó đòi hỏi những người cùng ngành theo đuổi công việc này có trách nhiệm cao và năng lực kỹ thuật tổng hợp tương đối cao. Ngoài ra những ví dụ thực tế xử lý sự cố thường liên quan đến danh dự của một số đơn vị, thu thập những tư liệu về mặt này rất khó khăn, cho dù thông qua rất nhiều kênh, dùng các phương thức để cố gắng thu thập, nhưng hiệu quả không lớn, đây cũng khiến cho việc biên tập cuốn sổ tay này xuất hiện những trở ngại do con người gây nên. Trong cuốn sổ tay này, khoảng thời gian thu thập tư liệu kéo dài, mà trong thời gian đó quy phạm thiết kế và thi công của Nhà nước đã nhiều lần thay đổi, hiện tại là thời điểm giao thoa giữa tiêu chuẩn cũ và mới, điều đó cũng mang lại cho công tác biên soạn không ít khó khăn. Trong quá trình biên soạn cuốn sổ tay này đã từng mời mấy chục vị chuyên gia, giáo sư và công trình sư cùng tham gia, trải qua hơn ba năm, mấy lần viết bản thảo mới hình thành bản thảo cuốn sách này.

Tư tưởng chỉ đạo biên tập cuốn sổ tay này không chỉ cung cấp những nguyên tắc cơ bản và phương pháp phân tích, xử lý sự cố, giới thiệu một số ví dụ thực tế xử lý sự cố điển hình có thể tham khảo, mà còn cố gắng có tác dụng như bài học đi trước, có thể từ cuốn sổ tay này thu được nhiều kiến thức dự phòng sự cố. Tất cả những điều đó đều có lợi cho sự nghiệp xây dựng làm tốt hơn, nhanh hơn, rẻ hơn.

Khi biên soạn cuốn sổ tay này, đã thống nhất dùng đơn vị đo lường pháp định của Trung Quốc, tính toán thiết kế đều dùng tiêu chuẩn mới, thi công dùng những tiêu chuẩn hiện hành. Ví dụ thực tế sự cố mà cuốn sách dùng đều xảy ra trước đây, nếu biên soạn theo các tiêu chuẩn lúc đó, sẽ có thể gây nên sự hỗn loạn trong trình bày, đồng thời cũng có thể đem lại những phiền phức không cần thiết cho độc giả. Do đó, khi biên soạn đã cố gắng viết và tính toán theo những nguyên tắc nói ở trên, nhưng cũng không tránh khỏi còn một vài vết tích của tiêu chuẩn cũ.

Cuốn sổ tay này chủ yếu trình bày xử lý hai loại sự cố lớn là công trình kết cấu và nền móng, bởi vì những sự cố này không chỉ liên quan đến sử dụng hàng ngày của công trình, mà còn có sự cố xử lý không tốt, có thể dẫn đến những sự cố xấu như sập đổ công trình. Nội dung chủ yếu xử lý hai loại sự cố này bao gồm: đặc trưng sự cố, điều tra và phân tích nguyên nhân, phân biệt tính chất sự cố, phương pháp xử lý và lựa chọn cùng với tính toán kết cấu cần thiết. Để thuyết minh nguyên tắc và phương pháp cơ bản xử lý sự cố, có thêm một số ít ví dụ thực tế để tham khảo. Đối với các sự cố như thấm dột, trang trí và công trình nền sàn, do số lượng nhiều và diện rộng, trực tiếp ảnh hưởng đến công năng sử dụng, do đó cuốn sổ tay này cũng giới thiệu một mức độ. Xét thấy phân tích nguyên nhân và xử lý sự cố loại này, thông thường đều đơn giản hơn so với sự cố kết cấu, do đó về hình thức biên soạn đều cố gắng dùng bảng biểu để tiện giới thiệu.

Một trong những cơ sở quan trọng trong xử lý sự cố chất lượng công trình là kiểm định kỹ thuật sự cố. Do đó sổ tay có một chương riêng giới thiệu một số kỹ thuật kiểm tra hiện nay thường dùng và tương đối tiên tiến. Nội dung về phương diện này rất nhiều, tài liệu tham khảo cũng không khó tìm, do đó cuốn sổ tay này ngoài giới thiệu chi tiết một số kỹ thuật kiểm tra hữu hiệu và thường dùng, các nội dung khác chỉ giới thiệu sơ lược, để tránh sách sẽ quá dày.

Vật liệu dùng để xử lý sự cố thường có rất nhiều yêu cầu tính năng đặc biệt, mà không ít còn có liên quan đến một số nội dung quan trọng như an toàn, phòng cháy, bảo hộ lao động, do đó cũng để một chương. Nhưng cần chỉ ra rằng, xử lý sự cố chủ yếu vẫn là vật liệu thép, xi măng và các sản phẩm của nó. Xem xét những tính năng một số vật liệu xây dựng thường dùng này, là khá quen thuộc đối với nhiều bạn đọc, đồng thời cũng tương đối dễ tìm được ở những tài liệu khác, do đó chương này chỉ đưa ra các nội dung về vật liệu phun vữa, chất kết dính kết cấu, vữa hoặc bê tông có tính năng đặc biệt cùng với vật liệu chống thấm. Nội dung chủ yếu của chương này, như tính năng vật liệu, thành phần và liều lượng đều dùng phương thức biên soạn theo bảng biểu, để tiện sử dụng. Do nội dung của chương

này phần lớn là vật liệu mới, phát triển rất nhanh, khi biên soạn tuy đã cố gắng phản ánh những thành quả mới nhất, nhưng cũng có thể chưa đầy đủ. Thêm nữa hiệu quả lâu dài của một số vật liệu mới còn đang tranh luận, hiện tại chưa thể có kết luận, do đó khi biên soạn nội dung của phần này, đã cố gắng lấy kinh nghiệm thực tiễn của công trình làm cơ sở.

Xét thấy nguyên nhân sự cố công trình xây dựng thông thường có tính tổng hợp, xử lý sự cố cũng thường cần sửa chữa một cách tổng hợp, khi biên soạn tuy đã chia thành 12 chương, nhưng xử lý của không ít sự cố có thể có liên quan đến nội dung của mấy chương, để đảm bảo tính hoàn chỉnh của nội dung các chương, trong bản thảo của các nhóm và khi tổng hợp, còn giữ lại một số ít nội dung trùng lặp nhưng rất cần thiết.

Cuốn sổ tay được sự quan tâm và ủng hộ của rất nhiều đơn vị và đồng nghiệp trong toàn quốc, cung cấp rất nhiều tài liệu, xin đặc biệt biểu lộ sự cảm ơn chân thành. Nhân cuốn sổ tay này ra đời, xin đặc biệt cảm ơn những đơn vị và cá nhân đã cung cấp những ví dụ sự cố thực tế, biểu thị lòng tôn kính đối với những người, mà đã vì sự phát triển của toàn ngành xây dựng, cung cấp những tư liệu quý giá một cách vô tư. Cần phải chỉ ra rằng trong quá trình hình thành cuốn sách, không ít các chuyên gia, công trình sư tham gia các công việc như biên soạn đề cương, thu thập tư liệu, các tấm phiếu trích dẫn, nhưng cuối cùng do nhiều nguyên nhân, không được trực tiếp tham gia biên tập cuốn sổ tay, xin biểu thị lòng chân thành cảm tạ đối với những công lao mà các đồng chí đã đóng góp.

Mười mấy người biên soạn chủ yếu của cuốn sổ tay này phân tán ở các nơi trong toàn quốc, họ đồng thời lãnh đạo công tác kỹ thuật hoặc nhiệm vụ giảng dạy bận rộn, qua lao động gian khổ mới viết xong bản thảo, có người thậm chí quên ăn quên ngủ khiến người viết vô cùng cảm động. Trong toàn bộ quá trình biên tập, tuy đã dùng nhiều biện pháp, làm hàng loạt công việc hợp tác, đối chiếu, thẩm tra, thống nhất bản thảo, nhưng do trình độ và thời gian của người viết có hạn, vẫn khó tránh khỏi tồn tại không ít khuyết điểm, như mức độ đơn giản phức tạp của các chương không đồng đều, cách viết không thống nhất, có một số sự cố không đầy đủ, phương pháp xử lý cá biệt một số sự cố không phải là tối ưu, câu từ, thuật ngữ không tiêu chuẩn và không chặt chẽ, có một số nội dung trùng lặp,... để đáp ứng yêu cầu bức thiết của công trình, mong muốn cuốn sổ tay sớm ra mắt độc giả, những vấn đề này sẽ được cải tiến sau này. Cuối cùng mong muốn độc giả phê bình chỉ giáo đối với những khuyết điểm của cuốn sách.

CÁC TÁC GIẢ

TỔNG MỤC LỤC

1. KHÁI NIỆM CHUNG

- 1.1. Phân loại sự cố chất lượng công trình và nguyên nhân thường gặp
- 1.2. Nhiệm vụ và đặc điểm xử lý sự cố chất lượng
- 1.3. Nguyên tắc và yêu cầu cơ bản xử lý sự cố chất lượng
- 1.4. Trình tự và nội dung chủ yếu xử lý sự cố chất lượng
- 1.5. Phương pháp xử lý thường dùng và phạm vi sử dụng

2. KỸ THUẬT ĐO KIỂM TRA

- 2.1. Đo kiểm tra cường độ thực tế và tính năng của vật liệu kết cấu
- 2.2. Đo kiểm tra chất lượng bên trong cấu kiện bê tông
- 2.3. Đo kiểm tra nứt kết cấu
- 2.4. Quan trắc biến dạng công trình kiến trúc
- 2.5. Thí nghiệm tính năng kết cấu
- 2.6. Kỹ thuật đo thí nghiệm nguyên vị nền móng
- 2.7. Đo kiểm tra thấm dột của lớp chống thấm

3. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN

- 3.1. Phân loại, đặc trưng sự cố công trình nền và hiệu ứng của nó
- 3.2. Phân tích nguyên nhân sự cố công trình nền
- 3.3. Trình tự và những điều cần chú ý trong xử lý sự cố công trình nền
- 3.4. Chọn phương án kỹ thuật thay thế
- 3.5. Thay thế mở rộng móng và kiểu hố đào
- 3.6. Thay thế kiểu cọc
- 3.7. Thay thế phun vữa
- 3.8. Thay thế chữa nghiêng
- 3.9. Phương pháp sửa chữa tổng hợp thoát nước, chấn đỡ, giảm tải trọng và bảo vệ mái dốc

4. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH MÓNG

- 4.1. Xử lý sự cố sai vị trí móng
- 4.2. Xử lý sự cố biến dạng móng
- 4.3. Xử lý sự cố lỗ rỗng móng
- 4.4. Xử lý sự cố móng thiết bị
- 4.5. Xử lý sự cố giếng chìm
- 4.6. Xử lý sự cố móng hộp
- 4.7. Xử lý sự cố công trình móng cọc

5. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH XÂY

- 5.1. Xử lý vết nứt khối xây
- 5.2. Xử lý sự cố cường độ, độ cứng và tính ổn định không đủ của khối xây
- 5.3. Xử lý sự cố đổ vỡ cục bộ
- 5.4. Kỹ thuật gia cố khối xây

6. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP

- 6.1. Xử lý sự cố nứt bê tông
- 6.2. Xử lý sự cố biến dạng lệch vị trí
- 6.3. Xử lý sự cố công trình cốt thép
- 6.4. Xử lý sự cố cường độ bê tông không đủ

- 6.5. Xử lý sự cố lỗ rỗng, lộ cốt thép của bê tông
- 6.6. Xử lý sự cố đổ vỡ cục bộ
- 6.7. Kỹ thuật gia cố tăng cường cường độ
7. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC
 - 7.1. Xử lý sự cố công cụ neo không đạt yêu cầu
 - 7.2. Xử lý sự cố cốt thép ứng suất trước
 - 7.3. Xử lý sự cố đường rãnh để sẵn
 - 7.4. Xử lý sự cố nứt kết cấu bê tông ứng suất trước
 - 7.5. Xử lý sự cố mất hiệu lực ứng suất trước
 - 7.6. Xử lý sự cố cấu kiện ứng suất trước đổ vỡ
 - 7.7. Xử lý sự cố khác
8. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU THÉP
 - 8.1. Chứng loại và nguyên nhân thông thường của sự cố công trình kết cấu thép
 - 8.2. Xử lý sự cố biến dạng kết cấu thép
 - 8.3. Xử lý sự cố nứt cấu kiện kết cấu thép và liên kết bị thương tổn
 - 8.4. Xử lý gỉ của cấu kiện thép
 - 8.5. Gia cố kết cấu thép
 - 8.6. Xử lý sự cố hệ thống mái thép
 - 8.7. Xử lý sự cố dầm cầu trục thép
 - 8.8. Xử lý sự cố cột thép
9. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU ĐẶC BIỆT
 - 9.1. Xử lý sự cố công trình bể nước
 - 9.2. Xử lý sự cố công trình ống khói, tháp nước
 - 9.3. Xử lý sự cố công trình bể chứa, nhà bơm giếng sâu, giá đỡ đường ống
10. XỬ LÝ SỰ CỐ THẨM DỘT
 - 10.1. Vật liệu lấp kín, bịt rò rỉ
 - 10.2. Xử lý sự cố thấm mái
 - 10.3. Xử lý sự cố thấm đột mặt tường
 - 10.4. Xử lý sự cố thấm đột nhà bếp, gian vệ sinh
 - 10.5. Xử lý sự cố thấm đột gian tầng ngầm
 - 10.6. Xử lý sự cố thấm rò rỉ của công trình
11. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH TRANG TRÍ, CỬA VÀ NỀN SÀN
 - 11.1. Xử lý vết bẩn và biến màu của lớp trang trí
 - 11.2. Xử lý sự cố lớp trang trí
 - 11.3. Xử lý sự cố công trình nền và sàn
 - 11.4. Xử lý sự cố công trình trần
 - 11.5. Xử lý sự cố công trình cửa đi, cửa sổ
12. VẬT LIỆU DÙNG ĐỂ XỬ LÝ SỰ CỐ
 - 12.1. Vật liệu vữa phun
 - 12.2. Chất keo dán kết cấu
 - 12.3. Vữa, bê tông tính năng đặc biệt
 - 12.4. Vật liệu chống thấm bịt rò rỉ
 - 12.5. Vật liệu hoá chất khác

MỤC LỤC (Tập III)

8. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU THÉP	13
8.1. Chủng loại và nguyên nhân thông thường của sự cố công trình kết cấu thép	13
8.1.1. Chủng loại sự cố công trình kết cấu thép	13
8.1.2. Nguyên nhân thông thường của sự cố công trình kết cấu thép	13
8.2. Xử lý sự cố biến dạng kết cấu thép	14
8.2.1. Các loại biến dạng kết cấu thép	15
8.2.2. Nguyên nhân biến dạng của kết cấu thép	16
8.2.3. Phương pháp xử lý sự cố biến dạng kết cấu thép	16
8.2.4. Ví dụ thực tế công trình	19
8.3. Xử lý sự cố nứt cấu kiện kết cấu thép và liên kết bị thương tổn	22
8.3.1. Nguyên nhân thông thường của sự cố nứt cấu kiện và liên kết bị thương tổn	22
8.3.2. Kiểm tra và xử lý vết nứt cấu kiện	22
8.3.3. Kiểm tra khuyết tật mối hàn và xử lý	23
8.3.4. Kiểm tra và xử lý khuyết tật liên kết đinh tán, bu lông	24
8.3.5. Xử lý khuyết tật lớp kẹp tấm thép của cấu kiện	25
8.3.6. Xử lý cấu kiện có lỗ rỗng và sứt mẻ	26
8.4. Xử lý gỉ của cấu kiện thép	26
8.4.1. Sự hình thành và chủng loại ăn mòn của kết cấu thép	26
8.4.2. Bộ phận dễ bị ăn mòn của kết cấu thép	27
8.4.3. Mức độ ăn mòn và kiểm tra ăn mòn	27
8.4.4. Nguyên nhân tổn thất lớp sơn kết cấu thép	28
8.4.5. Phương pháp xử lý chống ăn mòn của kết cấu thép	28
8.5. Gia cố kết cấu thép	42
8.5.1. Nguyên nhân gia cố kết cấu thép	42
8.5.2. Nguyên tắc gia cố kết cấu thép và phương pháp gia cố	42
8.5.3. Gia cố cột thép	43
8.5.4. Gia cố vì kèo, giá đỡ thép	51
8.5.5. Gia cố dầm thép	58
8.5.6. Gia cố liên kết và nút	65
8.5.7. Những điều chú ý trong thi công gia cố	71
8.6. Xử lý sự cố hệ thống mái thép	72
8.6.1. Các loại sự cố tấm mái thép	72
8.6.2. Nguyên nhân sự cố mái thép	73
8.6.3. Ví dụ thực tế công trình	74
8.7. Xử lý sự cố hệ thống dầm cầu trục thép	78
8.7.1. Các loại sự cố dầm cầu trục	79

8.7.2. Nguyên nhân sự cố hệ thống dẫn cầu trục	81
8.7.3. Ví dụ thực tế công trình	82
8.8. Xử lý sự cố cột thép	87
8.8.1. Các loại sự cố hư hỏng cột thép	87
8.8.2. Nguyên nhân sự cố hư hỏng cột thép	87
8.8.3. Ví dụ thực tế công trình	87
9. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU ĐẶC BIỆT	89
9.1. Xử lý sự cố công trình bể nước	89
9.1.1. Sự cố vết nứt bể nước	89
9.1.2. Xử lý sự cố bể nước nổi lên lệch vị trí	91
9.1.3. Xử lý sự cố phá hoại cục bộ bể nước	95
9.2. Xử lý sự cố công trình ống khói, tháp nước	101
9.2.1. Sự cố vết nứt ống khói	101
9.2.2. Sự cố chất lượng bê tông thân ống khói	103
9.2.3. Sự cố nghiêng ống khói	106
9.2.4. Sự cố nghiêng tháp nước	108
9.3. Xử lý sự cố công trình bể chứa, nhà bơm giếng sâu, giá đỡ đường ống	109
9.3.1. Xử lý sự cố nứt tấm đáy của bể chứa dầu	109
9.3.2. Xử lý sự cố thấm nước khe nứt giếng sâu của nhà bơm lấy nước	112
9.3.3. Xử lý sự cố giá đỡ đường ống	116
10. XỬ LÝ SỰ CỐ THẨM DỘT	120
10.1. Vật liệu lấp kín, bịt rò rỉ	120
10.1.1. Nguyên tắc lựa chọn vật liệu lấp kín, bịt rò rỉ	120
10.1.2. Vật liệu lấp kín bi tum cao phân tử thay đổi tính chất	121
10.1.3. Vật liệu bịt kín cao phân tử tổng hợp	123
10.1.4. Vật liệu chèn rò rỉ chống thấm vô cơ	132
10.1.5. Vật liệu phun vữa bịt rò rỉ	136
10.2. Xử lý sự cố thấm mái	141
10.2.1. Mái vật liệu cuộn chống thấm rò rỉ	141
10.2.2. Mái chống thấm bằng màng sơn thấm dột	151
10.2.3. Thấm mái có lớp chống thấm cứng	156
10.3. Xử lý sự cố thấm dột mặt tường	161
10.3.1. Thấm dột nước leo theo đường rãnh lồi lõm của mặt tường	161
10.3.2. Thấm dột khung cửa, cửa sổ tường ngoài	163
10.3.3. Xử lý không tốt mái hiên, tường chắn mái	164
10.3.4. Thấm dột lỗ thi công, đường ống	165
10.3.5. Thấm dột tường ngoài nhà lắp ghép tấm lớn	166
10.3.6. Thấm dột mặt tường dọc theo ống thoát nước	167
10.3.7. Thấm dột lớp mặt trang trí gạch men, gạch gốm	169
10.3.8. Nứt khối tường ngoài	169
10.4. Xử lý sự cố thấm dột nhà bếp, gian vệ sinh	170
10.4.1. Thấm dột đường ống xuyên qua sàn	170
10.4.2. Thấm dột chân tường	171

10.4.3. Thấm đột mặt sàn	172
10.4.4. Rò rỉ dụng cụ vệ sinh	173
10.4.5. Tường và nền gian vệ sinh ẩm ướt với diện tích lớn	174
10.5. Xử lý sự cố thấm đột gian tầng ngầm	175
10.5.1. Nguyên tắc xử lý sự cố thấm đột gian tầng ngầm và phương án bịt rò rỉ	175
10.5.2. Lỗ bê tông rò rỉ thấm	177
10.5.3. Vết nứt bê tông thấm đột	179
10.5.4. Khe thi công bê tông gian tầng ngầm rò rỉ nước	181
10.5.5. Khe biến dạng gian tầng ngầm rò rỉ nước	182
10.5.6. Thấm rò rỉ đường ống xuyên qua tường gian tầng ngầm	185
10.5.7. Thấm rò rỉ chỗ chôn chi tiết đặt sẵn gian tầng ngầm	186
10.5.8. Thấm rò rỉ diện tích lớn trên mặt tường	187
10.5.9. Ẩm ướt mặt tường gian tầng hầm	188
10.5.10. Thấm rò rỉ ở chỗ chuyển góc lớp chống thấm vật liệu cuộn	189
10.6. Xử lý sự cố thấm rò rỉ của công trình	190
10.6.1. Rỗ tổ ong vách bể bê tông chứa nước	190
10.6.2. Lỗ rỗng vách bể nước bê tông	191
10.6.3. Thấm nước vách bể (thùng) nước bê tông	193
10.6.4. Công trình ngầm trào nước	195
11. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH TRANG TRÍ, CỬA VÀ NỀN SÀN	197
11.1. Xử lý vết bẩn và biến màu của lớp trang trí	197
11.1.1. Xử lý vết bẩn bề mặt vật liệu đá	197
11.1.2. Xử lý bẩn bề mặt bê tông	198
11.1.3. Xử lý vết bẩn gạch mặt tường ngoài	202
11.1.4. Xử lý vết bẩn mặt ốp gạch men sứ	202
11.1.5. Xử lý vết bẩn và biến màu lớp sơn phủ	202
11.1.6. Xử lý vết bẩn lớp mặt dán	203
11.2. Xử lý sự cố công trình trang trí	203
11.2.1. Xử lý sự cố công trình trát láng	203
11.2.2. Xử lý sự cố công trình mặt trang trí	205
11.2.3. Xử lý sự cố công trình sơn dầu	207
11.2.4. Xử lý sự cố công trình mặt trang trí bằng sơn	210
11.2.5. Xử lý sự cố công trình quét bả thông thường	211
11.2.6. Xử lý sự cố công trình bồi dán	212
11.2.7. Xử lý sự cố công trình tấm che phủ	215
11.3. Xử lý sự cố công trình nền và sàn	217
11.3.1. Xử lý sự cố lớp mặt vữa xi măng cát	217
11.3.2. Xử lý sự cố lớp mặt granitô	219
11.3.3. Xử lý sự cố lớp mặt vãi sơn	220
11.3.4. Xử lý sự cố lớp mặt tấm lát	222
11.3.5. Xử lý sự cố sàn gỗ	223
11.3.6. Xử lý sự cố lớp mặt chất dẻo	224
11.4. Xử lý sự cố công trình trần	225

11.4.1. Xử lý sự cố trần la ti	225
11.4.2. Xử lý sự cố tấm trần nhân tạo	227
11.4.3. Xử lý sự cố trần tấm hợp kim nhôm	227
11.4.4. Xử lý sự cố trần lắp ghép dạng di động	228
11.4.5. Xử lý sự cố trần lắp ghép dạng kín	229
11.4.6. Xử lý sự cố trần dạng hở	230
11.5. Xử lý sự cố công trình cửa đi, cửa sổ	230
11.5.1. Xử lý sự cố công trình cửa đi, cửa sổ hợp kim nhôm	230
11.5.2. Xử lý sự cố công trình cửa đi, cửa sổ gỗ	232
11.5.3. Xử lý sự cố công trình cửa đi, cửa sổ thép	234
12. VẬT LIỆU DÙNG ĐỂ XỬ LÝ SỰ CỐ	236
12.1. Vật liệu vữa phun	236
12.1.1. Vật liệu vữa phun nền	236
12.1.2. Vật liệu vữa phun kết cấu	244
12.1.3. Vật liệu vữa phun chống thấm bịt rò rỉ	251
12.1.4. Tính độc của vật liệu vữa phun xi măng và cách phòng hộ	258
12.2. Chất keo dán kết cấu	262
12.2.1. Phân loại và chủng loại keo dán	262
12.2.2. Chủng loại, thành phần, tính năng của keo dán kết cấu thường dùng	263
12.2.3. Lựa chọn keo dán kết cấu	270
12.3. Vữa, bê tông tính năng đặc biệt	273
12.3.1. Xi măng đông cứng nhanh	273
12.3.2. Bê tông bù đắp co ngót	278
12.3.3. Bê tông phun	279
12.3.4. Vữa và bê tông polyme	284
12.4. Vật liệu chống thấm bịt rò rỉ	287
12.4.1. Vật liệu bịt rò rỉ loại vữa keo, vữa đông kết nhanh	288
12.4.2. Vật liệu sơn chống thấm	293
12.4.3. Vật liệu bịt kín	298
12.5. Vật liệu hoá chất khác	298
PHỤ LỤC	301
BẢNG ĐỐI CHIẾU THUẬT NGỮ HOÁ CHẤT	302

8. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU THÉP

8.1. CHŨNG LOẠI VÀ NGUYÊN NHÂN THÔNG THƯỜNG CỦA SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU THÉP

Kết cấu thép có rất nhiều ưu điểm như: chịu lực tin cậy, cường độ lớn, tiết diện nhỏ, trọng lượng nhỏ; vì tiết diện của kết cấu thép nhỏ, cường độ cấu kiện nói chung không phải là nhân tố khống chế, mà sự ổn định của cấu kiện và kết cấu vẫn là nhân tố khống chế chủ yếu, liên kết giữa các cấu kiện của kết cấu thép hoặc giữa các linh kiện, chi tiết của một cấu kiện nào đó là vị trí quan trọng chịu lực và truyền lực, sự phá hoại của liên kết sẽ dẫn đến sự phá hoại của cấu kiện, thậm chí toàn bộ kết cấu; sự biến dạng, ăn mòn và nứt của cấu kiện thép là khuyết tật thường gặp.

Sự cố công trình kết cấu thép có thể xuất hiện trong giai đoạn chế tạo, giai đoạn lắp đặt liên kết, giai đoạn sử dụng, nguyên nhân của nó rất phức tạp, mà thường do các nhân tố tổng hợp gây nên; vì ở Trung Quốc giai đoạn hiện nay công trình kết cấu thép tương đối ít, thêm nữa kết cấu thép thông thường chế tạo trong nhà máy, chất lượng khá tin cậy, nói chung sự cố công trình kết cấu thép xảy ra không nhiều. Cùng với sự phát triển của xây dựng, công trình kết cấu thép sẽ ngày càng nhiều, làm thế nào đảm bảo chất lượng công trình kết cấu thép và tránh sự cố xảy ra, đáng được chúng ta quan tâm chú ý.

8.1.1. Chủng loại sự cố công trình kết cấu thép

Sự cố công trình kết cấu thép có thể chia thành hai loại lớn:

Sự cố tổng thể: bao gồm sập đổ toàn bộ và cục bộ kết cấu;

Sự cố cục bộ: bao gồm xuất hiện biến dạng và chuyển vị không cho phép, cấu kiện sai lệch vị trí thiết kế, cấu kiện bị ăn mòn mà mất đi khả năng chịu tải, cấu kiện hoặc liên kết bị nứt, long ra hoặc phân lớp.

8.1.2. Nguyên nhân thông thường của sự cố công trình kết cấu thép

Sự cố công trình kết cấu thép dựa theo một số nguyên nhân có thể chia làm ba giai đoạn (bảng 8.1).

Các học giả Liên Xô (cũ) đã từng tiến hành phân tích thống kê một số sự cố công trình kết cấu thép trong nước, tỉ lệ phần trăm của phân loại nguyên nhân sự cố như bảng 8.2.

Một phần tài liệu thống kê của nước Pháp như bảng 8.3.

Cơ sở phân loại của các tư liệu trên không hoàn toàn như nhau, một số sự cố có thể đưa vào loại sự cố khác, do đó sai số của tỉ lệ phần trăm tương đối lớn, nhưng có thể nhìn thấy phần lớn nguyên nhân sự cố là do những sai sót ẩn nấp trong thiết kế và những sai sót bộc lộ trong giai đoạn chế tạo lắp đặt.

Các học giả Liên Xô (cũ) phân tích sự cố công trình kết cấu thép từ năm 1951 đến năm 1977, chỉ ra rằng nguyên nhân kỹ thuật của sự cố như bảng 8.4.

Công trình kết cấu thép của Trung Quốc trước kia dùng không nhiều, thiếu tư liệu thống kê một cách hoàn chỉnh, nhưng dựa theo điều tra, nhiều nhất là sự cố mái trong giai đoạn thi công; sự cố dầm cầu trục trong giai đoạn sử dụng tương đối nhiều, sự cố hư hỏng vì kèo cũng không ít; điều đó phản ánh khá phù hợp với tư liệu nước ngoài.

Bảng 8.1. Phân loại nguyên nhân theo ba giai đoạn của sự cố kết cấu thép

Giai đoạn thiết kế	Giai đoạn thi công		Giai đoạn sử dụng
	Chế tạo	Lắp đặt	
- Phương án thiết kế kết cấu không hợp lý; - Sơ đồ tính toán không đúng, tính toán kết cấu sai; - Dự tính không đầy đủ tải trọng của kết cấu và tình trạng chịu lực thực tế; - Chọn vật liệu không tốt (cường độ, tính dẻo, hiện tượng mỏi, tính năng mối hàn,...); - Nút của kết cấu không hoàn chỉnh; - Chưa xem xét đặc điểm công nghệ giai đoạn thi công và giai đoạn sử dụng; - Không đủ biện pháp chống ăn mòn, nhiệt độ cao, giòn gãy; - Không thực hiện theo quy trình kết cấu hoặc không có quy định của quy trình kết cấu tương ứng.	- Không chế tạo theo yêu cầu của bản vẽ; - Kích thước chế tạo sai lệch, chất lượng kém; - Vi phạm quy trình thao tác; - Kiểm tra không chặt chẽ; - Công cụ thiết bị không hoàn thiện; - Vật liệu sử dụng và biện pháp chống ăn mòn không thích đáng; - Thiếu nhân viên kĩ thuật và công nhân thành thạo.	- Quy trình thi công không chính xác, thao tác sai sót; - Độ cứng của cột chống và kết cấu không đủ; - Lắp đặt sai lệch lớn làm biến dạng; - Liên kết lắp đặt không chính xác, chất lượng kém; - Phương pháp cầu lắp, định vị nắn thẳng không chính xác; - Công cụ thiết bị không hoàn thiện; - Chế độ kiểm tra không chặt chẽ; - Thiếu nhân viên kĩ thuật và công nhân thành thạo.	- Vi phạm quy định sử dụng (vượt tải, đục lỗ bừa bãi làm yếu mặt cắt kết cấu,...); - Nền công trình bị lún; - Điều kiện sử dụng xấu, tính chất vật liệu thép thay đổi ("lão hoá", ăn mòn, nhiệt độ cao, hiện tượng mỏi,...); - Thay đổi điều kiện sản xuất, công trình dùng phương pháp không thoả đáng tiến hành cải tạo và gia cố; - Thao tác sản xuất không tốt, gây nên hư hỏng đối với cấu kiện kết cấu (máy móc xung kích, nhiệt độ cao trực tiếp tác động,...), lại không kịp thời sửa chữa; - Không thực hiện chế độ định kì kiểm tra kết cấu.

Bảng 8.2. Tỷ lệ phần trăm nguyên nhân sự cố theo giai đoạn (I)

Nguyên nhân sự cố	Tỷ lệ phần trăm		
	Thiết kế	Thi công	Sử dụng
Nguyên nhân thiết kế	18	33	28
Nguyên nhân chế tạo	38	23	31
Nguyên nhân lắp đặt	22	30	31
Nguyên nhân sử dụng	22	14	10

8.2. XỬ LÝ SỰ CỐ BIẾN DẠNG KẾT CẤU THÉP

Kết cấu thép trong quá trình gia công chế tạo, vận chuyển, cầu lắp và sử dụng, đều có thể sinh ra biến dạng do tác động của chịu lực hoặc nhiệt độ thay đổi, nhất là hay xảy ra biến dạng kết cấu thép hàn.

Bảng 8.3. Tỷ lệ phần trăm nguyên nhân sự cố theo giai đoạn (II)

Nguyên nhân sự cố	Tỷ lệ phần trăm	
	Trước những năm 70	Vào những năm 70
Nguyên nhân thiết kế	59,9	57,8
Nguyên nhân chế tạo	1,4	4,9
Nguyên nhân kiểm tra lắp đặt	34,3	33,8
Nguyên nhân sử dụng	4,4	2,8

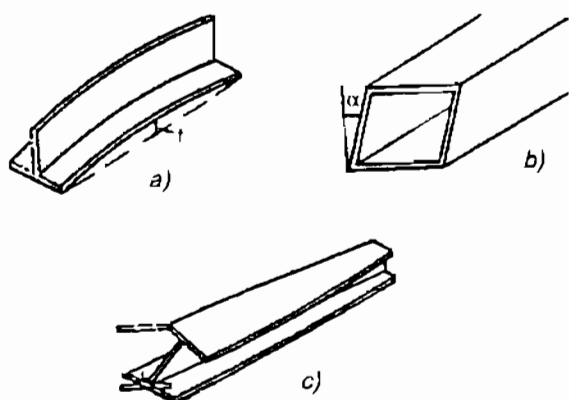
Bảng 8.4. Nguyên nhân kỹ thuật của sự cố công trình kết cấu thép

Nguyên nhân sự cố	Tỷ lệ phần trăm	
	Thống kê 1	Thống kê 2
Mất ổn định tổng thể hoặc cục bộ	22	41
Phá hoại cấu kiện	49	25
Phá hoại liên kết	19	27
Các nguyên nhân khác	10	7

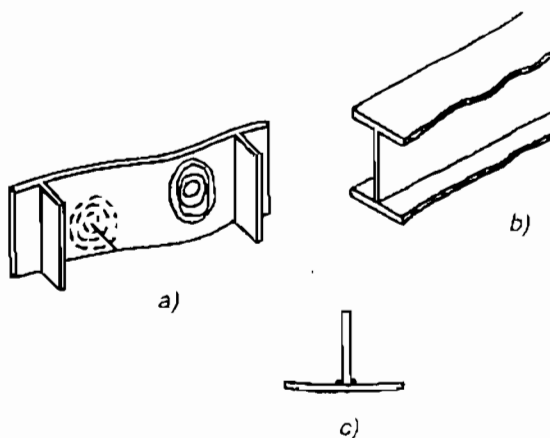
8.2.1. Các loại biến dạng kết cấu thép

Biến dạng kết cấu thép có thể khái quát làm hai loại: biến dạng tổng thể và biến dạng cục bộ.

Biến dạng tổng thể là chỉ kích thước và hình dạng bên ngoài của toàn bộ kết cấu đều có sự thay đổi, như chiều dài của cấu kiện kết cấu co ngắn lại, chiều rộng biến thành hẹp, cấu kiện uốn cong, mặt cắt của cấu kiện dị dạng và bị vặn (hình 8.1).

**Hình 8.1. Biến dạng tổng thể**

a. Biến dạng uốn cong; b. Dị dạng;
c. Vặn cong.

**Hình 8.2. Biến dạng cục bộ**

a. Biến dạng lỗ lõm; b. Biến dạng lượn sóng;
c. Góc biến vị.

Biến dạng cục bộ là trong khu vực cục bộ của cấu kiện kết cấu xuất hiện biến dạng, như biến dạng lồi lõm của tấm sàn, góc của mặt cắt biến vị, biến dạng dạng sóng của mép bản (hình 8.2).

Trong kết cấu thực tế thường là sự xuất hiện tổ hợp của mấy loại biến dạng, sau khi biến dạng sẽ làm cho cấu kiện lắp ghép không chặt, khó khăn cho việc tổ hợp và liên kết, ảnh hưởng tới truyền lực, giảm độ cứng và tính ổn định của kết cấu, đồng thời sinh ra ứng suất phụ thêm, giảm khả năng chịu tải của kết cấu, biến dạng cũng ảnh hưởng tới sử dụng.

8.2.2. Nguyên nhân biến dạng của kết cấu thép

1. Biến dạng của nguyên vật liệu thép

Một số vật liệu xuất ra của nhà máy thép có thể chịu tác động quá trình nhiệt không cân bằng hoặc nhân tố khác như con người mà tồn tại một số biến dạng, vì vậy trước khi chế tạo cấu kiện kết cấu phải kiểm tra vật liệu cẩn thận, chỉnh lại biến dạng, không cho phép vượt quá phạm vi biến dạng quy định của vật liệu.

2. Gia công nguội sinh ra biến dạng

Cắt thép tấm sinh ra biến dạng, thông thường là biến dạng vằn, tấm hẹp và tấm dầy biến dạng sẽ lớn hơn một chút: sau khi bào sinh ra biến dạng uốn cong, tấm mỏng và tấm hẹp biến dạng lớn hơn một chút.

3. Chế tạo, lắp ghép dẫn đến biến dạng

Sàn thao tác chế tạo không phẳng, công nghệ gia công không tốt, hiện trường lắp ghép không phẳng, chống đỡ không tốt, phương pháp lắp ghép không chính xác, đó là nguyên nhân chủ yếu của biến dạng trong chế tạo kết cấu thép; biến dạng do lắp ghép gây nên có uốn cong, vằn và dị dạng.

4. Hàn nối, cắt bằng hơi sinh ra biến dạng

Lựa chọn tham số hàn điện không tốt, trình tự hàn nối và số lớp hàn nối không tốt là nguyên nhân chủ yếu sinh ra biến dạng hàn nối; biến dạng hàn nối có biến dạng uốn cong, biến dạng vằn cong, dị dạng, biến dạng gãy khúc và lồi lõm.

5. Biến dạng sinh ra trong vận chuyển, xếp dỡ và lắp đặt

Vị trí điểm móc cầu không đúng, mặt bằng xếp dỡ không bằng phẳng và phương pháp xếp dỡ sai, sau khi lắp đặt đưa vào vị trí chống đỡ tạm thời không đủ, nhất là cường bức lắp đặt, đều làm cho cấu kiện kết cấu biến dạng rõ rệt.

6. Quá trình sử dụng sinh ra biến dạng

Môi trường sử dụng thường xuyên có nhiệt độ cao, tải trọng sử dụng quá lớn (vượt tải), thao tác không tốt khiến kết cấu va đập, xung kích, đều làm cho cấu kiện kết cấu biến dạng.

8.2.3. Phương pháp xử lý sự cố biến dạng kết cấu thép

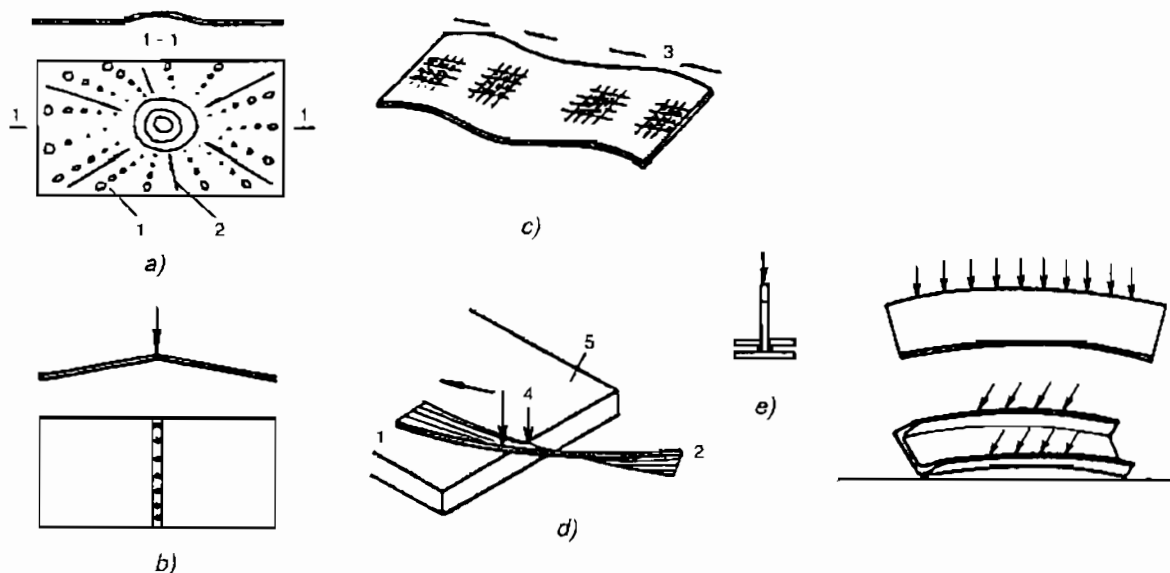
Phương pháp xử lý biến dạng giới thiệu dưới đây là có hiệu quả đối với phần lớn biến dạng, nhưng đối với một số biến dạng đặc biệt nào đó có thể nắn chỉnh không hoàn thiện.

1. Phương pháp gia công nguội nắn chỉnh biến dạng

Phương pháp gia công nguội là dùng sức người hoặc sức máy nắn chỉnh biến dạng, phù hợp với cấu kiện kích thước tương đối nhỏ hoặc biến dạng tương đối nhỏ.

- Nắn chỉnh bằng thủ công

Dùng búa lớn và bệ làm công cụ, phù hợp với nắn chỉnh biến dạng cục bộ của linh kiện có kích thước tương đối nhỏ, cũng là phương pháp nắn chỉnh phụ trợ cho nắn chỉnh bằng máy và nắn chỉnh bằng nhiệt; nắn chỉnh thủ công là dùng búa làm cho kim loại giãn ra đạt được mục đích nắn chỉnh biến dạng, hình 8.3 là mấy loại nắn chỉnh biến dạng bằng phương pháp thủ công.



Hình 8.3. Phương pháp nắn thẳng bằng đóng búa thủ công

1. Điểm đóng búa; 2. Hướng đóng búa; 3. Phương hướng; 4. Đóng búa; 5. Bệ.

a. Tấm thép đặt trên bệ phẳng, mặt lỗ hướng lên trên; với tấm dày vừa, đóng búa vào chỗ lỗ có thể nắn chỉnh trở lại; với tấm mỏng phải lấy mặt lỗ làm tim, đóng vào xung quanh mặt lỗ từ bên ngoài vào, từ xa đến gần, từ nặng đến nhẹ, làm tấm bằng phẳng dần, cuối cùng đóng nhẹ ở chỗ lỗ;

b. Đặt chi tiết lên trên bệ, đóng búa ở chỗ lỗ, khoảng cách điểm đóng phải vừa phải, đóng búa tiến hành từng lượt, lực đóng từ nhỏ đến lớn;

c. Đặt chi tiết lên trên bệ, ở hai đầu hình vòng cung vẽ đường chia ô, đóng theo các ô từ ngoài vào trong, từ nặng đến nhẹ, từ mau đến thưa, điểm đóng búa phải cắt nhau theo hình hoa mai;

d. Đặt tấm bị vênh cong trên bệ, dùng búa đóng mép tấm phía ngoài của điểm đỡ (mép cong vênh), đóng một đến hai lần, sau khi nắn chỉnh sơ bộ, nắn chỉnh chỗ lỗ lõm không bằng phẳng trên bệ;

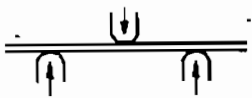
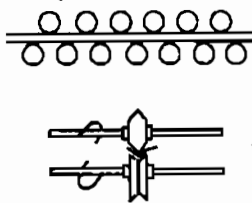
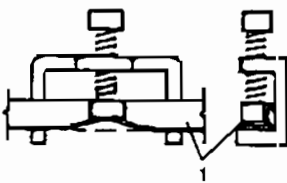
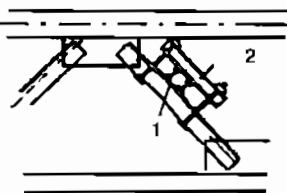
e. Biến dạng uốn cong của thép chữ T và U, thấy lỗ thì đóng búa, phải nắm vững khoảng cách điểm chống đỡ, vị trí điểm đóng búa và mức độ đóng búa, cơ bản là đóng búa vào chỗ cần đóng.

- Phương pháp nắn chỉnh bằng máy

Dùng giá hình cung, kích và các loại máy móc đơn giản để nắn chỉnh biến dạng. Bảng 8.5 là mấy loại phương pháp nắn chỉnh biến dạng bằng máy và phạm vi sử dụng của nó.

Phương pháp nắn chỉnh gia công nguội đòi hỏi các thanh và các tấm không có thương tổn như vết rạn nứt sứt mẻ, máy làm cho lực dần dần tăng lên, biến dạng sau khi mất đi phải duy trì áp lực thêm một thời gian.

Bảng 8.5. Phương pháp nắn chỉnh biến dạng bằng máy

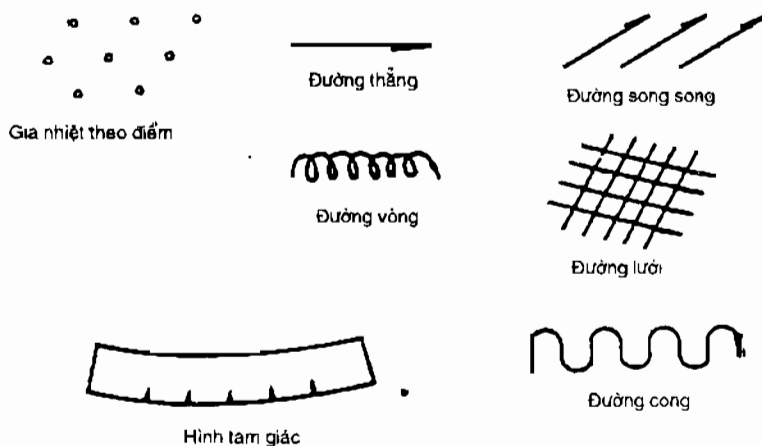
Loại máy móc		Sơ đồ	Phạm vi sử dụng
Nắn chỉnh bằng máy kéo			Nắn chỉnh tấm mỏng lõi lõm, cong vênh, nắn chỉnh thép hình cong vênh, nắn thẳng ống, sợi, lập là cong vênh
Nắn chỉnh bằng máy nén			Nắn chỉnh biến dạng cục bộ ống, thép hình, thanh
Nắn chỉnh bằng máy kiểu con lăn	Trục lăn thẳng		Nắn chỉnh tấm, ống, nắn thẳng thép góc 1. Thép góc
	Trục lăn nghiêng		Nắn chỉnh vật liệu ống và thanh có mặt cắt tròn
Nắn chỉnh bằng giá cong			Nắn chỉnh biến dạng uốn cong của thép hình (không dài) 1. Thép hình biến dạng
Nắn chỉnh bằng kích			Nắn thẳng biến dạng uốn cong cục bộ cấu kiện thanh 1. Kích 2. Dầm đệm

2. Phương pháp gia công nhiệt nắn chỉnh biến dạng

Phương pháp gia công nhiệt: ở Trung Quốc hiện nay dùng ngọn lửa đốt của hỗn hợp khí axetylen và khí ôxy làm nguồn nhiệt, gia nhiệt tạo ra biến dạng mới đối với cấu kiện kết cấu biến dạng, để triệt tiêu biến dạng cũ; mấu chốt là ở chỗ dùng chính xác ngọn lửa và nhiệt độ; phương thức gia nhiệt chia thành gia nhiệt dạng điểm, dạng đường (có gia nhiệt đường thẳng, đường cong, đường vòng, đường song song và đường lưới) và gia nhiệt hình tam giác (hình 8.4).

Hình 8.5 là các loại phương pháp nắn chỉnh biến dạng dùng các phương thức gia nhiệt khác nhau.

Phương pháp nhiệt nắn chỉnh cần dựa vào tình hình thực tế, đầu tiên tìm hiểu tình hình biến dạng, phân tích nguyên nhân biến dạng, đo độ lớn của biến dạng để nắm vững; tiếp đó xác định trình tự nắn chỉnh, trên nguyên tắc là trước tiên nắn chỉnh biến dạng tổng thể, sau đó nắn chỉnh biến dạng cục bộ, biến dạng góc thường nắn chỉnh trước, mà biến dạng lồi lõm lại thường nắn chỉnh sau; tiếp đó xác định vị trí và phương pháp gia nhiệt, một số công nhân cùng đồng thời gia nhiệt hiệu quả tương đối tốt. Có một số biến dạng nếu chỉ dựa vào gia nhiệt nắn chỉnh sẽ khó khăn, có thể dùng các công cụ phụ trợ tiến hành kéo, nén, chống, kích đập đối với bộ phận cần thiết, vị trí gia nhiệt nên cố gắng tránh chỗ quan trọng, tránh gia nhiệt lặp đi lặp lại nhiều lần ở cùng một vị trí; cuối cùng chọn ngọn lửa và nhiệt độ gia nhiệt thích hợp; sau khi nắn chỉnh tiến hành sửa chữa và kiểm tra đối với cấu kiện.



Hình 8.4. Phương thức gia nhiệt

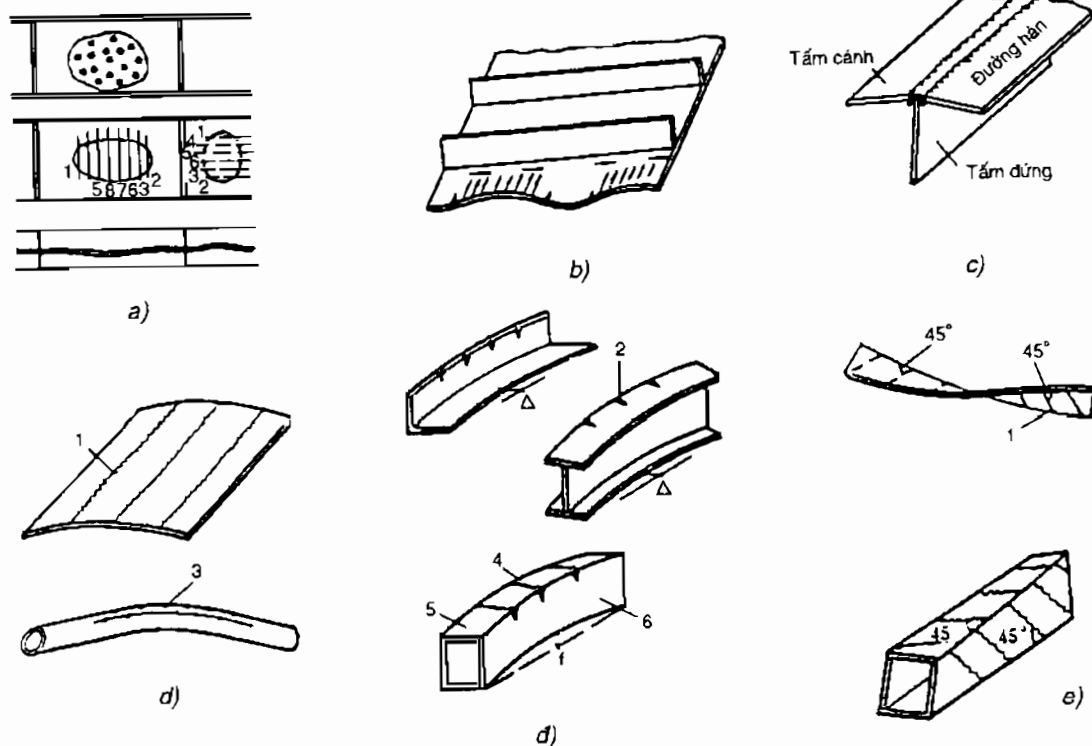
8.2.4. Ví dụ thực tế công trình

Ví dụ 1: Dầm chính của một cầu là dầm thép tấm hàn hình chữ I nhịp 24m. do lượng uốn trước khi hàn của thanh cánh trên không đủ, sau khi hàn thanh cánh trên sinh ra biến dạng góc, thanh cánh dưới do lắp ghép không chính xác, thêm vào hàn nối làm cho thanh cánh dưới không thẳng góc với tấm bụng (hình 8.6).

Phương pháp xử lý: dùng ngọn lửa oxy hoá mảnh tăng nhiệt cho mép ngoài cánh trên, đường gia nhiệt tương ứng với khu vực khe hàn, chiều sâu gia nhiệt bằng $1/2 \sim 2/3$ chiều dày của tấm, sau đó dùng ngọn lửa mảnh tăng nhiệt cho mép tấm bụng ở một phía đường hàn của góc giữa cánh dưới và tấm bụng, qua một số lần gia nhiệt, dần dần nắn thẳng được biến dạng.

Ví dụ 2: Một dầm chính hàn nối bằng thép tấm, có mặt cắt hình chữ I, sau khi hàn nối bản giằng ngang với bản nút (nằm ngang), tấm bụng dầm sinh ra lồi lõm không đều, phạm vi lồi lõm là $\varnothing 300 \sim \varnothing 600$, chiều sâu là 3~6mm (hình 8.7).

Phương pháp xử lý: dùng ngọn lửa trung tính dạng điểm từ từ gia nhiệt mặt lồi của tấm bụng, đường kính điểm gia nhiệt thông thường là 50~80mm, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều dày tấm bụng, sau đó đối với chỗ chưa bằng phẳng, đệm phẳng đóng bằng búa.



Hình 8.5. Phương thức nắn chỉnh nhiệt

1. Đường gia nhiệt; 2. Gia nhiệt hình tam giác; 3. Gia nhiệt điểm;
4. Gia nhiệt dạng đường; 5. Tấm nắp; 6. Tấm bụng.

a. Biến dạng lõi lõm của tấm: phạm vi lõi lõm tương đối nhỏ, có thể gia nhiệt dạng điểm nắn chỉnh như hình vẽ; phạm vi lõi lõm tương đối lớn, nắn chỉnh gia nhiệt dạng đường (đường song song hoặc dạng lưới); trình tự nắn chỉnh là tiến hành từ xung quanh mặt lõi đối xứng tiến dần đến trung tâm mặt lõi, nếu phạm vi lớn có thể một số công nhân cùng thao tác;

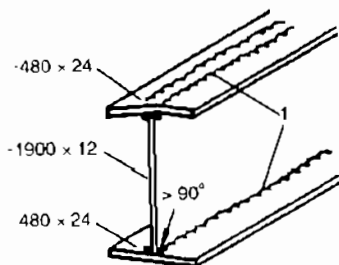
b. Biến dạng gẫy khúc: biến dạng tương đối nhỏ, chủ yếu có thể dùng phương thức đường song song gia nhiệt; biến dạng tương đối lớn, phải lấy phương thức hình tam giác gia nhiệt làm chính, hiệu quả càng tốt nếu nắn chỉnh tổng hợp cả hai phương thức; gia nhiệt đường song song và hình tam giác đều bắt đầu từ hai phía của chỗ lõi, vòng về phía chỗ cao nhất; đường song song rộng 15~20mm, khoảng cách đường 80mm, hình tam giác thường dùng tam giác cân có góc đỉnh là 30° , cạnh bên khoảng 80mm, thông thường 1~2 hình trong 1m là được;

c. Biến dạng góc: gia nhiệt dạng đường ở vị trí tương ứng mặt lõi của tấm cánh và đường hàn, chiều rộng của đường là $0,5t \sim 2t$, chiều sâu gia nhiệt là $t/2 \sim t/3$, t là chiều dày của tấm cánh;

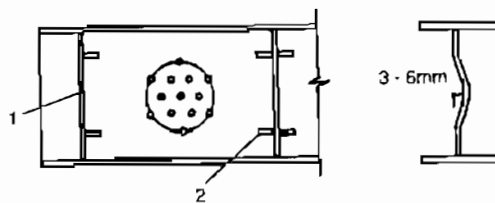
d. Biến dạng uốn cong: tấm dầy uốn cong có thể gia nhiệt dạng đường ở gần điểm cao nhất của mặt lõi, nắn chỉnh một lần không được, lại gia nhiệt thêm ở gần hai bên, chiều sâu gia nhiệt bằng biến dạng góc, gia nhiệt dạng điểm ở chỗ lõi của ống thép cong, dịch chuyển gia nhiệt phải nhanh chóng, nắn chỉnh một lần không được, có thể gia nhiệt lần nữa, nhưng vị trí điểm gia nhiệt phải lệch với lần trước, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều dày ống, phía lõi uốn cong của thép hình gia nhiệt dạng hình tam giác, cạnh đáy của hình tam giác ở trên mép, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều sâu cánh, chiều cao của hình tam giác là $1/5 \sim 2/3$ chiều rộng thép hình, uốn cong của cầu kiện hình hộp gia nhiệt dạng đường ở trên tấm nắp trên, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều dày tấm nắp, chiều rộng của đường là hai lần chiều dày của tấm; đồng thời trên hai phía của tấm bụng gia nhiệt hình tam giác (tốt nhất ở chỗ tấm cánh), chiều sâu bằng chiều dày của tấm bụng, chiều cao hình tam giác bằng $1/6 \sim 2/5$ chiều cao tấm bụng.

e. Biến dạng uốn vặn của lập là, đưa chúng lên bề, gia nhiệt dạng đường ở mặt lõi, đường gia

nhật kẹp một góc 45° với cạnh dài của lập là, chiều rộng đường gia nhiệt thường lấy bằng 1~2 lần chiều dày tấm, chiều sâu bằng $1/2 \sim 2/3$ chiều dày tấm, gia nhiệt từ phần giữa của lập là đi ra hai đầu, sau khi nắn chỉnh nếu vẫn còn biến dạng uốn cong, có thể dùng phương pháp gia nhiệt hình tam giác tiến hành nắn chỉnh biến dạng uốn cong, uốn vắn của cấu kiện hình hộp, đưa chúng lên bệ, gia nhiệt dạng đường hai phía ngoài của tấm bụng, từ hai đầu tiến vào giữa, chiều rộng và chiều sâu đường gia nhiệt như trên, tiếp đó ở hai phía ngoài của tấm nắp gia nhiệt nắn chỉnh dạng đường.



Hình 8.6. Nắn thẳng biến dạng góc của dầm chính
1. Đường gia nhiệt.

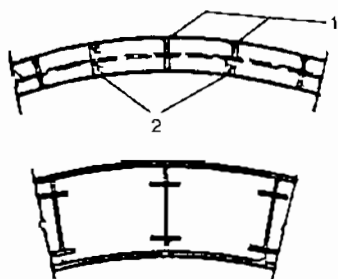


Hình 8.7. Nắn thẳng biến dạng lõi lõm
1. Bản giằng ngang; 2. Tấm nút.

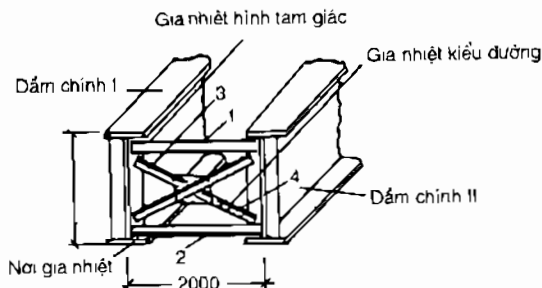
Ví dụ 3: Một dầm thép tấm hình chữ I hàn nối có nhịp là 24m, sau khi hàn bản giằng ngang với bản điểm nút, dầm sinh ra biến dạng uốn cong hướng lên trên và hướng sang mặt bên (hình 8.8).

Phương pháp xử lý: dùng ngọn lửa trung tính trước tiên xử lý uốn bên, sau đó là phía lõi của cánh trên và cánh dưới, nơi có bản giằng ngang gia nhiệt theo hình tam giác, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều dày của cánh; để nắn thẳng uốn cong lên trên, dùng ngọn lửa trung tính gia nhiệt mặt trên của thanh cánh trên theo kiểu đường. Chiều rộng dải gia nhiệt là 80mm, đồng thời ở giữa dầm chỗ võng lên lớn nhất có giằng, gia nhiệt hai phía phần trên tấm bụng theo hình tam giác, chiều sâu gia nhiệt bằng chiều dày tấm bụng.

Ví dụ 4: Một dầm tổ hợp hàn dài 24m (hình 8.9), sau khi tổ hợp xong toàn bộ, do lắp đặt liên kết ngang không tốt, ở gối đỡ A bị treo không cùng một mặt phẳng với ba gối kia, sinh ra vắn.



Hình 8.8. Nắn thẳng dầm cong
1. Gia nhiệt hình tam giác;
2. Gia nhiệt kiểu đường.



Hình 8.9. Nắn thẳng dầm tổ hợp bị vênh

Phương pháp xử lý: sau khi dùng ngọn lửa trung tính gia nhiệt thanh liên kết ngang 3, thép góc 4 được một lúc, gia nhiệt thanh 1, 2 gần một phía đảm chính chữ I theo hình tam giác, làm cho thanh liên kết 3, 4 dễ bị co ngót, biến dạng như vậy đã được nắn chỉnh.

Nắn thẳng biến dạng là biện pháp quan trọng giải quyết biến dạng cấu kiện kết cấu thép, nhưng bản thân nắn thẳng có thể sinh ra biến dạng mới, thậm chí mang lại vết rạn nứt và thay đổi chất lượng vật liệu, do đó ngăn ngừa và giảm biến dạng là biện pháp càng có ý nghĩa tích cực hơn.

8.3. XỬ LÝ SỰ CỐ NÚT CẤU KIỆN KẾT CẤU THÉP VÀ LIÊN KẾT BỊ THƯƠNG TỔN

Một trong những sự cố thường gặp của kết cấu thép là nứt cấu kiện và liên kết bị thương tổn, chúng ảnh hưởng đến năng lực chịu tải và an toàn sử dụng của kết cấu.

8.3.1. Nguyên nhân thông thường của sự cố nứt cấu kiện và liên kết bị thương tổn

Nứt cấu kiện và liên kết bị thương tổn, đều có thể xuất hiện trong giai đoạn chế tạo, lắp đặt và sử dụng, có thể quy kết một số nguyên nhân dưới đây:

- Chất lượng vật liệu cấu kiện và liên kết kém;
- Tác động của tải trọng hoặc lắp đặt, nhiệt độ và lún không đều, ứng suất sinh ra vượt quá khả năng chịu tải của cấu kiện hoặc liên kết;
- Tính có thể hàn của kim loại kém, nứt do ứng suất dư của hàn;
- Chất lượng liên kết thấp, nếu kích thước đường hàn không đủ, hàn thiếu, hàn không thấu, kẹt xỉ, nhiều lỗ, lẹm sang bên, đầu bu lông và đầu đinh tán quá nhỏ, không chắc chắn, xộc xệch, thanh bu lông cong,...
- Tổn thất mỏi dưới tác động của tải trọng động và tải trọng lặp lại nhiều lần;
- Cấu tạo nút liên kết không hoàn thiện.

8.3.2. Kiểm tra và xử lý vết nứt cấu kiện

Phần lớn vết nứt cấu kiện thép xuất hiện ở trong cấu kiện chịu tải trọng động, nhưng cấu kiện thép chịu tải trọng tĩnh thông thường, trong trường hợp vượt tải nghiêm trọng, lún không đều tương đối lớn, cũng sẽ xuất hiện vết nứt.

Phát hiện vết nứt phải kiểm tra chi tiết toàn diện đối với lô cấu kiện cùng loại, kiểm tra vết nứt có thể dùng búa gõ bọc cao su đập nhẹ lên các bộ phận của cấu kiện, nếu âm thanh không rõ, truyền âm không đều, có thể khẳng định có tổn thương vết nứt; cũng có thể dùng kính lúp phóng đại 10 lần để quan sát bề mặt cấu kiện, nếu phát hiện trên bề mặt lớp sơn có vết gỉ đường thẳng màu vàng sẫm, bề mặt lớp sơn có vết nứt thẳng mảnh, bên trong chỗ dộp lên của mảng nhỏ hình dài thuộc lớp sơn có mặt gỉ, có thể cấu kiện bị nứt, nên cạo bỏ lớp sơn, quan sát cẩn thận; nơi có vết nứt còn có thể kiểm tra bằng cách nhỏ dầu, nếu không có vết rạn nứt, dầu khuếch tán theo dạng hình cung, nếu có vết nứt, dầu thấm vào vết nứt hình thành dạng đường thẳng.

Sau khi tiến hành kiểm tra toàn diện cẩn thận đối với các cấu kiện cùng lô cùng loại, còn cần tiến hành phân tích tổng hợp đối với kim loại chế tạo và điều kiện chế tạo của cấu kiện

ở gần vết nứt, chỉ trong trường hợp vật liệu thép và vật liệu liên kết đều phù hợp yêu cầu, mà vết nứt lại ít, mới tiến hành sửa chữa bình thường đối với vết nứt; nếu nguyên nhân sinh ra vết nứt do bản thân vật liệu hoặc vết nứt tương đối lớn mà tương đối nhiều, phải phân tích một cách toàn diện đối với cấu kiện, tìm ra nguyên nhân sự cố (xem một số điểm cụ thể của cấu kiện ở dưới), xem xét cẩn thận - gia cố hoặc thay mới cấu kiện, không được sửa chữa cho qua chuyện.

Nếu cấu kiện có vết nứt nhỏ, chiều dài không lớn, có thể xử lý theo những phương pháp dưới đây:

- Dùng khoan điện khoan lỗ tròn đường kính khoảng 12~16mm ở hai đầu vết nứt (đường kính tương đương chiều dày của vật liệu thép), đầu vết nứt phải nằm vào trong lỗ, giảm ứng suất tập trung ở chỗ nứt;

- Dọc theo mép vết nứt dùng hơi cắt hoặc búa hơi gia công thành miệng dốc hình chữ K (tám đáy thành hình chữ X);

- Kim loại ở phần đầu vết nứt và mép vết nứt đốt nóng đến $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$, dùng que hàn (thép số 3 dùng E₄₀₁₆, thép 16Mn dùng E₅₀₁₆) hàn bịt vết nứt; sau khi hàn bịt, dùng đá mài quay đánh nhẵn phẳng là tốt nhất.

Ngoài phương pháp thường dùng nêu ở trên, các vết nứt gần đỉnh tán của cấu kiện tán ri vê, sau khi khoan lỗ ở phía đầu của nó, có thể dùng bu lông cường độ cao vặn lại.

8.3.3. Kiểm tra khuyết tật mối hàn và xử lý

Khuyết tật mối hàn bao gồm kích thước mối hàn không đủ, có vết rạn, bọt khí, kẹp xỉ, hàn nổi cục, hàn không thấu, lẹm sang bên, rãnh cong,... Những khuyết tật này, ngoài vết nứt có khả năng mở rộng trong giai đoạn sử dụng, còn các khuyết tật khác đều là do hàn trong khi chế tạo để lại.

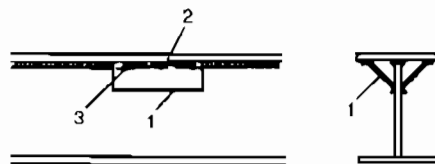
Trọng điểm kiểm tra mối hàn là vết rạn, kiểm tra đường hàn có thể kiểm tra bên ngoài, nghĩa là dùng mắt nhìn đường hàn và trạng thái màng sơn ở bên cạnh, khi cần thiết, có thể dùng kính lúp phóng đại 10 lần để kiểm tra; cũng có thể dùng cồn axít nitric ăn mòn để kiểm tra, lau sạch, đánh bóng lớp màng sơn chỗ nghi vấn dùng axêton để lau sạch, nhỏ cồn axít nitric có nồng độ 5~10% vào (độ sạch cao, nồng độ thấp), nếu có vết rạn nứt sẽ có màu nâu; đối với đường hàn quan trọng có thể dùng dung dịch thẩm thấu màu đỏ, tia X, tia γ , hoặc sóng siêu âm để kiểm tra vết rạn nứt; đánh dấu kết quả kiểm tra, phân tích tính chất, quyết định phương pháp xử lý.

- Xử lý kích thước thực tế của đường hàn không đủ: qua tính toán, đường hàn thực tế vượt quá ứng suất, phải hàn bổ sung ngay trên đường hàn đó, các bước xử lý cụ thể là trước tiên làm sạch thuốc hàn và tạp chất ở gần đường hàn, trên đường hàn cũ đắp thêm đường hàn mới dày 2~4mm; sau khi làm sạch hoàn toàn tạp chất xỉ hàn, đồng thời đường hàn cũ đã nguội mới hàn đắp đường hàn mới, đối với đường hàn liên kết chưa dỡ bỏ toàn bộ tải phải dùng phương pháp hàn đắp gián đoạn.

- Xử lý vết rạn đường hàn: phải đánh dấu khi kiểm tra ra vết rạn của đường hàn, phân tích nguyên nhân xuất hiện vết rạn, nếu vết rạn xuất hiện trong giai đoạn sử dụng, phải dựa vào nguyên nhân sửa chữa tổng hợp; đối với vết rạn đường hàn, trên nguyên tắc cần đục bỏ hàn

lại (dùng khí cacbon thổi hoặc đục hơi), đồng thời xử lý chống gỉ, nhưng đối với vết rạn đường hàn ở cánh của dầm bụng đặc và tấm bụng chịu tải trọng tĩnh, có thể xử lý bằng cách khoan lỗ ngăn nứt tại hai đầu vết nứt. Sau đó hàn thêm tấm ngăn xiên ở giữa hai tấm, chiều dài tấm xiên phải lớn hơn chiều dài vết rạn (hình 8.10).

- Xử lý đường hàn có lỗ khí, vết hàn, xỉ, lẹm sang bên: nếu kết cấu chịu tải trọng tĩnh, sử dụng thường xuyên trong điều kiện nhiệt độ bình thường, lại không có vết rạn, trong sử dụng không có hiện tượng khác thường, nói chung không cần xử lý; nhưng đối với kết cấu chịu tải trọng động, những khuyết tật này cần phải xử lý. Lẹm nhẹ, có thể dùng giữa thép hoặc đá mài mài nhẵn, gia công mép bằng phẳng quá một chút là được; lẹm sang bên tương đối nghiêm trọng sau khi mài phải hàn bổ sung rồi mài phẳng; vết hàn dùng dụng cụ thủ công như đục, mài, giũa hoặc phương pháp cơ khí, đục bỏ phần kim loại thừa, mài phẳng; bọc khí hoặc kẹp xỉ bằng hơi cacbon hoặc đục hơi, đục bỏ khuyết tật hàn, sau đó hàn bổ sung; cần chú ý đường hàn bổ sung ít nhất dài 40mm.



Hình 8.10. Xử lý vết nứt đường hàn

1. Tấm xiên; 2. Vết nứt;
3. Lỗ ngăn nứt ở đầu.

8.3.4. Kiểm tra và xử lý khuyết tật liên kết đỉnh tán, bu lông

Kiểm tra liên kết đỉnh tán và bu lông, điều quan trọng là đỉnh tán và bu lông có bị đứt, lỏng lẻo hoặc mất đầu trong giai đoạn sử dụng hay không, đồng thời cũng kiểm tra xem có để lại những khuyết tật trong khi chế tạo không; kiểm tra đỉnh tán dùng phương pháp quan sát bằng mắt hoặc gõ búa, hoặc kết hợp cả hai loại, dụng cụ là búa tay, thước kẹp, thước cong và kính lúp phóng đại được 10 lần; đối với kiểm tra liên kết bu lông còn cần đo kiểm tra thêm độ chặt của ren, đối với bu lông cường độ cao còn cần đo kiểm tra độ chặt của ren hiển thị đặc biệt; để phán đoán chính xác đỉnh tán và bu lông có bị lỏng lẻo hoặc nứt gãy hay không, còn cần phải có kinh nghiệm thực tiễn nhất định, nghĩa là kiểm tra đối với kết cấu quan trọng, ít nhất đối người kiểm tra lặp lại một hai lần, kết quả kiểm tra cần ghi chép, phân tích nguyên nhân kịp thời xử lý.

- Xử lý khuyết tật liên kết đỉnh tán: phát hiện đỉnh tán lỏng lẻo, đầu đỉnh nứt, phải đối những đỉnh tán này hoặc thay bằng bu lông cường độ cao (nên tính toán thay thế cường độ tương đương); phát hiện đỉnh tán bị cắt đứt, thiếu đỉnh phải bổ sung đỉnh tán kịp thời; khi xử lý khuyết tật đỉnh tán phải vệ sinh sạch sẽ lỗ đỉnh, vách lỗ bằng phẳng xong mới bổ sung đỉnh; không được dùng phương pháp hàn bổ sung, gia nhiệt tán lại đỉnh để xử lý đỉnh tán có khuyết tật, khi tấm dầy và vật liệu bu lông bị hỏng cần phải gia cố hoặc thay thế. Nếu phát hiện chỗ liên kết của một số đỉnh tán tiếp xúc không chặt, có thể dùng synthetic resin chống ăn mòn lấp đầy vào khe hở.

- Xử lý khuyết tật liên kết bu lông cường độ cao: liên kết bu lông cường độ cao hư hỏng chủ yếu có ba loại: bu lông nứt gãy, liên kết bu lông dạng ma sát bị trượt và đứt ở chỗ liên kết tấm dầy và tấm gốc; nứt gãy bu lông có thể xảy ra trong quá trình vận chuyển khi thi công, cũng có thể xảy ra một thời gian sau khi vận chuyển, trong quá trình vận chuyển nứt gãy bu lông

thường là mô men xoắn tác động quá lớn, làm cho bu lông đứt, cũng có khi do chất lượng vật liệu kém, nếu chỉ là nứt gãy cá biệt, thông thường chỉ xử lý thay thế cá biệt, đồng thời tăng cường kiểm tra; nếu nứt gãy bu lông xảy ra sau khi vận chuyển một thời gian, thì nứt gãy có quan hệ chặt chẽ với chất lượng vật liệu, gọi là nứt gãy kéo dài (chạm lại sau) của bu lông cường độ cao, loại nứt gãy này là vấn đề chất lượng vật liệu, phải tháo dỡ thay thế toàn bộ bu lông cùng loại; tháo thay thế bu lông phải tôn trọng chặt chẽ nguyên tắc tháo thay thế đơn chiếc và đối với bộ phận chịu lực quan trọng phải gia cố trước (hoặc dỡ tải) tháo thay thế sau.

Chỗ liên kết thân bu lông cường độ cao nếu xảy ra dịch chuyển, thân bu lông va chạm vào vách lỗ, làm cho thân bu lông chịu cắt, vì khả năng chịu cắt của bu lông cường độ cao rất lớn, liên kết sau khi dịch chuyển vẫn có thể tiếp tục chịu tải trọng, chỉ cần vật liệu tấm và bản thân bu lông không có hiện tượng khác thường, toàn bộ liên kết không có gì nguy hiểm, nhưng nói về tính toán thiết kế bu lông cường độ cao dạng ma sát, liên kết đã bị "phá hoại", cần phải tiến hành xử lý, đối với kết cấu chịu tải trọng tĩnh, nếu liên kết dịch chuyển do bu lông quên không vận chuyển hoặc vận chuyển không đủ gây nên, có thể vận thêm đồng thời hàn thêm ở xung quanh tấm dầy để xử lý; đối với kết cấu chịu tải trọng động, phải thay đổi tấm nối đầu và toàn bộ bu lông cường độ cao trong trạng thái khiến cho liên kết dỡ hết tải, xử lý lại bề mặt tiếp xúc chỗ liên kết vật liệu gốc.

Đối với tấm nắp hoặc vật liệu gốc của cấu kiện ở chỗ liên kết nứt gãy, phải tiến hành gia cố hoặc thay thế trong điều kiện dỡ tải (xem mục 1 của phần 8.5).

8.3.5. Xử lý khuyết tật lớp kẹp tấm thép của cấu kiện

Lớp kẹp tấm thép là một trong những khuyết tật thường gặp nhất của vật liệu thép, trước khi gia công cấu kiện khó phát hiện, sau khi gia công nhiệt như cắt bằng hơi, hàn nối mới thấy rõ, nghĩa là khi phát hiện thường đã là bán thành phẩm của cấu kiện rồi, xử lý tương đối phức tạp, dưới đây chia thành mấy loại cấu kiện giới thiệu phương pháp xử lý lớp kẹp tấm thép:

1. Xử lý lớp kẹp tấm của nút dằn: đối với lớp kẹp của kết cấu mái không trực tiếp chịu tải trọng động và các dầm, tấm nút chịu tải trọng tĩnh khác không quan trọng, qua xử lý có thể sử dụng. Tấm nút vì kèo có lớp kẹp, nếu chiều sâu lớp kẹp nhỏ hơn $1/3$ chiều cao tấm nút, có thể xử lý bằng cách đục bề mặt lớp kẹp thành miệng hình chữ V, hàn lại; nếu cho phép khoan lỗ ở trên tấm nút và thép góc, cũng có thể vận chuyển bằng bu lông cường độ cao; nếu độ sâu lớp kẹp bằng hoặc lớn hơn $1/3$ chiều cao tấm nút, phải tháo thay thế tấm nút để xử lý.

Phương pháp thăm dò chiều sâu lớp kẹp có thể dùng thiết bị sóng siêu âm để đo, hoặc khoan một lỗ nhỏ trên tấm, sau khi cho axit ăn mòn, dùng kính lúp để quan sát.

2. Xử lý lớp kẹp dầm kiểu bụng đặc, cánh của cột: nếu có lớp kẹp trong dầm kiểu bụng đặc và cánh của cột đặc chịu tải trọng tĩnh, có thể xử lý theo phương pháp dưới đây:

- Trong phạm vi một mét dài, nếu tổng chiều dài lớp kẹp của tấm (liên tục hoặc gián đoạn) không vượt quá 200mm, chiều sâu lớp kẹp không vượt quá $1/5$ chiều cao mặt cắt tấm cánh và không lớn hơn 100mm, không cần xử lý vẫn có thể sử dụng.

- Nếu tổng chiều dài lớp kẹp lớn hơn 200mm, mà chiều sâu lớp kẹp vượt quá $1/5$ chiều cao mặt cắt của cánh, có thể đục bề mặt lớp kẹp thành hình chữ V và hàn lại.

- Nếu chiều sâu lớp kẹp không vượt quá $1/2$ chiều cao mặt cắt cánh, có thể khoan lỗ ở lớp kẹp, dùng bu lông cường độ cao vặn chặt, lúc này, phải tính toán kiểm tra mặt cắt do lỗ làm yếu đi.

- Nếu chiều sâu lớp kẹp vượt quá $1/2$ chiều cao mặt cắt của cánh, phải cắt bỏ toàn bộ một đoạn tấm viền của lớp kẹp, thay bằng tấm mới.

8.3.6. Xử lý cấu kiện có lỗ rỗng và nứt mẻ

Trong bản bụng của tấm cánh dầm đặc bụng, cột hoặc trong các thanh của dàn nếu phát hiện các lỗ rỗng và nứt mẻ bị cắt không có quy cách do thi công để lại, phải xử lý ngay, phương pháp xử lý là cắt xung quanh lỗ và chỗ nứt mẻ thành đường cong tương đối phẳng, làm sạch xỉ và mặt trên bề mặt, sau đó đặt tấm dầy hàn bổ sung; nếu lỗ rỗng cần để lại, phải gia cố bằng hàn thêm tấm vòng.

8.4. XỬ LÝ GỈ CỦA CẤU KIẾN THÉP

Kết cấu thép có ưu điểm là tính năng vật liệu tốt, thời gian thi công ngắn, kết cấu nhẹ, nhưng giữ gìn chống gỉ và chống ăn mòn của kết cấu thép là vấn đề quan trọng, toàn thế giới ước tính có khoảng 10% chi phí sử dụng kim loại là gỉ thép mà không thu hồi được, dựa theo điều tra của một số nước công nghiệp tiên tiến đối với tổn thất ăn mòn kim loại, chỉ riêng chi phí hao tổn ăn mòn chiếm khoảng 2~4,2% tổng giá trị sản xuất. Chi phí chống ăn mòn trong kết cấu thép công nghiệp xây dựng năm 1987 của Đài Loan ước tính khoảng 3~4 tỷ tiền Đài Loan mới, trong đó lớp phủ bảo vệ chiếm 62,55%; ăn mòn kết cấu thép kết quả không chỉ là tổn thất về mặt kinh tế và tài nguyên, ăn mòn làm cho mặt cắt các thanh của kết cấu thép giảm đi, làm giảm độ tin cậy khả năng chịu tải của kết cấu, “hốc gỉ” mà ăn mòn hình thành làm tăng khả năng phá hoại giòn của kết cấu thép, nhất là tính năng chống giòn nguội giảm đi, ăn mòn làm cho cấu kiện sớm bị phá hoại hoặc phải sửa chữa nhiều.

8.4.1. Sự hình thành và chủng loại ăn mòn của kết cấu thép

Quá trình hư hỏng của vật liệu thép do tác dụng tương hỗ giữa chúng với môi trường bên ngoài sinh ra gọi là ăn mòn, còn gọi là gỉ vật liệu thép.

Ăn mòn vật liệu thép chia làm hai loại ăn mòn hoá học và điện hoá học:

Ăn mòn hoá học là do khí oxy, khí axit cacbonic, khí sunphuric trong không khí hoặc chất lỏng không dẫn điện tác động lên bề mặt của vật liệu thép (tác dụng oxy hoá) sinh ra các chất oxy hoá dẫn đến ăn mòn.

Ăn mòn điện hoá học là do trong vật liệu thép có các tạp chất kim loại khác có điện áp điện cực khác nhau, khi tiếp xúc với chất dẫn điện hoặc nước, hơi ẩm, sinh ra tác dụng như pin, khiến cho vật liệu thép bị ăn mòn. Tuyệt đại đa số hình thành ăn mòn vật liệu thép là do tác động ăn mòn điện hoá học hoặc đồng thời ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá học.

Tính hút ẩm của “gỉ sắt” mạnh, hút một lượng nước lớn làm cho thể tích trương nở, hình thành kết cấu không chặt chẽ, dễ bị thể khí và thể lỏng có tính ăn mòn thâm nhập, khiến cho ăn mòn tiếp tục mở rộng vào bên trong.

Tốc độ ăn mòn của vật liệu thép có liên quan đến độ ẩm, nhiệt độ của môi trường và nồng độ các chất môi giới có hại, với điều kiện độ ẩm lớn, nhiệt độ cao, nồng độ chất môi

giới có hại cao, tốc độ ăn mòn kim loại tăng nhanh; một tài liệu của Liên Xô (cũ) giới thiệu tốc độ ăn mòn phân xưởng của xí nghiệp luyện kim đen là 0,05~1,6mm/năm, xí nghiệp luyện kim màu là 0,01~1,4mm/năm, công nghiệp xây dựng nhỏ hơn 0,37mm/năm.

8.4.2. Bộ phận dễ bị ăn mòn của kết cấu thép

Tiến hành điều tra của Liên Xô (cũ) đối với một nhà máy gang thép, kết cấu chịu tải của mái phân xưởng luyện cán thép và cơ khí chiếm 70% diện tích toàn nhà máy ăn mòn 0,5~0,7mm/năm, với nhịp lò của phân xưởng cán thép và kho sửa chữa thùng nước bằng thép phân xưởng lò cao là 0,11~0,14mm/năm, hành lang máy đúc gang là 0,30~0,41mm/năm, tốc độ ăn mòn của nhiều cầu trục, cầu dẫn, kết cấu ngoài trời là 0,21~0,87mm/năm; với tốc độ ăn mòn dưới 0,07mm/năm, có thể cho rằng không nguy hiểm đối với kết cấu, bởi vì sự giảm yếu mặt cắt trong thời gian sử dụng là cho phép đối với độ tin cậy, còn tốc độ ăn mòn bằng hoặc lớn hơn 0,1mm/năm là nguy hiểm đối với kết cấu, có thể hình thành khả năng phá hoại ngầm.

Tổn thất ăn mòn nghiêm trọng nhất trong khung kết cấu thép là vì kèo, đòn tay, cột chống và mái kim loại, tài liệu điều tra cho thấy, sau 2~5 năm mái kim loại đã bị ăn mòn phá hoại, điều đó có liên quan với bụi bẩn tích tụ ở rãnh lõm trên mái dẫn tới ăn mòn; mức độ tổn thất ăn mòn của dầm cầu trục và cột là nhỏ, nhưng chân cột tiếp xúc với đất ẩm ăn mòn tương đối nghiêm trọng, đó là hư hỏng ăn mòn có tính đại diện, chân cột tiếp xúc với đất ướt và không được bảo vệ sau 3~5 năm hầu như toàn bộ bị tổn thất ăn mòn.

Nói chung kết cấu thép ở bên ngoài nhà dễ bị ăn mòn hơn so với ở trong nhà; bộ phận dễ tích tụ bụi độ ẩm lớn, chỗ nút hàn, nơi khó quét một sơn phủ đều dễ bị ăn mòn.

8.4.3. Mức độ ăn mòn và kiểm tra ăn mòn

Công trình xử lý ăn mòn thường đã được bảo vệ, kết cấu thép mà lớp sơn vẫn tốt hoặc bị ăn mòn với mức độ khác nhau, cần phải xử lý tốt kết cấu bị ăn mòn, đầu tiên cần kiểm tra kỹ mức độ ăn mòn của cấu kiện kết cấu, mới có thể xử lý hữu hiệu đối với tình hình cụ thể.

Hình thái ăn mòn vật liệu thép có thể phân làm ăn mòn toàn diện (ăn mòn có tính phổ biến) và ăn mòn cục bộ; ăn mòn toàn diện là ăn mòn đều trên bề mặt, còn ăn mòn lỗ, ăn mòn rãnh, ăn mòn khe, ăn mòn nơi tiếp xúc, ăn mòn bong dộp lớp sơn thuộc loại ăn mòn cục bộ.

Để kiểm định mức độ tổn thất ăn mòn, một số nước có tiêu chuẩn miêu tả, chúng ta có thể chia thành 4 cấp:

Cấp A: tốt, cấu kiện về cơ bản không bị ăn mòn, lớp sơn còn có màu bóng, cá biệt cấu kiện có thể gỉ chút ít;

Cấp B: ăn mòn cục bộ, cấu kiện về cơ bản không bị ăn mòn, lớp sơn mặt bong dộp cục bộ, lớp sơn lót tốt, cá biệt cấu kiện gỉ một chút hoặc ở mép, góc chết, khe, bộ phận khuất bị ăn mòn;

Cấp C: tương đối nghiêm trọng, cấu kiện bị ăn mòn cục bộ, diện tích lớp sơn trên mặt bong dộp tới khoảng 20%, lớp lót cũng bị ăn mòn cục bộ, phần kim loại cơ bản còn tốt, phải tiến hành công tác sửa chữa;

Cấp D: nghiêm trọng, diện tích cấu kiện ăn mòn tới khoảng 40%, lớp sơn bong dộp lớn, nhưng kim loại cơ bản chưa bị phá hoại, phải tiến hành ngay công tác sửa chữa.

Với bốn loại trên phần kim loại cơ bản chưa bị phá hoại, nếu trong kiểm tra phát hiện kim loại cơ bản bị ăn mòn, phải dùng công tác trắc đạc hoặc thiết bị đo chiều dày kiểm tra mức độ bị yếu đi của mặt cắt cấu kiện, thông qua tính toán xác định có cần dùng biện pháp thay thế hoặc gia cố hay không.

Kiểm tra ăn mòn kết cấu thép đặc biệt cần chú ý các bộ phận sau:

- Bộ phận bị chôn dưới đất mà gần mặt đất;
- Bộ phận bị nước tích tụ hoặc bị ăn mòn do hơi nước;
- Cấu kiện chưa bọc bê tông lại thường xuyên bị khô bị ướt;
- Bộ phận cấu kiện mà dễ tích tụ bụi lại có độ ẩm lớn;
- Khoảng trống của mặt cắt tổ hợp nhỏ hơn 12mm, khó phủ lên một lớp sơn;
- Kết cấu mái, cột và nút vì kèo, dầm cầu trục và nút cột.

8.4.4. Nguyên nhân tổn thất lớp sơn kết cấu thép

Ngăn ngừa ăn mòn kết cấu thép bằng cách dùng các loại thép hợp kim ít bị ăn mòn là khó thực hiện được, vì giá quá cao, biện pháp hiện thực là sơn một lớp bảo vệ; nói chung kết cấu thép trong nhà, trong điều kiện bình thường thi công lớp phủ (nhiệt độ, độ ẩm vừa phải, bề mặt xử lý tốt, chất lượng lớp phủ tin cậy, lại có chiều dày thích hợp), niên hạn sử dụng có thể tới 20~30 năm; ở khu công nghiệp, lớp sơn kết cấu thép thường có thể giữ được 3~5 năm không bị hỏng, có khi tới 5~8 năm vẫn tốt; trong môi trường có chất môi giới xâm thực, chỉ cần kiểm tra bảo dưỡng định kỳ, kết cấu thép dùng lớp sơn để chống ăn mòn cũng có thể được.

Lớp sơn tạo thành màng liên tục kín, dựa vào tác dụng ngăn cách có tính vật lý của chúng, làm cách li chất môi giới có hại với bề mặt kết cấu, tính cách li của chúng ngăn cản di chuyển của ion, có tác dụng chống ăn mòn. Lớp sơn bị hỏng, vật liệu thép mới bị ăn mòn. Lớp sơn bị hỏng có nhiều nguyên nhân, phần lớn là bề mặt xử lý không sạch, tạo thành lỗi lồi lõm không bằng phẳng, có xỉ, bọt khí còn lại trong khe lâu ngày trương nở bong ra, cũng có khi do tác động lão hoá của ánh sáng làm cho lớp sơn giòn nứt, tác động của ẩm, nhiệt, chất độc làm cho lớp sơn chóng bị hư hỏng; có khi vì hệ số trương nở của lớp sơn phủ và lớp sơn lót không như nhau làm cho lớp sơn phủ bị hư hỏng; giữ gìn lớp sơn phủ tốt, tuổi thọ sử dụng của kết cấu thép có thể kéo dài.

Giữ gìn lớp sơn kết cấu thép phải giữ cho kết cấu sạch sẽ và khô ráo, bụi tích tụ ở bề mặt phải định kỳ kịp thời dọn sạch; đối với bộ phận kết cấu dễ chịu ảnh hưởng của nhiệt độ cao và độ ẩm cao bố trí tấm bảo vệ giữ cho lớp sơn phủ; cấu kiện bảo vệ không tiếp xúc trực tiếp với chất môi giới có tính ăn mòn, hệ tiếp xúc phải kịp thời dọn sạch sẽ, nếu lớp sơn bị hư hỏng phải kịp thời sửa chữa, thực hiện chế độ kiểm tra sửa chữa định kỳ.

8.4.5. Phương pháp xử lý chống ăn mòn của kết cấu thép

Phương pháp chống ăn mòn kết cấu thép có rất nhiều, có khi dùng vật liệu thép chịu ăn mòn, xử lý oxy hoá bề mặt vật liệu thép, bề mặt dùng lớp mạ kim loại bảo vệ và bảo vệ

bằng lớp sơn. Xử lý chống ăn mòn đối với kết cấu thép đã bị ăn mòn, dùng lớp sơn chống ăn mòn là có thể thực hiện được; lớp sơn chống ăn mòn không chỉ hiệu quả tốt, mà giá thành rẻ, chủng loại nhiều, phạm vi sử dụng rộng, thi công dễ dàng, không tăng trọng lượng kết cấu, còn có thể cho kết cấu nhiều màu sắc; lớp sơn chống ăn mòn độ bền tuy kém một chút, nhưng trong một chu kỳ nhất định chú ý giữ gìn là có thể bền được, do đó vẫn được sử dụng rộng rãi.

Lớp sơn (thường gọi là "sơn dầu") có thể ngăn ngừa ăn mòn cho vật liệu thép, bởi vì lớp sơn có lớp màng vững chắc làm cách li cấu kiện với môi trường ăn mòn ở xung quanh, lớp sơn có tính ngăn cách cản trở hoạt động của ion, lớp sơn chống ăn mòn muốn có tác dụng, trước lúc sơn phải làm sạch triệt để những chất có tính ăn mòn bề mặt vật liệu thép và loại bỏ triệt để nhân tố phá hoại màng sơn.

Xử lý chống ăn mòn của lớp sơn kết cấu thép thường phức tạp hơn so với kết cấu thép mới xây dựng, rất khó dùng một loại vật liệu sơn và cùng một phương pháp xử lý để giải quyết, phải dựa vào tình hình thực tế chọn vật liệu lớp sơn, quyết định trình tự đánh gỉ và sơn; phải dựa vào diện tích ăn mòn để quyết định giữ lớp sơn cục bộ hay là sửa toàn bộ lớp sơn, thông thường diện tích ăn mòn vượt quá 1/3 phải làm lại toàn bộ lớp sơn; sửa chữa toàn bộ lớp sơn có tính chu kỳ (thường từ 3 đến 5 năm) vẫn cần được coi trọng.

Xử lý lớp sơn chống ăn mòn của kết cấu thép bao gồm xử lý màng lớp sơn cũ, xử lý bề mặt, chọn lớp sơn phủ, trong quá trình sơn nên chú ý:

1. Xử lý màng sơn cũ

Nếu màng sơn cũ vẫn tốt, chỉ cần dùng bàn chải chải bụi đi, dùng nước xà phòng hoặc nước kiềm loãng lau sạch, dùng nước trong xối rửa lau khô, sau đó đánh giấy ráp rồi sơn.

Nếu phần lớn màng sơn cũ vẫn tốt, cục bộ bị gỉ, đối với cục bộ màng sơn chỉ cần làm sạch theo phương pháp nêu ở trên, sau khi làm sạch, đánh giấy ráp, quét lớp sơn bổ sung, để màng sơn phẳng màu sắc như nhau.

Nếu diện tích gỉ của kết cấu tương đối lớn, màng sơn cũ đã bong thì nên làm sạch toàn bộ lớp màng sơn cũ, làm sạch có thể bằng phương pháp sau:

- Rửa sạch bằng nước kiềm: dùng vôi và thuần kiềm pha thành dung dịch loãng hoặc dung dịch 5~10% NaOH. Quét 3~4 lượt, làm cho màng sơn cũ bong ra, sau đó dùng dao cạo đi, dùng nước sạch rửa, đánh giấy ráp rồi sơn.

- Phương pháp phun lửa: dùng đèn xì đốt lớp sơn cũ, dùng dao cạo bỏ xỉ cháy.

- Bôi chất bóc lớp sơn: dùng chất bóc lớp sơn T-1 quét lên trên lớp màng sơn cũ, sau khoảng 30 phút lớp sơn cũ nở ra bong dộp, sau khi dùng dao cạo, chải sạch lớp sơn cũ bằng bàn chải sắt, dùng nước rửa sạch.

- Bôi chất cao bóc lớp sơn: cao bóc lớp sơn có thể tự làm, dùng cao bóc lớp sơn bôi lên mặt lớp sơn cũ 2~5 lớp, sau khoảng 2~3h, màng sơn bị phá hoại, dùng dao cạo rồi rửa sạch; nếu màng sơn cũ tương đối dày có thể trước tiên dùng dao rạch từng mảng, sau đó bôi cao.

Cách chế cao bóc lớp sơn: 6~10 phần axit alkali canxi, 4~7 phần axit alkinatri, nước 80 phần, vôi sống 1~15% trộn lại thành dạng dẻo.

Một phương pháp pha chế khác, gồm một phần nước sạch, một phần tinh bột khoai tây, bốn phần dung dịch nước NaOH nồng độ 50%, vừa trộn vừa đảo, thêm mười phần nước sạch trộn 5~10 phút.

2. Xử lý bề mặt - xử lý loại bỏ gỉ

Xử lý bề mặt là cơ sở đảm bảo chất lượng lớp phủ, xử lý bề mặt bao gồm cạo gỉ và không chế độ nhám bề mặt vật liệu thép, cạo gỉ có thể xử lý bằng công cụ thủ công, công cụ máy móc, phun cát, hoá chất (rửa axit, rửa kiềm), đối với kết cấu thép đã xử lý chống ăn mòn thường tiến hành trong điều kiện không dừng sản xuất, xử lý bằng hoá chất và phun cát ít được sử dụng, chủ yếu cạo gỉ bằng công cụ thủ công và cơ khí.

- Cạo gỉ thủ công: là phương pháp cũ đơn giản thường dùng, dùng cạo, nạo, bàn chải sắt, đá mài, giấy ráp và búa tay, để loại bỏ lớp màng sơn, gỉ thép, vết dầu, bụi trên bề mặt vật liệu thép, thao tác đơn giản không chịu hạn chế của điều kiện kích thước kết cấu, nhưng cường độ lao động lớn, hiệu suất thấp, khó đảm bảo chất lượng, dùng phương pháp này phải nhấn mạnh yêu cầu chất lượng.

- Cạo gỉ bằng công cụ máy móc: dùng công cụ sức hơi hoặc sức điện - máy mài, súng hơi (búa hơi), máy cạo gỉ bó thép sức hơi, chất lượng và hiệu suất đều cao hơn phương pháp thủ công, cường độ lao động cũng nhỏ hơn một chút.

- Cạo gỉ bằng phun cát: ở nơi có thể ngừng sản xuất và kết cấu ngoài trời có thể dùng phun cát để cạo gỉ, chất lượng tin cậy, cạo gỉ tương đối triệt để. Phun cát là lợi dụng máy nén khí phun cát rắn vào mặt vật liệu thép loại bỏ phần vỏ đen và gỉ thép, cũng có thể dùng cát cứng, viên thép để phun lên bề mặt thép, hiệu quả càng tốt, có thể giảm bụi bay; cạo gỉ bằng phun cát chất lượng tuy tốt, nhưng điều kiện lao động tương đối kém.

Cạo gỉ là bước quan trọng của lớp sơn chống gỉ, chất lượng xử lý rất quan trọng. Tiêu chuẩn mà bề mặt xử lý cần đạt được là: SSPC của Mỹ, BS 4232 của Anh, DIN 18364 của Đức. Trên thế giới thường dùng tiêu chuẩn SIS của Thụy Điển, tiêu chuẩn SIS chia phương pháp xử lý bề mặt làm hai loại, S₁ biểu thị xử lý bằng thủ công hoặc công cụ điện động, S_a biểu thị xử lý bằng phun cát, mức độ xử lý phân thành 5 cấp là: 0 (bề mặt chưa xử lý); 1 (bề mặt xử lý mức độ nhẹ); 2 (bề mặt xử lý mức độ trung bình); $2\frac{1}{2}$ (bề mặt xử lý tương đối hoàn chỉnh); 3 (bề mặt xử lý hoàn chỉnh), vẽ bản vẽ mẫu mẫu để đối chiếu.

Tiêu chuẩn SIS quy định:

Trước khi cạo gỉ bằng thủ công phải loại bỏ các vết dầu, đục các vết gỉ dày.

S₁1: dùng bàn chải sắt chải nhẹ;

S₁2: sau khi dùng đục, bàn chải đá mài đục bỏ lớp vỏ ôxy hoá xốp, gỉ và các chất bẩn, dùng bàn chải lông, khí nén làm sạch bề mặt, sau khi xử lý bề mặt có ánh kim loại nhợt.

S₁3: xử lý như trên, nhưng triệt để hơn, sau khi xử lý bề mặt có ánh kim loại rõ rệt.

S_a1: phun cát với tốc độ nhanh mức độ nhẹ, loại bỏ vỏ ôxy hoá xốp, gỉ và lớp dầu bẩn.

S_a2: phun cát với tốc độ vừa phải, loại bỏ phần lớn lớp vỏ ôxy hoá xốp, lớp gỉ và các chất bẩn tích tụ, sau đó dùng bàn chải lông, khí nén làm sạch bề mặt, sau khi xử lý bề mặt có ánh kim loại màu xám.

$S_a 2 \frac{1}{2}$: phun cát tương đối triệt để, loại bỏ hoàn toàn lớp vỏ ôxy hoá, gỉ và các vết dầu bẩn, sau đó dùng bàn chải lông, khí nén làm sạch bề mặt triệt để, chỉ cho phép còn lại rất ít điểm gỉ hoặc vết gỉ, sau khi xử lý bề mặt gần như mặt kim loại màu xám trắng.

$S_a 3$: xử lý phun cát rất triệt để, loại bỏ hoàn toàn lớp vỏ ôxy hoá, gỉ và các vết dầu bẩn, dùng bàn chải lông, khí nén làm sạch bề mặt triệt để, không cho phép còn lại một điểm gỉ khác, sau khi xử lý bề mặt ánh kim loại màu trắng đều.

Cao gỉ xử lý bề mặt bằng thủ công không nên thấp hơn cấp $S_1 3$, với lớp phủ sơn dầu có lực dính kết mạnh mới cho phép mở rộng đến cấp $S_1 2$; phun cát cao gỉ trong môi trường không ăn mòn không thấp hơn cấp $S_a 1$, thông thường xử lý cao gỉ cần đạt đến cấp $S_a 2$, xử lý cao gỉ bề mặt trong môi trường ăn mòn nặng, thấp nhất phải đạt được ở cấp $S_a 2 \frac{1}{2}$.

Sau khi xử lý bề mặt, mặt vật liệu thép sẽ lồi lõm, gọi là độ thô bề mặt, độ thô bề mặt có liên quan đến phương pháp xử lý bề mặt và cát phun, độ thô ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn của màng sơn; độ thô lớn, có lợi cho tính bám dính của màng sơn, nhưng sẽ làm giảm độ dày của lớp sơn tại điểm lồi ở bề mặt vật liệu thép, dễ sinh ra lỗ chàm kim làm giảm khả năng chống gỉ của lớp sơn, ngược lại, nếu độ thô nhỏ, sẽ làm giảm tính bám dính của màng sơn, vật liệu cát phun càng nhỏ, độ thô bề mặt càng đều, tỉ lệ loại bỏ gỉ càng tốt.

3. Chọn lớp sơn

Chọn lớp sơn bao gồm chọn loại vật liệu cho lớp sơn, chọn kết cấu lớp sơn và xác định chiều dày lớp sơn.

- Chọn loại vật liệu cho lớp sơn

Chọn chủng loại phụ thuộc vào điều kiện sử dụng, trong điều kiện khí hậu bình thường, không khí ăn mòn công nghiệp có thể chọn dùng sơn chống gỉ, trong môi trường chất môi giới có tính ăn mòn nên dùng sơn chống ăn mòn; dưới tác động của nhiệt độ cao, dùng sơn chịu nhiệt; lớp sơn kết cấu ngoài nhà nên có tính năng chịu thời tiết tốt.

Vật liệu sơn (sơn dầu) chia thành sơn lót và sơn phủ, thành phần sơn lớp giữa ở vào giữa hai loại trên, hiện nay ít sử dụng, mà trực tiếp dùng sơn phủ quét lên trên lớp sơn lót; trong lớp sơn lót nhiều chất bột ít dung môi, tạo thành lớp màng nhám, có lực dính kết mạnh với bề mặt vật liệu thép, liên kết tốt với lớp sơn phủ. Lớp sơn phủ ít chất bột nhiều dung môi, tạo thành màng có ánh bóng, có thể bảo vệ cho lớp sơn lót, chống lại tác động của không khí và dung môi có hại, hiệu quả lại đẹp, xu thế hiện nay là dùng nhiều synthetic resin để nâng cao năng lực chống phong hoá của lớp sơn.

Chủng loại sơn rất nhiều, tính năng và cách dùng càng khác nhau, khi chọn phải chú ý phối hợp sử dụng sơn lót và sơn phủ.

+ Chọn sơn lót

Công năng của sơn lót chủ yếu làm cho màng sơn kết hợp chắc chắn với lớp nền, bề mặt dễ dính với lớp sơn phủ, tính thấm nước của sơn lót nhỏ, sơn lót cần có chất mầu có tính năng chống ăn mòn tốt và chất độn ngăn ngừa ăn mòn. Tính năng sơn lót chống gỉ thường dùng và phạm vi sử dụng như ở bảng 8.6.

Ngoài ra nên có xử lý đơn giản lớp nền sắt thép, trên bề mặt sắt thép bị gỉ trực tiếp quét sơn lót có gỉ hoặc gọi là vật liệu sơn không cạo gỉ; sơn lót có gỉ có hai loại ổn định và chuyển hoá, loại sơn lót này quét trên bề mặt sắt thép có thể hạn chế ăn mòn phát triển, lại có thể từng bước chuyển gỉ sắt thành chất bảo vệ có ích, tiết kiệm lao động nặng nề cạo gỉ luôn được hoan nghênh, nhưng trên thực tế chiều dày lớp gỉ không như nhau, do đó hiệu quả phản ứng chuyển hoá không như nhau, hoặc là lượng dùng không đủ, hoặc là lượng dùng quá nhiều đều ảnh hưởng đến lực bám dính của sơn lót; với kết cấu thép đã được sửa chữa, do màng sơn cũ và lớp gỉ vẫn còn tồn tại, tình hình càng phức tạp, do đó hiệu quả sơn lót còn gỉ cần đợi nghiên cứu tổng kết thêm; những năm gần đây không ít đơn vị trong chế tạo thử, đã có một số kinh nghiệm tốt.

+ Chọn sơn phủ

Công năng chủ yếu của sơn phủ là bảo vệ lớp sơn lót bên dưới, do đó sơn phủ phải có tác dụng chịu khí hậu tốt, chống phong hoá, không dộp, không nứt, khó thành bột và ít thấm. Ngoài ra sơn phủ còn cần có tính năng kết hợp tốt với lớp sơn lót, cùng phối hợp sử dụng. Bảng 8.7 là tính năng và phạm vi sử dụng của sơn phủ chống gỉ, dùng để tham khảo khi lựa chọn sử dụng.

Mẫu sắc của sơn phủ kết cấu thép trước kia không cầu kì, ngày nay trong xây dựng công nghiệp hiện đại hoá ngoài tạo hình tốt, mẫu sắc cũng cần hài hoà mỹ quan, xác định mẫu sắc của sơn phủ cần thể hiện tính cách của kiến trúc công trình và thích hợp với môi trường.

Xử lý sửa chữa đối với kết cấu thép đã có lớp sơn, chọn vật liệu sơn còn cần xem xét khả năng kết hợp với lớp sơn cũ.

- Chọn kết cấu lớp sơn

Niên hạn sử dụng lớp sơn, ngoài ảnh hưởng của xử lý bề mặt, ở mức độ rất lớn có liên quan với kết cấu lớp sơn có hợp lí hay không; về lớp sơn thiết kế phải dựa theo chu kỳ sơn là 10~15 năm để xem xét, bề mặt kết cấu thép nếu 4~6 năm cần sơn lại lớp sơn bảo vệ là không kinh tế lắm. Tháp Ép Phen của Pháp bình quân 13 năm một lần sơn lớp sơn lót minium thông thường, cầu Monstan của Đức bình quân 16 năm sơn một lần. Do đó ngoài việc cần chú ý chọn lớp sơn, càng cần chú ý kết cấu lớp sơn hợp lí, coi trọng công nghệ thao tác thi công là có thể đảm bảo chu kỳ sửa chữa tương đối dài.

Kết cấu lớp sơn cần vứt bỏ kết cấu không thay đổi mà trước kia thường dùng là "một lớp lót hai màu"; kết cấu lớp sơn gồm sơn lót, mattit, hai lượt lớp lót (hoặc lớp giữa) và lớp phủ.

Lớp sơn lót thứ nhất đảm bảo có tác dụng tin cậy dính kết và chống gỉ chống ăn mòn, chống thấm.

Lớp mattit thứ hai có tác dụng làm phẳng bề mặt.

Hai lớp sơn lót thứ ba sử dụng ở công trình có yêu cầu tương đối cao, có tác dụng bịt các lỗ rỗng nhỏ của mattit.

Lớp thứ tư sơn phủ để bảo vệ lớp lót, đồng thời để bề mặt có màu sắc theo yêu cầu, có tác dụng trang trí.

Lớp thứ năm sơn bóng, có lúc để tăng độ bóng và tăng chống ăn mòn, phía ngoài lớp phủ lại sơn một lớp sơn bóng hoặc lớp sơn phủ.

Bảng 8.6. Sơn lót chống gỉ thường dùng

Tên	Kí hiệu	Tính năng	Phạm vi sử dụng	Yêu cầu phối hợp
1	2	3	4	5
Sơn chống gỉ dầu red lead	Y 53-1	Khả năng chống gỉ mạnh, chịu thời tiết tốt, màng sơn vững chắc, lực bám dính tương đối tốt	Sơn lót chống gỉ kết cấu thép trong và ngoài nhà	Sử dụng cùng với sơn từ tính có dầu, sơn từ tính phenolic aldehyde và sơn axít alcohol
Sơn chống gỉ phenolic aldehyde red lead	F 53-1	Sơn chống gỉ dầu red lead có độc tố chì, khó chạm	Không được dùng cho bề mặt kim loại mẫu như nhôm, kẽm, bới sẽ làm tăng tốc độ ăn mòn nhôm	Không được dùng với sơn vinyl chloride
Sơn chống gỉ alcoholic red lead	C 53-1		Lực bám dính với kẽm kém	C 53-1 phối hợp với sơn lót photpho hoá, chống gỉ càng tốt
Sơn lót ôxít sắt mica		Tính ổn định nhiệt tốt, tính chịu kiềm tốt, tính chống gỉ tương đối tốt, không độc, giá rẻ	Dùng cho kết cấu thép trong và ngoài nhà, dùng cho điều kiện nhiệt đới và nóng ẩm	Có thể phối hợp sử dụng cùng với các loại sơn phủ khác
Sơn chống gỉ phenolic aldehyde boron		Là vật liệu mới, tính chống gỉ tốt, lực bám dính tốt, tính năng chống thời tiết tốt, khô nhanh	Dùng cho kết cấu thép trong và ngoài nhà	Phối hợp sử dụng cùng với sơn từ phenolic aldehyde hoặc sơn từ alcohol axít
Sơn lót vô cơ giàu kẽm		Có tính chịu tác động tốt đối với nước và axít, dầu, thay đổi lúc khô lúc ướt, muối, ở ngoài trời lâu ngày không lão hoá, nhưng có yếu cầu nghiêm ngặt đối với việc xử lí lớp sơn lót	Dùng cho công trình dưới nước, thấp nước, bề nước, tường trong và ngoài của bể dầu và công trình kết cấu thép ở biển	Có thể làm sơn phủ, phối hợp dùng với sơn từ épôxy, sơn từ ethylene càng tốt
Sơn lót photpho hoá	X 06-1	Lực bám dính rất mạnh, có thể làm cho bề mặt kim loại hình thành màng toàn sơn, kéo dài tuổi thọ lớp sơn hữu cơ	Chỉ có thể phối hợp sử dụng với một số sơn lót (như sơn lót vinyl chloride), tăng lực bám dính, không thể sử dụng thay thế sơn lót	Không được sử dụng cùng với sơn có tính kiềm

1	2	3	4	5
Sơn chống gỉ có tính đầu iron-ôxít red Sơn chống gỉ phenolic aldehyde	Y 53-2 F 53-2	Lực bám dính mạnh, tính chống gỉ thấp hơn sơn chống gỉ rel lead Tính chịu mài mòn kém	Dùng lót cho bề mặt kết cấu thép yêu cầu chống gỉ không cao, tình trạng ăn mòn không nghiêm trọng	Sử dụng phối hợp với sơn từ phenolic aldehyde
Sơn lót vinyl chloride iron-ôxít red	G 06-4	Tính chống gỉ và chịu ăn mòn tốt, chịu được khí hậu biển và vùng nhiệt đới ẩm, tính năng chống độc tốt	Dùng cho kết cấu thép trong điều kiện bờ biển và khí hậu nhiệt đới ẩm	Phối hợp sử dụng với sơn lót photpho hoá và sơn từ vinyl chloride
Sơn lót épôxy iron-ôxít red	H 06-2	Màng sơn chắc, lực bám dính tốt, tính chống gỉ và chịu nước tốt hơn so với sơn dầu nối chung và sơn lót alcohol axit	Dùng cho kết cấu thép dọc bờ biển và điều kiện khí hậu ôn nhiệt đới	Phối hợp sử dụng với sơn lót photpho hoá và sơn từ épôxy; tính năng càng cao khi phối hợp sử dụng với sơn lót photpho hoá
Sơn lót alcohol axit iron-ôxít red	C 06-1	Lực bám dính và tính năng chống gỉ tốt, tính bền kém trong điều kiện khí hậu có tính nhiệt ẩm và ẩm ướt	Dùng sơn lót chống gỉ cho bề mặt kết cấu thép ở nơi tương đối khô	Phối hợp sử dụng với sơn từ nitroenamcl, sơn từ alcohol axit và sơn vinyl chloride

Bảng 8.7 Sơn chống gỉ thường dùng

Tên	Kí hiệu	Tính năng	Phạm vi sử dụng	Yêu cầu phối hợp
1	2	3	4	5
Sơn từ alcohol axit	C 04-42 C 04-2	Tính chịu thời tiết và lực bám dính tốt (C 04-42 tốt hơn C 04-2), màng sơn vững chắc, tương đối bóng và cường độ chịu lực tốt	Phù hợp với kết cấu thép trong và ngoài nhà	Đầu tiên sơn 1~2 lớp sơn lót alcohol axit iron-ôxit red C 06-1, sau đó sơn hai lớp sơn lót alcohol axit, sau đó sơn phủ
Sơn từ alcohol axit tro	C 04-45	Tính chịu khí hậu mạnh, niên hạn lớn hơn hai lần so với C 04-42, tính thấm nước, thấm khí kém, màng sơn có hoa văn mờ thuật, bền vững	Phù hợp với bề mặt kết cấu thép cỡ lớn ngoài nhà, dầm cầu, tháp đường điện cao áp	Đầu tiên sơn hai lớp sơn chống gỉ alcohol axit red lead hoặc sơn chống gỉ F 53-9, sau đó sơn phủ ba nước, tổng chiều dày lớp sơn lớn hơn 200 μ m
Sơn từ phenolic aldehyde	F 04-1	Lực bám dính tương đối tốt, bóng, tính chịu thời tiết kém hơn so với C 04-42, màng sơn vững chắc	Dùng cho kết cấu thép bền trong nhà	Phối hợp dùng với sơn chống gỉ red lead, sơn chống gỉ iron-ôxit red
Sơn từ vinyl chloride Sơn ôxit vinyl chloride	G 52-1 G 52-2	Tính chịu thời tiết, chịu axit kiềm tốt, lực bám dính tương đối kém, nếu phối hợp tốt có thể tăng lên	Phù hợp với chống khí hậu công nghiệp, dùng cho kết cấu thép trong ngoài nhà	Phối hợp sử dụng với G 06-4, G 06-1
Sơn épôxy chịu axit	H 52-3	Lực bám dính tốt, tính năng chịu nước mạnh tốt, có khả năng nhất định chịu ăn mòn axit, kiềm, màng sơn bền chắc	Phù hợp với chống khí hậu công nghiệp, dùng cho kết cấu thép trong ngoài nhà	Phối hợp sử dụng với X 06-1 và H 06-2

1	2	3	4	5
Sơn nitroenamêl épôxy	H 04-2	Tính chịu khí hậu tốt, có cường độ cơ học tương đối cao, tính chịu dầu tốt	Phù hợp với chống khí hậu công nghiệp, dùng cho kết cấu thép trong ngoài nhà khí hậu nhiệt ẩm	Phối hợp sử dụng cùng với sơn lót épôxy
Sơn từ thuần phenolic aldehyde	F 04-11	Màng sơn vững chắc, tính chịu nước, chịu thời tiết và chịu hoá chất đều tốt hơn so với F 04-1	Dùng cho kết cấu thép ở nơi chống ẩm và nơi lúc khô lúc ướt	Phối hợp sử dụng cùng với các loại sơn chống gỉ
Sơn chống gỉ phenolic aldehyde	F 53-2	Tính chịu khí hậu tốt, có tính chịu nước nhất định và khả năng chống gỉ	Dùng cho kết cấu thép ngoài nhà, phần nhiều dùng làm sơn phủ	Phối hợp sử dụng với sơn chống gỉ loại red lead và iron-ôxít red
Sơn bi tum	L 01-6	Tính năng chịu nước, chịu ăn mòn tốt, tính năng chịu khí hậu kém	Dùng cho kết cấu thép trong nhà làm lớp bảo vệ chống ẩm, chống nước chịu axit	Sơn lót đồng thời làm sơn phủ không được ít hơn hai nước sơn
Sơn bi tum chịu axít Sơn bi tum bột nhôm	L 50-1 L 05-1 thêm bột nhôm	Lực bám dính tốt, chịu ăn mòn có tính axit, sau khi thêm bột nhôm cải thiện tính năng chịu khí hậu	L 50-1 dùng cho kết cấu thép trong nhà chống ăn mòn, sau khi thêm bột nhôm có thể chống ăn mòn cho kết cấu thép ngoài nhà chịu hơi axit	Sơn lót đồng thời làm sơn phủ thông thường sơn hai nước sơn
Sơn ống khói alcohol axít	C 83-1	Tính chịu khí hậu tốt, có tính chịu nhiệt nhất định	Dùng cho bề mặt ống khói thép và cấu kiện chịu nhiệt thông thường	Sơn lót đồng thời làm sơn phủ thông thường sơn hai nước sơn
Sơn ống khói phenolic aldehyt đen	F 83-1	Trong thời gian ngắn có thể chịu được nhiệt độ 400 ⁰ C vẫn không bong ra	Dùng cho bề mặt ống khói thép và cấu kiện chịu nhiệt thông thường	Sơn lót đồng thời làm sơn phủ thông thường sơn một đến hai nước sơn

Trong kết cấu thép rất ít khi bỏ mất tất cả, thông thường dùng kết cấu hai lớp sơn lót và hai hoặc ba lớp sơn phủ, số lớp sơn lót tăng lên có tác dụng làm phẳng nền, cũng có thể đảm bảo tổng chiều dày toàn bộ của màng sơn.

- Chiều dày màng sơn

Chiều dày màng sơn ảnh hưởng đến hiệu quả chống gỉ, tăng chiều dày màng sơn là một trong những biện pháp hữu hiệu kéo dài thời gian sử dụng, thông thường chiều dày màng sơn bảo vệ kết cấu thép đòi hỏi ở trong nhà không được nhỏ hơn 100 μ m, ở ngoài nhà không được nhỏ hơn 125 μ m, màng sơn trong môi trường xâm thực nên tăng dày hơn; chiều dày màng sơn rất khó khống chế chính xác, do đó đối với công trình quan trọng phải đo chiều dày màng sơn.

4. Những điều cần chú ý trong thi công lớp sơn

Chất lượng lớp sơn có quan hệ rất lớn với thao tác trong công việc, thông thường cần chú ý những điểm dưới đây:

- Sau khi cạo gỉ xong phải làm sạch tạp chất và bụi trên bề mặt, nhanh chóng trong 8h sơn nước sơn lót thứ nhất, nếu bề mặt gỉ lõm không bằng phẳng, làm loãng nước sơn lót thứ nhất sau đó quét nhiều lần để sơn thấm vào những chỗ gỉ lõm không bằng phẳng ngăn ngừa gỉ trở lại ở chỗ khe rỗng.

- Tránh sơn trong thời tiết dưới 5 $^{\circ}$ C và trên 40 $^{\circ}$ C, mặt trời chiếu trực tiếp, hoặc độ ẩm trên 85%, nếu không dễ nổi bọt, có lỗ rỗng nhỏ hoặc độ bóng kém.

- Sau khi bề mặt lớp sơn lót thật khô mới sơn lớp sơn tiếp theo, thời gian cách nhau thường là 8~48h. Cố gắng để lớp sơn thứ hai thi công sau khi lớp sơn thứ nhất xong được 48h, để tránh gỉ do các lỗ rỗng của lớp sơn thứ nhất gây nên; đối với sơn loại epôxy-rêsin, nếu màng sơn quá cứng dễ làm cho kết dính giữa các màng sơn không tốt, trong thời gian quy định quét sơn phải quét lớp sơn mặt trên.

- Trước khi sơn các lớp sơn dầu, phải dùng dụng cụ làm sạch cát, bụi trên mặt, nếu bề mặt màng sơn của lớp trước trơn quá hoặc thời gian dùng sau khi sơn lớp trước quá lâu, sau khi đánh giấy ráp mới sơn lớp sơn bên trên.

- Chiều dày mỗi lần sơn không được quá dày, để tránh hiện tượng gọn, chảy; để làm chiều dày lớp sơn được đều, nên sơn phủ mặt chéo nhau.

- Nếu độ dính của chất liệu sơn quá lớn mới sử dụng chất làm loãng, chất làm loãng trong trường hợp đáp ứng yêu cầu thao tác cố gắng cho ít hoặc không cho thêm, chất làm loãng nếu cho quá nhiều làm cho chiều dày lớp sơn không đủ, độ đặc chắc giảm, ảnh hưởng đến chất lượng lớp sơn. Sử dụng chất pha loãng phải phù hợp với chủng loại sơn, nói chung sơn dầu lót, sơn phenolic aldehyde, sơn từ alcohol axít mạch dầu dài, sơn chống gỉ dùng chất hoà tan xăng 200#, dầu thông; sơn alcohol axít mạch dầu vừa phải dùng chất hoà tan hỗn hợp xăng 200# và xylen (1:1); sơn alcohol axít mạch dầu ngắn dùng xylen; sơn vinyl chloride dùng methylbenzene, axêton có tính hoà tan mạnh. Chất làm loãng dùng sai sẽ sinh ra các khuyết tật như biến màu, bám đáy, lắng đọng, không tan.

- Chỗ liên kết bằng bu lông và hàn, góc biên dễ sinh ra khuyết tật quét sơn và gỉ, do đó cần chú ý không để sơn sót hoặc sơn không đều, thông thường nên sơn thêm để bổ sung.

5. Nguyên nhân khuyết tật của lớp sơn và phương pháp xử lý (bảng 8.8).

6. Ví dụ thực tế xử lý lớp sơn chống gỉ

- Phương án xử lý lớp sơn chống gỉ

+ Phương án sơn mặt ngoài lò mầu tro "66":

Dùng hai lớp sơn lót chống gỉ Y 53-1 dầu red lead, dày 40~50 μ m, sơn mặt ngoài lò mầu tro "66" (C 04~45) ba lớp dày 90~150 μ m, tất cả năm lớp sơn dày 130~200 μ m.

+ Phương án sơn alcohol axit C 04-42:

Dùng hai lớp sơn lót chống gỉ Y 53-1 dầu red lead, dày 40~50 μ m, hai lớp sơn phủ sơn từ alcohol axit C 04-42, dày 60~100 μ m, tất cả bốn lớp sơn dày 100~150 μ m.

+ Phương án sơn alcohol axit ôxit sắt mica

Dùng hai lớp sơn lót alcohol axit ôxit sắt mica, dày 40~50 μ m, sơn mặt ngoài lò hai đến ba lớp ôxit sắt mica mầu tro, chiều dày là 60~150 μ m.

- Phương án xử lý lớp sơn chống ăn mòn

+ Phương án sơn chống ăn mòn vinyl chloride

Dùng một lớp sơn lót photpho hoá X06-1, dày 8~15 μ m, một lớp sơn lót vinyl chloride iron ôxit red G 06-4, dày 20~25 μ m, sơn lót vinyl chloride iron-ôxit red G 52-1: một lớp sơn từ vinyl chloride G 52-1, 1:1, dày 30~40 μ m, hai đến bốn lớp sơn từ, dày 40~60 hoặc 80~120 μ m, sơn vinyl chloride G 52-2: một lớp sơn từ 1:1, dày 20~30 μ m, hai lớp sơn bóng dày 30~40 μ m, tổng cộng tám đến mười lớp sơn, dày 148~210 μ m hoặc 188~270 μ m.

+ Phương án sơn êpôxy chịu axit H 52-3:

Dùng một lớp sơn lót êpôxy iron-ôxit red H 06-2, dày 30~40 μ m, ba đến bốn lớp sơn êpôxy chịu axit mầu xám H 52-3, dày 90~150 μ m, tổng cộng bốn đến năm lớp sơn, tổng chiều dày 120~200 μ m.

- Ví dụ thực tế sơn bảo dưỡng vì kèo thép một gara sửa chữa ô tô

Qua kiểm tra mức độ ăn mòn là 50% lớp sơn phủ, lực bấm dính độ cứng bề mặt màng sơn rất tốt, phần lớn sơn lót vẫn còn tốt, gần chân mái bị ăn mòn tương đối nghiêm trọng, kiểm tra chủng loại vật liệu sơn thấy là sơn từ alcohol axit dầu xám.

Dùng các bước xử lý sau:

+ Dùng nước pha kiềm loãng rửa bề mặt, lau khô;

+ Đục bỏ màng sơn cũ bị hỏng, dùng giấy ráp đánh kĩ;

+ Sau khi làm sạch quét một lớp sơn chống gỉ Y 53-1 red lead;

+ Bả niattit làm phẳng bề mặt, hơi thấp hơn bề mặt sơn cũ (để lại chiều dày vài lớp màng sơn);

+ Sơn hai lớp sơn lót;

+ Sơn một lớp sơn từ alcohol axit dầu xám C 04-42;

+ Sơn toàn bộ cấu kiện một lớp sơn từ C 04-42.

Bảng 8.8. Các khuyết tật thường gặp của lớp sơn kết cấu thép và phương pháp xử lý

Khuyết tật	Hiện tượng	Nguyên nhân	Xử lý và dự phòng
1	2	3	4
Vết chảy	Chảy ra từ phần diện tích của mặt phẳng đứng, tạo thành lớp màng dày	- Mỗi lượt quét sơn quá nhiều, quá dày; - Độ dính của sơn dầu quá thấp; - Sơn trên mặt sơn nhẵn bóng; - Chất làm loãng bốc hơi quá chậm.	- Điều chỉnh lượng sơn; - Điều chỉnh độ dính; - Dùng giấy ráp làm thô mặt; - Đổi dùng chất pha loãng bốc hơi nhanh; - Sơn lại sau khi mài phẳng nơi sơn có vết chảy.
Dạng vò quá quýt	Sinh ra dạng vò quả quýt vò lồi lõm nhẵn nhúm	- Độ dính của sơn dầu quá cao, sức hoà tan của chất pha loãng không tốt, hoặc bốc hơi quá nhanh; - Nhiệt độ hoặc thời tiết quá cao hoặc mặt trời chiếu vào; - Sơn quá dày, chất lượng sơn dầu không tốt.	- Điều chỉnh giảm độ dính xuống thấp, dùng chất làm loãng theo quy định; - Tránh nhiệt độ cao hoặc nắng chiếu vào, có môi trường thi công tốt; - Điều chỉnh chiều dày sơn, dùng loại sơn tốt; - Dùng giấy ráp đánh phẳng sau đó sơn lại.
Vết bần chải	Vết lồi lõm để lại theo hướng đi của bàn chải	- Thi công dùng chổi lông ngắn thô, lông quá cứng; - Tính đàn trái của bàn thân dầu sơn không tốt (dầu ít quá); - Vật được sơn thô nhám, tính hút sơn mạnh.	- Dùng sơn tốt hơn; - Dùng sơn dầu có tính đàn trái tốt hoặc phối hợp với ít epoxy varnish hoặc chất đàn mỏng; - Dùng cùng loại dầu đàn mỏng, quét trước 1 lớp; - Dùng giấy ráp đánh phẳng sau đó sơn lại.
Bọt khí	Vật liệu sơn lẫn không khí ở lại trong màng sơn biến thành bọt nhỏ	- Khuấy trộn mạnh sơn dầu, không đợi không khí thoát ra hết đã quét sơn; - Chất làm loãng bốc hơi quá nhanh hoặc vật được sơn có nhiệt độ quá cao; - Độ dính của sơn dầu quá cao.	- Không khuấy mạnh, sau khi trộn đợi hết bọt khí mới sơn; - Dùng chất bốc hơi tương đối chậm, khống chế nhiệt độ thi công; - Làm loãng vừa phải; - Dùng giấy ráp đánh hoặc loại bỏ lớp sơn đó, sơn lại.

1	2	3	4
Lỗ châm kim	Trên mặt sơn có lỗ nhỏ như kim châm	- Mặt bị sơn có bụi, nước và dầu dính vào; - Trong sơn dầu có tồn tại dầu, nước; - Chất làm loãng bốc hơi quá nhanh; - Lớp sơn lót chưa khô hẳn.	- Xử lý bề mặt sạch sẽ; - Tránh dầu, nước lẫn vào trong sơn dầu; - Đổi chất làm loãng bốc hơi chậm; - Đợi sau khi lớp lót khô hẳn mới sơn lớp sau; - Dùng giấy ráp đánh phẳng sau đó sơn lại.
Nổi trắng	Hiện tượng lớp sơn biến trắng vẩn đục	- Độ ẩm của không khí quá lớn, thành phần nước trong không khí đọng lại làm mất sơn biến trắng vẩn đục; - Ban đêm nhiệt độ hạ thấp, đọng trên mặt sơn - Nhiệt độ của vật bị sơn thấp hơn nhiệt độ không khí.	- Tránh thi công vào ngày mưa hoặc độ ẩm cao, dùng chất pha loãng phát huy chậm; - Sơn dầu loại có tính dầu hoặc epôxy khô chậm, tránh thi công vào buổi tối; - Sau khi tăng nhiệt độ của vật bị sơn, mới thi công; - Đợi khi độ ẩm giảm xuống, phun chất chống biến trắng là có thể.
Dính	Màng sơn có hiện tượng dính	- Lớp lót có dầu, axit, kiềm, muối chưa được làm sạch; - Nước dầu chưa khô, đã sơn nước thứ hai; - Tác động của gas hoặc hơi nước ninh kết trên bề mặt lớp sơn.	- Loại bỏ tạp chất, xử lý tốt lớp lót; - Không chế thời gian thao tác, sau khi khô mới sơn nước thứ hai; - Mất đã sơn tránh tác động của hơi nước, gas; - Thời gian dài còn dính, cạo bỏ sơn lại
Tách màu	Màu sắc của mặt sơn chỗ đậm chỗ nhạt không đều	- Lượng chất làm loãng quá nhiều; - Sơn khuấy không đều; - Chiều dày lớp sơn không đều; - Pha chế màu không đều.	- Chỉnh lại lượng sử dụng; - Khuấy thật đều; - Không sơn quá dày, không dùng chổi sơn kém; - Phải khuấy nhiều khi pha chế hai màu sơn trở lên, sơn thử trước; - Dùng giấy ráp đánh phẳng sau đó sơn lại.
Bong sơn	Bong lớp sơn bên dưới	- Độ tan của sơn bên trên quá mạnh, thấm vào lớp dưới; - Phối hợp sử dụng lớp sơn dưới và lớp sơn trên không tốt; - Thời gian sơn giữa lớp sơn dưới và lớp sơn trên quá ngắn; - Sơn trên mặt kim loại quá trơn phẳng.	- Không làm loãng quá; - Tránh dùng các loại sơn khác nhau sơn chồng lên nhau; - Đợi sau khi lớp dưới khô hẳn mới sơn lớp trên; - Dùng giấy ráp, đá mài mài phẳng sau đó mới sơn; - Cạo bỏ lớp sơn bong dộp, đánh giấy ráp sơn lại.

1	2	3	4
Lấn mầu	Mầu lớp sơn dưới bị lớp sơn trên làm lẩn, thấm cả lên mặt	1. Tạo lớp sơn phủ mầu nhạt lên trên lớp vật liệu hữu cơ mầu đỏ và lớp sơn bì tum; 2. Lớp sơn lót chưa khô đã sơn lớp sơn trên.	1. Phun nhanh một lớp mỏng, để bốc hơi nhanh chất làm loảng, sau đó lại sơn lớp sơn dầu bên trên; 2. Đợi lớp sơn dưới khô hẳn mới sơn lớp bên trên; 3. Thêm một lớp sơn dầu (như cách 1).
Khô không tốt	Lớp sơn không khô trong thời gian quy định	1. Thi công trong môi trường nhiệt độ quá thấp, độ ẩm quá cao hoặc không thông gió; 2. Trên mặt sơn có nước hoặc dầu; 3. Sơn quá dày.	1. Thay đổi môi trường sơn; 2. Xử lý tốt bề mặt; 3. Thi công theo chiều dày quy định; 4. Nếu không khô trong thời gian dài ở ngoài trời, cao đi sơn lại.
Nứt mai rùa	Vết nứt trên bề mặt lớp sơn	1. Màng sơn quá dày; 2. Lớp sơn bên dưới chưa khô; 3. Nhiệt độ xuống thấp quá nhanh; 4. Phối hợp sử dụng vật liệu sơn lớp trên và lớp dưới không tốt.	1. Tránh sơn quá dày; 2. Đợi khô lớp dưới mới sơn lớp sơn bên trên; 3. Xây ra trong khi thời tiết thay đổi, ngừng thi công; 4. Chọn vật liệu sơn cẩn thận, tránh sơn các loại sơn khác nhau chồng lên nhau; 5. Bỏ màng sơn nứt, sơn lại
Không bóng hoặc bóng không đều	Màng sơn không bóng hoặc một phần không bóng	1. Sơn trên mặt thô nhám; 2. Độ dày màng sơn không đều.	1. Sơn thêm nước sơn dầu; 2. Làm đều lớp sơn; 3. Sơn thêm nước sơn cho đến khi xuất hiện bóng.
Nổi bọt	Màng sơn có bọt khí	1. Do gi nằng lớp màng sơn lên; 2. Mặt bị sơn có thành phần nước hoặc dụng cụ sơn có thành phần nước trong đó.	1. Xử lý tốt bề mặt và lớp sơn chống gỉ; 2. Xử lý bề mặt tốt và rửa sạch dụng cụ sơn; 3. Cẩn loại bỏ bọt khí, sơn lại

8.5. GIA CỐ KẾT CẤU THÉP

8.5.1. Nguyên nhân gia cố kết cấu thép

Nếu kết cấu thép có khuyết tật nghiêm trọng và thương tổn, hoặc thay đổi điều kiện sử dụng, qua tính toán kiểm tra cường độ, độ cứng hoặc tính ổn định của kết cấu không đáp ứng yêu cầu sử dụng, cần tiến hành gia cố đối với kết cấu thép; nguyên nhân chủ yếu thường gặp mà kết cấu thép cần gia cố tăng cường là:

- Do thiết kế hoặc thi công gây ra những khuyết tật cho kết cấu thép như chiều dài đường hàn không đủ, lỗ cắt của cấu kiện quá dài, làm mất cắt bị yếu đi.

- Kết cấu qua thời gian sử dụng dài, gỉ, mài mòn với các mức độ khác nhau, thao tác không bình thường gây nên những khuyết tật, làm cho mặt cắt cấu kiện kết cấu yếu đi nghiêm trọng.

- Điều kiện sản xuất công nghệ thay đổi, làm tăng tải trọng cho kết cấu, kết cấu cũ không thể phù hợp.

- Chất lượng vật liệu thép sử dụng không phù hợp yêu cầu.

- Những tai họa không lường trước của thiên nhiên gây nên thương tổn nghiêm trọng đối với kết cấu.

Do lún nền móng, làm cho kết cấu bị biến dạng và thương tổn.

8.5.2. Nguyên tắc gia cố kết cấu thép và phương pháp gia cố

1. Phương pháp gia cố kết cấu thép

Kết cấu thép qua kiểm tra cần phải gia cố, dựa vào phạm vi thương tổn có thể chia thành gia cố cục bộ và gia cố toàn diện.

Gia cố cục bộ là tiến hành gia cố đối với thanh hoặc nút liên kết nào đó mà sức chịu tải không đủ, có phương pháp tăng diện tích mặt cắt thanh, phương pháp giảm chiều dài tự do của thanh và phương pháp gia cố nút liên kết.

Gia cố toàn diện là tiến hành gia cố đối với toàn bộ kết cấu, có phương pháp gia cố không thay đổi sơ đồ tính toán tĩnh lực kết cấu và phương pháp gia cố thay đổi sơ đồ tính toán tĩnh lực kết cấu.

Phương pháp thi công gia cố kết cấu có phương pháp gia cố vẫn mang tải trọng, phương pháp gia cố dỡ tải và phương pháp gia cố dỡ tải một phần; bất đắc dĩ mới tháo dỡ bộ phận cần gia cố thay thế từ kết cấu (lúc này cần lắp dựng chống đỡ tạm thời đảm bảo an toàn cho kết cấu).

Phương pháp gia cố tăng mặt cắt cấu kiện vốn có là phương pháp tốn kém nhất (nhưng thông thường là phương pháp có thể thực hiện được), phương pháp thay đổi sơ đồ tính toán là phương pháp có hiệu quả và có nhiều loại, chi phí cũng giảm đi rất nhiều.

2. Nguyên tắc gia cố kết cấu thép

Gia cố cấu kiện hoặc kết cấu là một công việc phức tạp, nhiều nhân tố phải xem xét, phương pháp gia cố nên chọn từ các mặt như thi công thuận lợi, không ảnh hưởng đến sản xuất, kinh tế hợp lý, hiệu quả tốt, nguyên tắc thông thường là:

- Cố gắng khi gia cố không dùng sản xuất hoặc ít dùng sản xuất, tổn thất do dùng sản xuất thường gấp mấy lần hoặc mấy chục lần chi phí gia cố; có thể gia cố không dùng sản xuất quyết định ở trạng thái ứng suất biến dạng của kết cấu, thông thường ứng suất bền trong cấu kiện nhỏ hơn 80% cường độ thiết kế vật liệu thép, nếu cấu kiện hư hỏng, biến dạng không nghiêm trọng lắm, có thể dùng phương pháp gia cố chịu tải trọng không dùng sản xuất.

- Phương án gia cố kết cấu cần thuận lợi cho chế tạo, thi công, thuận lợi cho kiểm tra chất lượng.

- Chế tạo, lắp đặt kết cấu cố gắng tiến hành ở ngoài phạm vi sản xuất.

- Gia cố liên kết cố gắng dùng bu lông cường độ cao hoặc hàn nối.

Khi gia cố dùng bu lông cường độ cao, phải tính toán kiểm tra khả năng chịu tải sau khi khoan lỗ làm giảm mặt cắt; khi dùng hàn gia cố, ứng suất cấu kiện vốn có mà tải trọng thực tế sinh ra tốt nhất dưới 60% cường độ thiết kế của vật liệu thép, giới hạn không được vượt quá 80%, nếu không phải dùng các biện pháp tương ứng mới được hàn.

3. Trước khi xác định phương pháp gia cố, phải thu thập các tài liệu dưới đây:

- Bản vẽ hoàn công kết cấu cũ (bao gồm cả bản vẽ thay đổi) và biên bản nghiệm thu;

- Bản phê duyệt báo cáo chất lượng vật liệu thép đã dùng hoặc báo cáo thí nghiệm chất lượng vật liệu mới làm;

- Biên bản nghiệm thu chế tạo, lắp đặt cấu kiện kết cấu thép vốn có;

- Bản tính toán thiết kế kết cấu vốn có;

- Báo cáo kiểm tra tình trạng hư hỏng của kết cấu hoặc cấu kiện;

- Số liệu tải trọng thực tế hiện có và tải trọng mới tăng sau khi gia cố.

8.5.3. Gia cố cột thép

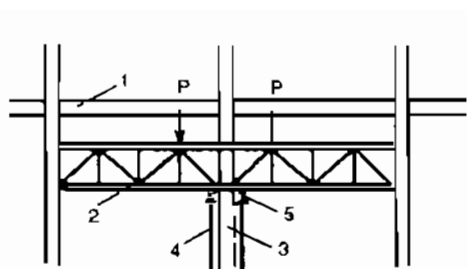
1. Phương pháp đỡ tải cột

Khi cần thiết gia cố hoặc thay mới trong trạng thái đỡ tải, dùng phương pháp “đỡ dầm thay cột”.

Nếu chỉ cần gia cố phần cột phía trên, có thể lợi dụng dầm cầu trục đỡ mái (vì kèo), để đỡ tải cột.

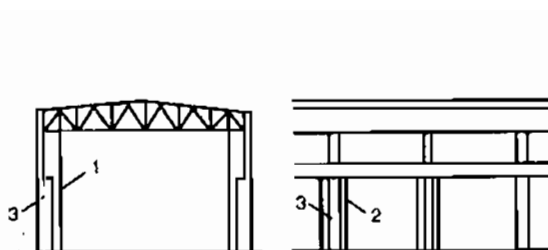
Nếu cần gia cố cột phía dưới, hoặc công nghệ yêu cầu cắt bỏ cột dưới, có thể bố trí dầm đỡ vĩnh cửu dưới dầm cầu trục, để tải trọng cột phía trên (bao gồm tải trọng của dầm cầu trục) phân chia cho cột bên cạnh (cần phải tính toán kiểm tra cột bên cạnh cùng gia cố, cũng cần tính toán kiểm tra móng, như hình 8.11). Dùng phương pháp này nên xem xét sau khi dùng dầm đỡ thay thế cột dưới, dầm đỡ sẽ có độ võng nhất định, làm cho vì kèo vốn có chìm xuống, từ đó có thể làm tổn thương nút liên kết cấu kiện nối với vì kèo này, do đó có thể đặt trước tải trọng tạm thời P trên dầm đỡ, khiến cho dầm đỡ có độ võng dự tính trước; trình tự sử dụng phương pháp này là trước tiên gia cố cột bên cạnh, hàn dầm đỡ với cột bên, đặt tải trọng tạm thời P , hàn dầm đỡ với cột giữa, đỡ tải trọng tạm thời P , gia cố hoặc cắt đi cột phía dưới.

Nếu cột trên và cột dưới đều cần đỡ tải gia cố hoặc thay cột mới, có thể dùng phương pháp “đỡ dầm thay cột” như hình 8.12.



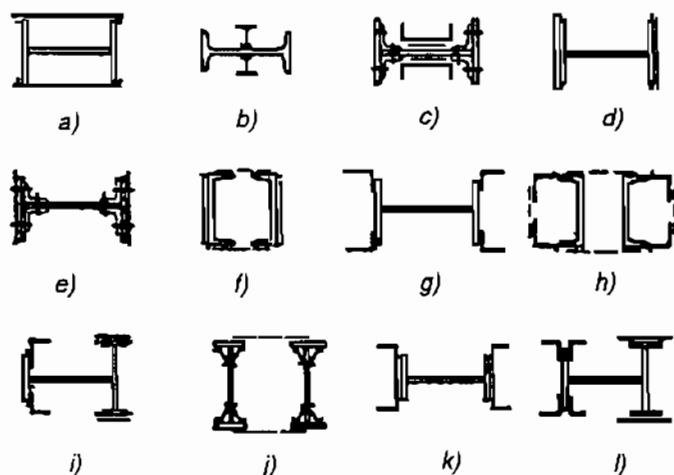
Hình 8.11. Gia cố cột phía dưới hoặc phương pháp dỡ tải khi cắt

1. Dầm cầu trục; 2. Dầm đỡ vĩnh cửu;
3. Bộ phận cột được gia cố hoặc bị cắt đi;
4. Cây chống tạm thời; 5. Kịch.

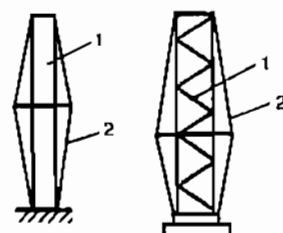


Hình 8.12. Cột hạ tải

1. Chống đỡ tạm thời khi dỡ tải vì kèo;
2. Chống đỡ tạm thời khi dỡ tải dầm cầu trục;
3. Cột cần gia cố.



Hình 8.13. Hình thức gia cường mặt cắt cột



Hình 8.14. Bố trí thêm cây chống gia cố cột

1. Cột cũ; 2. Cây chống bố trí thêm.

2. Phương pháp gia cố cột thép

- Tăng cường mặt cắt cột

Thông thường tăng cường mặt cắt cột dùng thép tấm hoặc thép hình, dùng hàn hoặc bu lông cường độ cao liên kết với cột cũ làm thành một khối, hình 8.13 là hình thức tăng cường gia cố mặt cắt cột.

Hình 8.13a, b, c là hình thức gia cố mặt cắt cột chịu lực dọc trục khá lớn và mô men tương đối nhỏ; hình 8.13d đến j là hình thức gia cố mặt cắt cột dùng cho cột chịu nén lệch tâm (cấu kiện chịu nén uốn); hình 8.13k, l mặt cắt cột sau khi gia cố, không chỉ nâng cao mô men trong mặt phẳng, mà cũng có thể nâng cao mô men quán tính ngoài mặt phẳng, do đó phù hợp gia cố mặt cắt cột chịu nén lệch tâm theo hai hướng.

- Bố trí thêm cây chống

Bố trí thêm cây chống giảm độ dài tự do của cột, nâng cao sức chịu tải, hình 8.14 là hình thức bố trí thêm cây chống, trong trường hợp kích thước mặt cắt không đổi nâng cao tính ổn định của cột.

- Thay đổi sơ đồ tính toán giảm tải trọng ngoài hoặc nội lực của cột:

Hình 8.15 đưa ra mấy loại hình thức gia cố thay đổi sơ đồ tính toán cột thép. Hình a, là đối khớp liên kết giữa vì kèo với cột thành liên kết cứng, giảm mô men uốn tính toán của cột, mặt cắt của cột không cần gia cố nữa, nhưng cần phải kiểm tra tính toán đối với các thanh của vì kèo; hình b, gia cường dầm cột A, làm cho tải trọng ngang mà dầm vì kèo gánh chịu chủ yếu do dầm cột A đảm nhận, làm giảm tải đối với các cột khác, khiến cho khối lượng công việc gia cố giảm đi; hình c, tăng cột chống, giảm độ dài tự do của cột; đây là ba loại thí dụ đơn giản, có thể thay đổi phương thức theo ba loại sơ đồ tính toán ở trên, dựa theo tình hình cụ thể xác định hình thức gia cố khác.

- Bọc bê tông cốt thép bốn xung quanh phía ngoài cột thép để gia cố, có thể nâng cao năng lực chịu tải một cách rõ rệt.

3. Phương pháp gia cố chân cột

- Phương pháp gia cố chiều dầm đáy chân cột không đủ:

+ Thêm sườn cứng cho chân cột, đạt được mục đích giảm mô men uốn tính toán dầm đáy (hình 8.16a).

+ Đổ bê tông giữa thép hình chân cột, làm cho dầm đáy chân cột thành khối cứng, để tăng lực kết dính, làm sạch dầu và gỉ trên bề mặt chân cột, đồng thời bên ngoài hàn cốt thép $\varnothing 16\sim\varnothing 20@150$ (hình 8.16b).

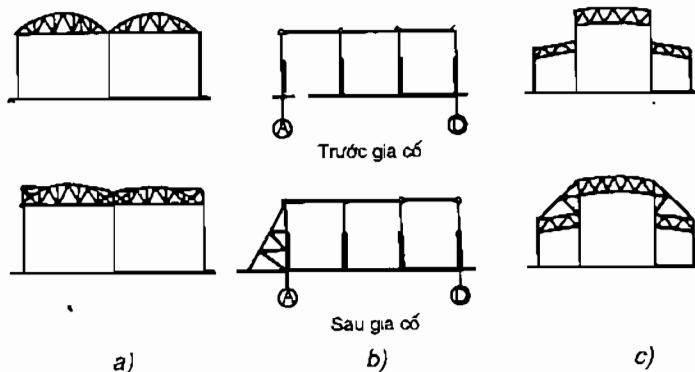
- Phương pháp gia cố neo chân cột không đủ chắc

+ Tăng thêm bu lông neo: có thể dùng nếu móng bê tông tương đối rộng, khoan lỗ trên móng bê tông, cắm thêm bu lông neo bổ sung, giữ chặt bằng cách đổ vữa épôxy hoặc vữa lưu hoàng (đường kính lỗ là đường kính bu lông neo d cộng với 20mm, chiều sâu thêm $30d$), tăng thêm đầu trên bu lông neo, dùng ê cu vặn chặt trên dầm đưa của đệm dầm (hình 8.17a).

+ Dùng bê tông cốt thép bọc toàn bộ bên ngoài chân cột: cốt thép bố trí thêm cần cắm vào trong móng, hàn với cốt thép trong móng cũ (hình 8.17b).

4. Phương pháp tính toán kiểm tra sức chịu tải gia cố cột

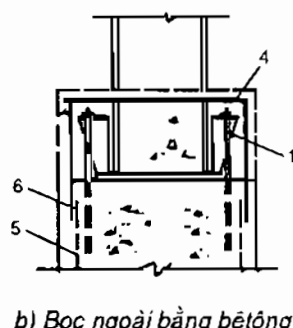
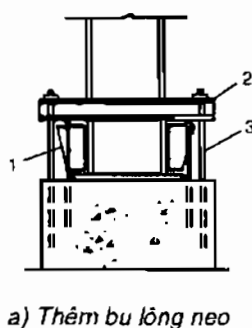
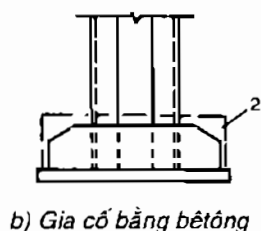
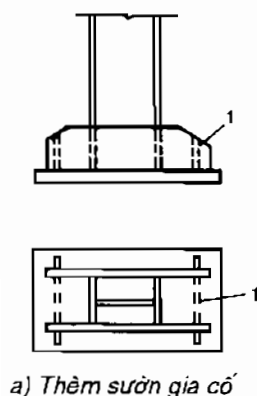
Khi tính toán gia cố dưới trạng thái tải trọng, vấn đề quan trọng là ứng suất sau khi gia cố có thể phân phối lại được không, nghĩa là sau khi gia cố mặt cắt cũ có thể phân phối ứng suất vốn có đến mặt cắt cấu kiện mới bổ sung hay không. Nếu có thể phân phối lại, tổng tải trọng mới và cũ, có thể phân phối đồng đều cho mặt cắt mới cũ, nếu không tải trọng cũ vẫn



Hình 8.15. Hình thức gia cố thay đổi sơ đồ tính toán cột

a. Khớp dẻo đỉnh cột đổi thành khớp cứng; b. Gia cường một dầm cột nào đó; c. Dùng cây chống neo cố định đỉnh cột.

do mặt cắt cũ gánh chịu, tải trọng mới tăng thêm do mặt cắt cũ mới (nghĩa là tổng mặt cắt sau khi gia cố) gánh chịu đều; cho đến nay, phân bố lại ứng suất sau khi gia cố còn chưa có thực nghiệm chứng minh đầy đủ (ít nhất là trong giai đoạn đàn hồi), nhưng đối với kết cấu tĩnh tải, khi một phần của mặt cắt đi vào trạng thái dẻo, ứng suất cuối cùng sẽ phân phối lại, do đó trong tính toán kết cấu tĩnh tải có thể tính toán theo nguyên tắc mặt cắt cũ và mới cùng làm việc, nhưng trong trường hợp kết cấu tải trọng động, vùng dẻo rất khó hình thành, không xét đến ứng suất phân phối lại, khi tính toán, lần lượt tính toán riêng trường hợp trước và sau khi gia cố, sau đó tìm tổng của chúng. Gia cố trong trường hợp đỡ tải, thì không tồn tại vấn đề trên.



Hình 8.16. Gia cố tấm đáy chân cột
1. Gân gia cố; 2. Đổ bê tông.

Hình 8.17. Chân cột neo gia cố
1. Neo cũ; 2. Dầm dũa mới thêm; 3. Neo mới thêm; 4. Cốt thép trong bê tông mới đổ; 5. Cốt thép móng cũ; 6. Hàn nối cốt thép mới và cũ.

Theo như ở trên, công thức kiểm tra tính toán sau khi gia cố mặt cắt cột như sau:

- Tính toán cường độ cột chịu nén dọc trục

$$\frac{N}{k \cdot A_j} \leq f \quad (8.1)$$

Trong đó: N - Lực nén dọc trục;

A_j - Diện tích mặt cắt hữu hiệu của cấu kiện;

k - Hệ số triết giảm gia cố, lấy bằng 0,9;

f - Cường độ tính toán chịu nén, chịu kéo, chịu uốn của vật liệu thép.

- Tính toán cường độ cột chịu nén lệch tâm (cấu kiện nén uốn)

$$\frac{N}{k \cdot A_j} + \frac{M_{dx}}{k \gamma_x W_{nx}} \leq f \quad (8.2)$$

Trong đó: M_x - Mô men uốn lớn nhất trong đoạn tính toán;

γ_x - Hệ số dẻo của mặt cắt, lấy theo quy phạm;

W_{nx} - Mô men chống uốn của mặt cắt hữu hiệu sau khi gia cố.

- Tính toán ổn định tổng thể của cột chịu nén dọc trục

+ Cột dạng đặc bụng

$$\frac{N}{k \cdot \varphi \cdot A} \leq f \quad (8.3)$$

Trong đó: φ - Hệ số ổn định chịu nén dọc trục của mặt cắt sau khi gia cố.

+ Cột dạng khung

Vẫn tính toán theo công thức (8.3), nhưng hệ số độ mảnh λ đối với trục giả (trục y), phải lấy hệ số độ mảnh chuyển đổi λ_0 , φ tra theo trị số $\lambda_{\max}$.

Tính toán ổn định tổng thể của cột chịu nén lệch tâm (cấu kiện chịu nén uốn)

+ Cột dạng đặc bụng

Tính toán ổn định tổng thể mô men uốn tác động trong mặt phẳng

$$\frac{N}{k \varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{k \cdot \gamma_x W_{1x} \left(1 - 0,8 \frac{N}{N_{Ex}} \right)} \leq f \quad (8.4)$$

Tính toán ổn định tổng thể mô men uốn tác động ngoài mặt phẳng

$$\frac{N}{k \cdot \varphi_y A} + \frac{\beta_{1x} M_x}{k \cdot \varphi_b W_{1x}} \leq f \quad (8.5)$$

Trong đó:

φ_x, φ_y - Hệ số ổn định chịu nén dọc trục khi mô men uốn tác động bên trong mặt phẳng và tác động bên ngoài mặt phẳng;

φ_b - Hệ số ổn định tổng thể của cấu kiện chịu uốn, tính theo công thức của quy phạm;

W_{1x} - Mô men chống uốn của mặt cắt phù bì chịu nén lớn nhất trong mặt phẳng mô men tác động;

β_{mx}, β_{1x} - Hệ số mô men uốn tương đương, tính toán theo quy phạm;

N_{Ex} - Lực tới hạn.

+ Cột dạng khung:

Mô men uốn tác động quanh trục giả (trục x), tính toán ổn định tổng thể trong mặt phẳng mô men uốn

$$\frac{N}{k \varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{k W_{1x} \left(1 - \varphi_x \frac{N}{N_{Ex}} \right)} \leq f \quad (8.6)$$

Trong đó: φ_x, N_{Ex} xác định theo độ mảnh chuyển đổi.

Ổn định tổng thể ngoài mặt phẳng mô men uốn của cột dạng khung mà mô men uốn tác động quanh trục giả không tính được, nhưng cần tính toán kiểm tra ổn định từng nhánh.

Mô men uốn tác động quanh trục thật lên cột dạng khung, thì tính toán ổn định tổng thể khi mô men uốn tác động trong mặt phẳng và ngoài mặt phẳng cũng giống như cột đặc

bụng, nhưng tính toán độ mảnh ổn định ngoài mặt phẳng phải lấy độ mảnh tính toán chuyển đổi, φ_b lấy 1,0.

- Tính toán ổn định cục bộ của cột chịu nén dọc trục:

Tấm cánh mặt cắt hình chữ I:

$$\frac{b}{t} \leq (10 + 0,1\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.7)$$

Tấm bụng:

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (25 + 0,5\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.8)$$

Trong đó:

b - Độ rộng vưon tự do ra ngoài của tấm cánh;

t - Chiều dày tấm cánh;

h_0 - Chiều cao tính toán của tấm bụng;

t_w - Chiều dày tấm bụng;

f_y - Cường độ bền của vật liệu thép;

λ - Trị số lớn hơn của hai hệ số độ mảnh theo hai trục chính của cấu kiện, nếu $\lambda < 30$, lấy 30; nếu $\lambda > 100$, lấy 100.

- Tính toán ổn định cục bộ cột chịu nén lệch tâm (cấu kiện chịu nén uốn):

+ Tấm cánh:

$$\frac{b}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.9)$$

+ Tấm bụng (cấu kiện chịu uốn mặt cắt hình chữ I):

Nếu $0 < \alpha_0 \leq 1,6$:

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (16\alpha_0 + 0,5\lambda + 25) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.10)$$

Nếu $1,6 < \alpha_0 \leq 2,0$:

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (48\alpha_0 + 0,5\lambda - 26,2) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.11)$$

Trong đó: $\alpha_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$

$\sigma_{\max}$ - Ứng suất nén lớn nhất của mép cao độ tính toán tấm bụng;

$\sigma_{\min}$ - Ứng suất tương ứng mép bên kia của cao độ tính toán tấm bụng, nén là dương, kéo là âm;

λ - Độ mảnh của cấu kiện trong mặt phẳng tác động của mô men uốn, nếu $\lambda < 30$, lấy 30; nếu $\lambda > 100$, lấy 100.

Tính toán kiểm tra sức chịu tải cột dạng đặc bụng chịu nén dọc trục (cấu kiện chịu nén dọc trục) sau khi gia cố bao gồm: tính toán kiểm tra cường độ, tính toán kiểm tra ổn định tổng thể và tính toán kiểm tra ổn định cục bộ.

Tính toán kiểm tra sức chịu tải cột dạng đặc bụng chịu nén lệch tâm (cấu kiện chịu nén lệch tâm) bao gồm: tính toán kiểm tra cường độ (thông thường không có tác dụng khống chế, nếu mặt cắt không bị yếu nghiêm trọng có thể không cần tính toán kiểm tra), tính toán kiểm tra ổn định tổng thể mô men uốn tác động trong mặt phẳng, ổn định tổng thể mô men uốn tác động ngoài mặt phẳng và ổn định cục bộ.

Tính toán kiểm tra sức chịu tải cột dạng khung chịu nén dọc trục (cấu kiện chịu nén dọc trục) sau khi gia cố bao gồm: tính toán kiểm tra cường độ (nếu mặt cắt không bị yếu nghiêm trọng có thể không cần tính toán kiểm tra), tính toán kiểm tra ổn định tổng thể, tính toán kiểm tra ổn định của các nhánh đơn và tính toán kiểm tra vật liệu bản mã (tính toán kiểm tra ba loại sau có thể tham khảo tài liệu có liên quan đến thiết kế kết cấu).

Tính toán kiểm tra cột dạng khung chịu nén lệch tâm (cấu kiện chịu nén uốn) phải bao gồm: tính toán kiểm tra cường độ (thường không cần tính toán kiểm tra), tính toán kiểm tra ổn định tổng thể mô men uốn tác động trong mặt phẳng, tính toán kiểm tra ổn định tổng thể mô men uốn tác động ngoài mặt phẳng, tính toán kiểm tra ổn định của các nhánh và tính toán kiểm tra vật liệu bản mã.

5. Ví dụ thực tế gia cố cột thép (cấu kiện chịu nén uốn)

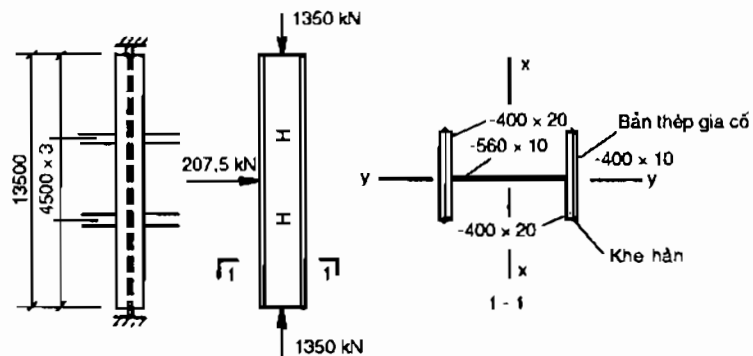
Một cột đặc bụng mặt cắt hình chữ I, như hình 8.18, tải trọng thiết kế ban đầu là lực nén dọc trục 1.350kN (giá trị thiết kế), trong nhịp có một tải trọng ngang tập trung là 207,5kN (giá trị thiết kế), mô men uốn sinh ra trong nhịp là 700kNm, thép A3; do điều kiện sử dụng thay đổi, tăng lực nén dọc trục là 850kN (giá trị thiết kế), do đó cần gia cố mặt cắt cột.

Qua phân tích dùng phương pháp gia cố trên tấm cánh cũ hàn thêm bản thép (hình 8.18). Khi gia cố tháo dỡ tải trọng ngang tập trung, cột chỉ chịu lực nén dọc trục, tính toán ứng suất trong cột cũ theo cột chịu nén dọc trục, nhỏ hơn 60% cường độ thiết kế vật liệu thép, do đó không cần dùng cây chống đỡ đỡ tải.

Dùng thép tấm gia cường tấm cánh, diện tích thép tấm cần dùng có thể dự tính sơ bộ theo lực dọc trục mới tăng thêm là 850kN:

$$\Delta A = \frac{N}{k \cdot f} = \frac{850 \times 10^3}{0,9 \times 215} = 4.393 \text{ mm}^2.$$

Vì trong tính toán kiểm tra gia cố đưa vào hệ số triết giảm k , sẽ làm giảm sức chịu tải của mặt cắt cột cũ, sức chịu tải giảm đi do thép tấm mới tăng thêm đảm nhận, do đó diện tích ΔA tính toán ở trên cũng



Hình 8.18. Ví dụ thực tế gia cố cột

phải tăng lên, cần tăng thêm bao nhiêu, nói chung thông qua tính toán kiểm tra để xác định, trong thí dụ này thông qua tính toán, tăng ΔA khoảng một lần có thể đáp ứng sức chịu tải, do đó quyết định dùng hai thép tấm 400×10 , lần lượt hàn ở phía ngoài hai cánh.

- Đặc trưng hình học của mặt cắt cột sau khi gia cố:

$$A = 400 \times 20 \times 2 + 400 \times 10 \times 2 + 560 \times 10 = 29.600 \text{ mm}^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} (400 \times 600^3 - 390 \times 560^3) + \frac{2}{12} \times 400 \times 10^3 + 800 \times 10 \times 30,5^2 = 2,24 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} (2 \times 20 \times 400^3 + 2 \times 10 \times 400^3 + 560 \times 10^3) = 3,2 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{2,24 \times 10^9}{29600}} = 275 \text{ mm}; \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,2 \times 10^8}{29600}} = 104 \text{ mm}$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2 \times 2,24 \times 10^9}{620} = 7,2 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x} = \frac{13500}{275} = 49,1 \quad \text{tra được } \varphi_x = 0,861$$

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y} = \frac{4500}{104} = 43,3 \quad \text{tra được } \varphi_y = 0,885$$

- Tính toán kiểm tra cường độ:

$$\begin{aligned} \frac{N}{k \cdot A} + \frac{M_x}{k \gamma_x W_x} &= \frac{2200 \times 10^3}{0,9 \times 29600} + \frac{700 \times 10^6}{0,9 \times 1,05 \times 7,2 \times 10^6} = \\ &= 185,5 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2, \text{ an toàn.} \end{aligned}$$

- Tính toán kiểm tra ổn định tổng thể:

+ Ổn định khi mô men uốn tác động trong mặt phẳng

$$N_{Ex} = \frac{\pi^2 EI_x}{l_{0x}^2} = \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 2,24 \times 10^9}{13500^2} = 3,37 \times 10^7 \text{ N}$$

$$\beta_{mx} = 1 - 0,2 \frac{N}{N_{Ex}} = 1 - 0,2 \frac{2200}{33700} = 0,987$$

Ta có:

$$\begin{aligned} \frac{N}{k \varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{k \gamma_x W_{1x} \left(1 - 0,8 \frac{N}{N_{Ex}} \right)} &= \frac{2200 \times 10^3}{0,9 \times 0,861 \times 29600} + \\ + \frac{0,987 \times 700 \times 10^6}{0,9 \times 1,05 \times 7,2 \times 10^6 \left(1 - 0,8 \frac{2,2}{3,37} \right)} &= 203 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2, \text{ ổn định.} \end{aligned}$$

+ Ổn định khi mô men uốn tác động ngoài mặt phẳng:

Hệ số ổn định tổng thể φ_b của kết cấu chịu uốn (dầm), khi tính toán cấu kiện chịu uốn, có thể dùng công thức đơn giản trong phụ lục quy phạm kết cấu thép để tính toán, lúc này:

$$\varphi_b = 1,07 - \frac{\lambda_v^2}{44000} \cdot \frac{f_y}{235} = 1,07 - \frac{43,3^2}{44000} \cdot \frac{235}{235} = 1,027 > 0,6$$

Dựa theo quy phạm φ_b thay thế φ_b , nếu $\varphi_b = 1,027$ thì tra được $\varphi_b = 0,769$, $\beta_{tx} = 1,0$.

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } \frac{N}{k\varphi_b A} + \frac{\beta_{tx} M_x}{k\varphi_b W_{tx}} &= \frac{2,2 \times 10^6}{0,9 \times 0,885 \times 2,96 \times 10^4} + \frac{1,0 \times 700 \times 10^6}{0,9 \times 0,769 \times 7,2 \times 10^6} = \\ &= 233,8 \text{ N/mm}^2 > 215 \text{ N/mm}^2, \text{ vượt quá } 8,7\% > 5\%. \end{aligned}$$

Như vậy ổn định ở ngoài mặt phẳng không đủ, phải tăng thêm kích thước thép tấm gia cố, hoặc bố trí thêm điểm chống đỡ phía bên của cột ở phần giữa, hoặc đổi thép tấm gia cố bằng thép hình; trong thực tế sử dụng vượt quá 5% không nhiều, có thể cho rằng, ở đây không cần tính toán lại mặt cắt thay đổi.

+ Tính toán kiểm tra ổn định cục bộ:

$$\text{Thanh cánh: } \frac{b}{t} = \frac{200}{30} = 6,7 < 15 \sqrt{\frac{235}{235}}, \text{ ổn định}$$

(Trên thực tế đã tăng chiều dày thanh cánh, có thể không cần tính toán kiểm tra).

$$\text{Tấm bụng: } \sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{h_0}{2} = \frac{2,2 \times 10^6}{29600} + \frac{700 \times 10^6}{2,24 \times 10^9} \times 280 = 161,8 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{A} - \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{h_0}{2} = -13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{161,8 + 13,2}{161,8} = 1,08 < 1,6.$$

Ta có:

$$[16\sigma_0 + 0,5\lambda + 25] \sqrt{\frac{235}{f_y}} = [16 \times 1,08 + 0,5 \times 49,1 + 25] \sqrt{\frac{235}{235}} = 66,8;$$

$$\frac{h_0}{t_w} = \frac{560}{10} = 56 < 66,8, \text{ ổn định.}$$

8.5.4. Gia cố vì kèo, giá đỡ thép

1. Phương pháp đỡ tải vì kèo, giá đỡ

Gia cố vì kèo hoặc giá đỡ nên tiến hành trong trạng thái có tải, bắt buộc dĩ phải tiến hành gia cố hoặc thay đổi trong trạng thái đỡ tải hoặc đỡ tải một phần, có thể dùng phương pháp đỡ tải như hình 8.19.

Hình 8.19a là trực tiếp lắp dựng cây chống tạm thời từ mặt đất, hình 8.19b là lắp đặt cây chống ở trên dầm cầu trục, hoặc bố trí giàn giáo trên dầm cầu trục, dùng kích để truyền tải

trọng của vì kèo lên giàn giáo; như vậy có thể lợi dụng dầm cầu trục không chiếm không gian của gian máy ở phía dưới cầu trục, mà cầu trục có thể vận hành, gia cố vì kèo có thể tiến hành từng vì kèo, nâng cao hiệu suất; điểm đỡ của cây chống tạm thời phải nằm ở nút của dàn; biện pháp đỡ tải đều sẽ ảnh hưởng lớn đến sản xuất. Giá đỡ cũng dùng phương pháp đỡ tải tương tự như hình 8.19a, vì giá đỡ ở ngoài phạm vi vận hành của dầm cầu trục, do đó đỡ tải ảnh hưởng ít đối với sản xuất.

2. Phương pháp gia cố vì kèo (giá đỡ)

Có tương đối nhiều cách gia cố vì kèo (giá đỡ), phải dựa vào vấn đề tồn tại, nguyên nhân, điều kiện thi công và điều kiện kinh tế của vì kèo cũ để lựa chọn.

- Phương pháp gia cố hệ thống vì kèo

Phương pháp gia cố hệ thống là tìm cách liên kết vì kèo với cấu kiện khác, hoặc tăng điểm chống và cây chống, để hình thành hệ thống kết cấu chịu tải không gian hoặc liên tục, thay đổi sức chịu tải của vì kèo.

+ Bố trí thêm cây chống hoặc điểm chống: như vậy có thể tăng độ cứng không gian của vì kèo, truyền một phần tải trọng ngang vào tường đầu hồi, nâng cao khả năng chống động đất, do đó có thể dùng nếu độ cứng không đủ hoặc hệ thống cây chống không hoàn thiện.

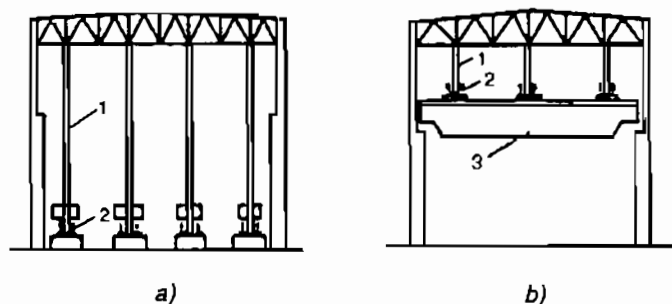
+ Thay đổi liên kết gối đỡ gia cố vì kèo: hình thức gia cố thay đổi sơ đồ tính toán cột như hình 8.15, khiến cho vì kèo thép khớp di động đổi thành kết cấu liên tục, trong nhịp đơn khớp di động đổi thành khớp cứng cũng thay đổi nội lực các thanh trong vì kèo; sự thay đổi liên kết gối đỡ có thể làm giảm nội lực của nhiều thanh, nhưng cũng có thể khiến cho đặc trưng nội lực của một số thanh thay đổi hoặc tăng thêm ứng suất, cho nên đối với vì kèo sau khi thay đổi liên kết gối đỡ, phải tiến hành tính toán lại nội lực.

- Phương pháp gia cố tổng thể

Phương pháp gia cố tổng thể là tăng cường tổng sức chịu tải của vì kèo, thay đổi nội lực các thanh trong dàn.

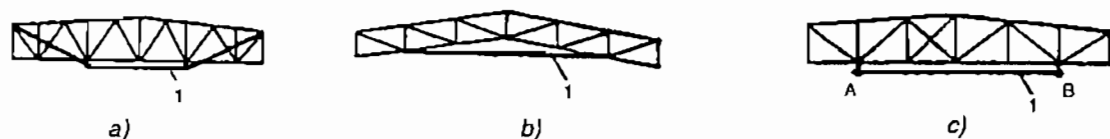
+ Phương pháp dùng thép ứng suất trước gia cố: hình 8.20 là lợi dụng thép ứng suất trước (hiệu quả của thép cường độ cao hoặc bó thép cường độ cao tốt), giảm đi rất nhiều nội lực của các thanh; hình 8.20a là bố trí thêm thép ứng suất trước, hình 8.20b, c là dùng các thanh thép ứng suất trước dạng đường thẳng, tại hai nút A và B hình 8.20 phải hàn tay đòn cứng mới có thể tác động ứng suất.

+ Phương pháp dùng dàn thanh chống để gia cố: hình 8.21 là bố trí thêm dàn thanh chống gia cố bên dưới dàn, thanh kéo của dàn tăng thêm có thể neo trên vì kèo, cũng có thể neo trên cột, thanh chống của dàn tăng thêm có tác dụng giảm tải đối với vì kèo thông qua

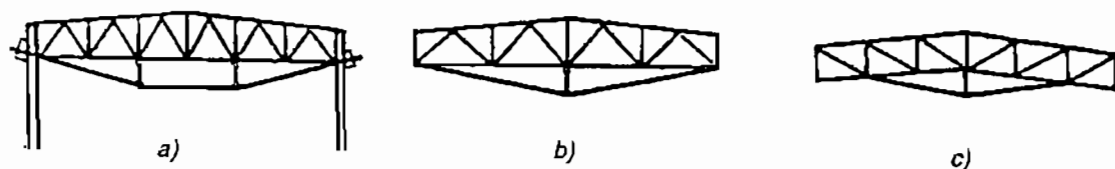


Hình 8.19. Dùng cây chống tạm thời đỡ tải vì kèo
1. Cây chống tạm thời; 2. Kích; 3. Dàn dầm cầu trục.

lực chống vào điểm A, để làm cho điểm A có lực kích lên, đầu tiên dùng kích tăng khoảng cách giữa thanh kéo và vì kèo, sau đó lắp đặt thanh chống. Vì kèo lợi dụng đàn của thanh chống gia cố sẽ ảnh hưởng tới đường đi của cầu trục, cho nên sử dụng cho dàn của phân xưởng không có cầu trục hoặc dùng cho dàn của giá đỡ.



Hình 8.26. Thép ứng suất trước gia cố vì kèo
1. Thép ứng suất trước.



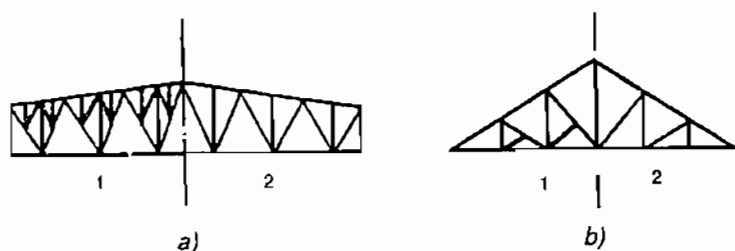
Hình 8.21. Dàn thanh chống gia cố vì kèo
a. Neo cố định thanh kéo treo lên trên;
b. Neo cố định thanh kéo ở gối vì kèo;
c. Neo cố định thanh kéo ở nút giữa.

- Phương pháp gia cố bằng cách giảm độ mảnh - phương pháp gia cố phân chia lại các thanh

Lợi dụng phân chia lại các thanh để giảm độ mảnh của các thanh chịu nén, tăng khả năng chịu tải mặt cắt các thanh cũ (hình 8.22).

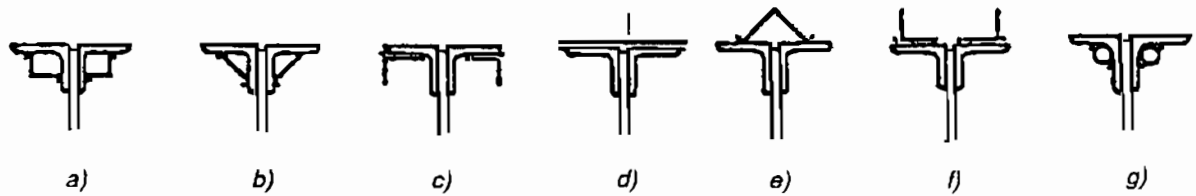
- Phương pháp gia cố bằng tăng cường mặt cắt các thanh

Sức chịu tải của một số thanh nào đó trong vì kèo (dàn) không đủ, có thể dùng phương pháp tăng cường mặt cắt thanh để gia cố. Thông thường mặt cắt tăng cường của các thanh của dàn đều gia cố bằng cách hàn thêm thép góc hoặc thép



Hình 8.22. Phân chia lại gia cố vì kèo
a. Gia cố thanh cánh trên và một bộ phận thanh bụng;
b. Gia cố các thanh bụng xiên.
1. Dạng phân phối lại; 2. Vì kèo cũ.

tấm hoặc ống thép để gia cố. Hình 8.23 là sơ đồ hình thức gia cường mặt cắt các thanh cánh trên và thanh cánh dưới. Thanh cánh trên và dưới của hình 8.23a, b, c, g đều phù hợp, hình 8.23d cần tháo dỡ mái khi dùng ở thanh cánh trên, hình 8.23e, f phù hợp với gia cố mặt cắt thanh cánh dưới.



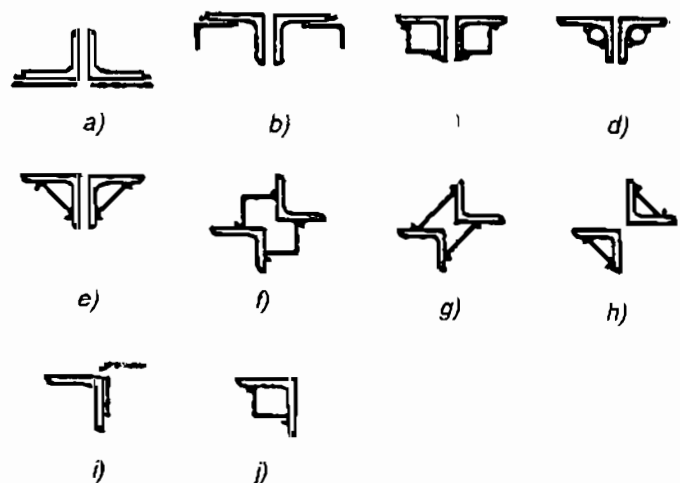
Hình 8.23. Hình thức gia cường mặt cắt thanh cánh

Hình 8.24 là hình thức tăng cường gia cố mặt cắt thanh bụng, hình 8.24a phù hợp với các thanh mà mô men uốn không lớn, hình 8.24d dùng thép tròn gia cố phù hợp với thanh kéo, nếu thay bằng ống thép gia cường, cũng có thể dùng cho thanh nén. Dùng thép tròn, ống thép tròn gia cường mặt cắt, có thể khiến cho tâm của mặt cắt dịch chuyển rất nhỏ, không cản trở các thanh của vì kèo đặt đúng vị trí. Hình 8.24f, g, h phù hợp với gia cố tăng cường thanh đứng có mặt cắt hình chữ thập (+). Hình 8.24i, j phù hợp với gia cố tăng cường các thanh bụng thép góc đơn. Khi đồng thời gia cố tăng cường mặt cắt các thanh của vì kèo (dàn), thường có vấn đề gia cường liên kết ở điểm nút. Gia cố liên kết điểm nút giới thiệu ở phần sau.

3. Phương pháp tính toán kiểm tra sức chịu tải gia cố mặt cắt các thanh của vì kèo (dàn)

Dựa vào trạng thái chịu lực các thanh của vì kèo (dàn) có thể chia thành bốn loại: thanh kéo dọc trục, thanh nén dọc trục, thanh chịu kéo uốn và thanh chịu nén uốn, các thanh thuộc hai loại sau thông thường gây ra do tải trọng ở giữa nút sinh ra uốn.

- Tính toán kiểm tra cường độ thanh chịu kéo dọc trục



Hình 8.24. Hình thức gia cường mặt cắt thanh bụng

$$\frac{N'}{k \cdot A_s} \leq 1 \quad (8.12)$$

Trong đó: N' - Lực kéo dọc trục của thanh;

Các kí hiệu khác giống như trên.

- Tính toán kiểm tra các thanh chịu nén dọc trục

Tính toán kiểm tra cường độ theo công thức (8.1), tính toán kiểm tra ổn định tổng thể theo công thức (8.3), ổn định cục bộ không cần tính toán kiểm tra, bởi vì các thanh đều tổ hợp bằng thép hình.

- Tính toán kiểm tra các thanh chịu kéo uốn

Các thanh chịu kéo uốn phải tính toán kiểm tra cường độ:

$$\frac{N'}{k \cdot A_j} \pm \frac{M_x}{k \cdot \gamma_x \cdot W_x} \leq f \quad (8.13)$$

- Tính toán kiểm tra các thanh chịu nén uốn

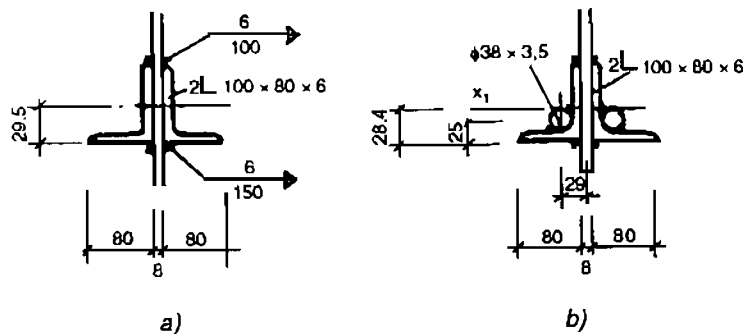
Tính toán kiểm tra cường độ theo công thức (8.2), tính toán kiểm tra ổn định tổng thể theo công thức (8.4), (8.5), ổn định cục bộ không cần phải tính toán kiểm tra.

4. Ví dụ thực tế gia cố vì kèo

Ví dụ 1: Vì kèo thép của một phân xưởng có nhịp 30m, khi kiểm tra phát hiện bảo dưỡng chống ăn mòn không tốt, vì kèo bị ăn mòn cục bộ, mấy thanh bụng ở cùng một vị trí của một số vì kèo bị ăn mòn nghiêm trọng đều gỉ sâu 1mm, thanh bụng này dài 3m (chiều dài hình học), gồm 2L 100 × 80 × 7 thép số 3 tạo thành mặt cắt hình chữ T (ghép theo cạnh dài), chiều dày bản ở nút là 8mm, thanh bụng và bản nút hàn liên kết góc, que hàn T_{4303} , chiều dài mỗi hàn lưng của thanh là 160mm, chiều dài mỗi hàn đầu thanh là 100mm, chiều dày mỗi hàn thực tế là $h_f < 7\text{mm}$ (lấy $h_f = 6\text{mm}$), kết quả kiểm tra cho rằng sau khi cạo gỉ thanh bụng này thường bị gỉ là 1mm, cần tiến hành tính toán kiểm tra và gia cố đảm bảo an toàn chịu lực, mặt cắt thanh bụng sau khi bị ăn mòn như hình 8.25a.

- Tính toán kiểm tra sức chịu tải liên kết hàn của mặt cắt thanh bụng với điểm nút

Qua phân tích vì kèo chất tải, lực nén dọc trục của thanh nén này (trị số thiết kế) là 348kN, 2L100 × 80 × 7 sau khi bị ăn mòn tính theo 2L100 × 80 × 6, chiều dày mỗi hàn h_f lấy bằng 6mm, tra bảng có thể biết được đặc tính của mặt cắt:



Hình 8.25. Ví dụ thực tế gia cố thanh bụng
a. Trước khi gia cố; b. Sau khi gia cố.

$A = 21,27\text{cm}^2$; $i_x = 3,17\text{cm}$; $i_y = 3,37\text{cm}$; $I_x = 214\text{cm}^4$; I_y của một thép góc là $61,24\text{cm}^4$.

Mặt cắt không có lỗ làm yếu đi, sức chịu tải của thanh bụng do ổn định tổng thể không chế, chiều dài tính toán của thanh bụng (trong mặt phẳng) $l_{ox} = 0,8 \times 300 = 240\text{cm}$. l_{oy} (ngoài mặt phẳng) là $1,0 \times 300 = 300\text{cm}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ax}}{i_x} = \frac{240}{3,17} = 75,7; \quad \lambda_y = \frac{l_{ay}}{i_y} = \frac{300}{3,37} = 89; \text{ thuộc mặt cắt loại } b, \text{ tra bảng ta được}$$

$\varphi_y = 0,628$, do đó ứng suất bên trong của thanh bụng là:

$$\frac{N}{\varphi_1 A} = \frac{348 \times 10^3}{0,628 \times 21,27 \times 10^2} = 260,5 \text{ N/mm}^2 > 215 \text{ N/mm}^2.$$

Tính toán kiểm tra sức chịu tải mỗi hàn của thanh ở tại nút:

Hệ số phân phối nội lực của mỗi hàn: lưng nhánh $k_1 = 0,65$; mũi nhánh $k_2 = 0,35$.

Ứng suất mỗi hàn ở lưng nhánh:

$$\frac{k_1 N}{2 \times 0,7 h_f l_{w1}} = \frac{0,65 \times 348 \times 10^3}{2 \times 0,7 \times 6(160 - 10)} = 179,5 \text{ N/mm}^2 > 160 \text{ N/mm}^2.$$

(trong đó $l_{w1} = l_1 - 10$, cường độ thiết kế mỗi hàn góc $f_t^w = 160 \text{ N/mm}^2$).

Ứng suất mỗi hàn ở mũi nhánh:

$$\frac{k_2 N}{2 \times 0,7 h_f l_{w2}} = \frac{0,35 \times 348 \times 10^3}{2 \times 0,7 \times 6(100 - 10)} = 161 \text{ N/mm}^2 \approx 160 \text{ N/mm}^2$$

Do đó mặt cắt của thanh bụng và mỗi hàn điểm nút đều cần phải gia cố.

- Phương án gia cố:

Dùng phương pháp tăng cường mặt cắt thanh bụng và tăng chiều dài mỗi hàn ở điểm nút để gia cố, do yêu cầu sản xuất, cố gắng thi công gia cố có tải trọng, trong thi công dùng biện pháp đỡ bỏ một phần tải trọng, hạn chế hoạt tải một cách chặt chẽ, trong thi công không chế nội lực của thanh bụng không vượt quá một nửa lực nén dọc trục của thanh bụng cũ, nghĩa là không vượt quá 175kN, ở đây không chế nội lực, ứng suất của thanh bụng và mỗi hàn là:

$$\text{Thanh bụng: } \frac{175 \times 10^3}{21,27 \times 0,628 \times 10^2} = 131,1 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \times 215 = 172 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Mỗi hàn lưng nhánh: } \frac{0,65 \times 175 \times 10^3}{2 \times 0,7 \times 6(160 - 10)} = 90,3 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \times 160 = 128 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Mỗi hàn mũi nhánh: } \frac{0,35 \times 175 \times 10^3}{2 \times 0,7 \times 6(100 - 10)} = 81 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \times 160 = 128 \text{ N/mm}^2.$$

Ứng suất của thanh và mỗi hàn đều nhỏ hơn $0,8f$ (hoặc $0,8f_t^w$), có thể tiến hành xử lý gia cố có tải trọng.

- Tính toán thiết kế gia cố:

Dự tính diện tích A' mà thanh bụng gia cố cần tăng thêm:

$$\frac{N}{k \cdot \varphi(A + A')} \leq 125 \text{ N/mm}^2; \quad \frac{348 \times 10^3}{0,9 \times 0,628 \times (21,27 + A') \times 10^2} \leq 125 \text{ N/mm}^2.$$

Ta có: $A' = 2864 - 2127 = 737\text{mm}^2$.

Dùng hai thép ống $\varnothing 38 \times 3,5$, hàn đối xứng vào phía trong thanh thép góc dọc theo thanh bụng (hình 8.25b).

Ống thép: $A = 2 \times 3,79 = 7,58\text{cm}^2$; $I = 5,7 \times 2 = 11,4\text{cm}^4$.

Sau khi gia cố, trục x_1 của tim hình toàn bộ mặt cắt cách cạnh đáy Y_0 là:

$$Y_0 = \frac{21,27 \times 2,95 + 7,58 \times (1,9 + 0,6)}{21,27 + 7,58} = 2,84\text{cm}.$$

$$I_{x1} = 214 + 21,27(2,95 - 2,84)^2 + 11,4 + 7,58(2,84 - 2,5)^2 = 226,5\text{cm}^4.$$

$$I_y = 2(61,24 + 10,64 \times 2,37^2) + 11,4 + 7,58 \times 2,9^2 = 317,15\text{cm}^4.$$

Sau khi gia cố trục tim dịch xuống phía dưới $2,95 - 2,84 = 0,11\text{cm}$ nhỏ hơn 5% chiều cao mặt cắt, có thể bỏ qua sự lệch tâm của tim trục, vẫn tính theo mặt cắt chịu nén dọc trục loại b:

$$i_{x1} = \sqrt{\frac{226,53}{21,27 + 7,58}} = 2,8\text{cm}; \quad \lambda_{x1} = \frac{240}{2,8} = 85,7$$

$$i_y = \sqrt{\frac{317,15}{21,27 + 7,58}} = 3,32\text{cm}; \quad \lambda_y = \frac{300}{3,32} = 90,5$$

Dựa theo λ_y tra được $\varphi = 6,18$.

$$\text{Ứng suất trên mặt cắt: } \frac{348 \times 10^3}{0,9 \times 0,618 \times 28,85 \times 10^2} = 216,9\text{ N/mm}^2 \approx 215\text{ N/mm}^2$$

Gia cố điểm nút liên kết trình bày chi tiết ở 8.5.6, ở đây dùng mối hàn bổ sung ở đầu để gia cố liên kết, chiều cao mối hàn $h_f = 6\text{mm}$; $l_w = 100\text{mm}$ (do chiều rộng của nhánh thép góc rộng 100, có thể không trừ đi 5mm ở điểm đầu), sức chịu tải mỗi hàn thêm ở đầu là:

$$k(2 \times 0,7 h_f l_w f_t^w) = 0,9 \times 2 \times 0,7 \times 6 \times 100 \times 160 = 121.000\text{N}$$

Sức chịu tải mỗi hàn cũ ở bên là:

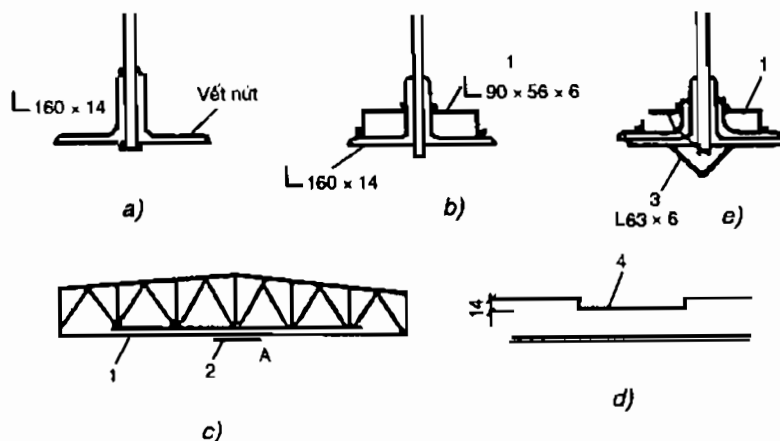
$$k f_t^w (2 \times 0,7 h_f (l_{w1} + l_{w2})) = 0,9 \times 160 \times 1,4 \times 6(150 + 90) = 290.304\text{N}$$

Ta thấy toàn bộ mối hàn có thể gánh chịu lực dọc trục $290 + 121 = 411\text{kN} > 348\text{kN}$, an toàn sau khi gia cố.

Ví dụ 2: mái phân xưởng của một nhà máy thép dùng vì kèo thép hình thang, trong kiểm tra phát hiện đầu nhánh thép góc (gồm 2L 160 $\times$ 14) thanh cánh dưới của 40 vì kèo thép bị nứt với mức độ khác nhau, như hình 8.26a, chiều sâu vết nứt phần lớn là 2~5mm, chiều rộng vết nứt là 0,1~0,7mm, chiều dài vết nứt là 0,5~10m, thanh cánh dưới có biến dạng uốn cong.

Qua điều tra phân tích, uốn cong của thanh cánh dưới là hình thành trong quá trình chế tạo vì kèo, vết nứt của thép góc thanh cánh dưới là do khuyết tật trong quá trình sản xuất vật liệu thép, thấy rằng tháo dỡ nhiều vì kèo như vậy là không hiện thực, quyết định dùng biện pháp gia cố.

Vết nứt tuy không phát triển mới, nhưng lâu ngày sẽ bị ăn mòn làm tổn thương mặt cắt, vì thế ngoài việc hàn bổ các vết nứt phân tầng, dọc theo chiều dài của thanh cánh dưới đối xứng hàn tăng cường thêm một thanh thép góc L90 × 56 × 6 (hình 8.26b), nếu thanh cánh dưới giữa nút ở đầu không bị nứt, thép góc bổ sung chỉ gia cố tới phía ngoài giữa nút thứ hai (hình 8.26c), nếu thanh cánh dưới giữa nút ở đầu bị nứt, gia cố toàn bộ chiều dài; tại nút A ghép nối tại thanh cánh dưới (hình 8.26c), để thép góc gia cố có thể sát toàn bộ vào thép góc ghép nối, thép góc thanh cánh dưới, ở vị trí này cắt khuyết một đoạn sâu 14mm của nhánh thép góc gia cố (hình 8.26d), sau khi hàn đầy thép góc gia cố với thép góc ghép nối, ở mặt dưới thanh cánh dưới hàn thêm một đoạn L63 × 6 (hình 8.26e); các bước gia cố là: đầu tiên dùng thép góc gia cường thanh cánh dưới, sau đó mài vết nứt thép góc thanh cánh dưới, sau khi làm sạch hàn kín bằng hàn điện.



Hình 8.26. Ví dụ thực tế gia cố thanh cánh dưới

1. Thép góc gia cố; 2. Thép góc bổ sung; 3. Thép góc bổ sung; 4. Lỗ khoét.

8.5.5. Gia cố dầm thép

1. Phương pháp đỡ tải dầm

Gia cố dầm thép và dầm cầu trục nên tiến hành dưới trạng thái có tải trọng, nếu phải gia cố trong trạng thái đỡ tải toàn bộ hoặc đỡ tải một phần, có thể dùng phương pháp đỡ tải tương tự như vì kèo, nghĩa là dùng cột chống tạm thời đỡ tải; đối với dầm dạng đặc bụng khi bố trí cột chống tạm thời phải chú ý cường độ và ổn định của tấm bụng dầm đặc bụng chỗ cột chống tạm thời, cùng với cường độ mối hàn (hoặc bu lông) của cánh; đối với dầm cầu trục, hạn chế vận hành cầu trục, nghĩa là tương đương với phản lớn đã đỡ tải, bởi vì ứng suất do trọng lượng bản thân dầm cầu trục sinh ra nhỏ hơn rất nhiều so với ứng suất khi vận hành cầu trục sinh ra.

2. Phương pháp gia cố dầm

Chủng loại gia cố dầm thép, về cơ bản tương tự với phương pháp gia cố dầm.

- Phương pháp gia cố bằng thay đổi sơ đồ tính toán gối đỡ dầm:

Các dầm đơn có thể dùng phương pháp khiến cho phân gối đỡ liên tục để tiến hành gia cố (hình 8.27a), thanh cánh trên và thanh cánh dưới của dầm ở chỗ gối đỡ hàn thêm bản

thép, khiến chúng trở thành hệ liên tục, lực mà bản thép này truyền đến phải vừa vặn cân bằng với mô men uốn của gối, sau khi trở thành hệ liên tục, có thể làm cho mô men uốn giữa nhịp giảm 15~20%, dùng phương pháp gia cố này sẽ làm tăng tải trọng của cột, cần phải tính toán kiểm tra cột.

- Phương pháp chống đỡ gia cố dầm:

Hình 8.27*b, c* là phương pháp chống nghiêng gia cố dầm có hai phương án: thanh chống nghiêng dài và thanh chống nghiêng ngắn; hình 8.27*b* là gia cố bằng thanh chống nghiêng dài, thanh chống nghiêng dài đặt trên móng cột, tuy lượng thép dùng nhiều một chút và tương đối nặng nề, nhưng có thể giảm nội lực của cột; hình 8.27*c* là gia cố bằng thanh chống nghiêng ngắn, thanh chống nghiêng ngắn gối trên cột, truyền lực ngang tương đối lớn cho cột, tuy lượng thép dùng ít một chút, nhưng chỉ có thể dùng được khi sức chịu tải của cột đầy đủ; thông thường dùng phương pháp hàn liên kết thanh chống nghiêng và dầm, khi tính toán kiểm tra cần xem xét phần giữa của dầm (giữa điểm chống của thanh chống nghiêng) sẽ sinh ra áp lực, khi dùng thanh chống nghiêng gia cố dầm cũng cần gia cố mặt cắt dầm, như hình 8.27*e*.

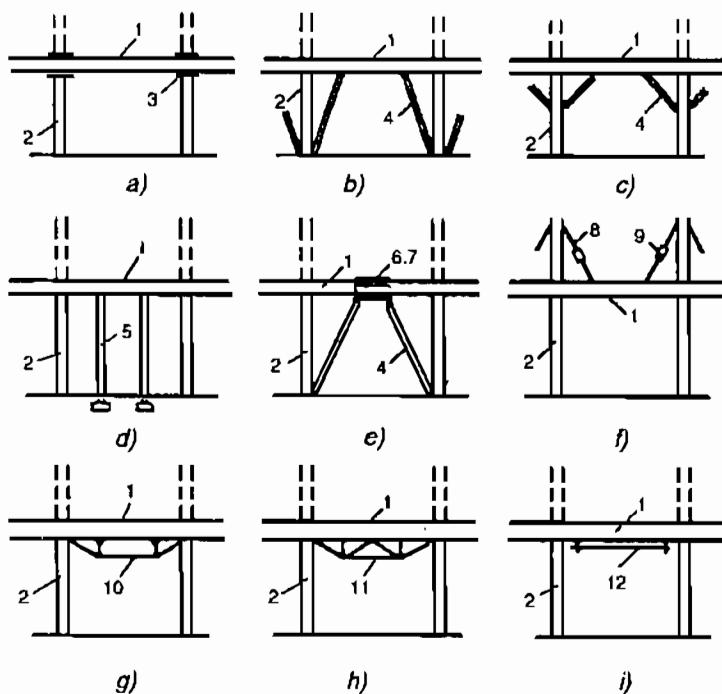
Nếu tải trọng của dầm tăng lên, ngoài gia cố dầm còn cần gia cố cột và móng cột, lúc này dùng hình 8.27*d* bố trí thanh chống đứng (cột chống) trên móng mới có lợi nhất, nhưng cần làm móng mới, nhưng nói chung không rẻ hơn bao nhiêu so với gia cố chống nghiêng.

- Phương pháp thanh treo gia cố dầm:

Trong nhà có chiều cao tầng tương đối lớn, dùng thanh treo cố định vào cột phía trên gia cố dầm (hình 8.27*f*); vì thanh treo không liên kết dọc theo trục tấm bụng với dầm, do đó dầm chịu vận; thanh treo nên là thanh ứng suất trước, thanh treo xác định theo tổng ứng suất mà ứng suất trước và tải trọng tính toán của dầm gây nên.

- Phương pháp dàn thanh chống dưới gia cố dầm:

Khi cho phép đỡ tải dầm gia cố, có thể dùng



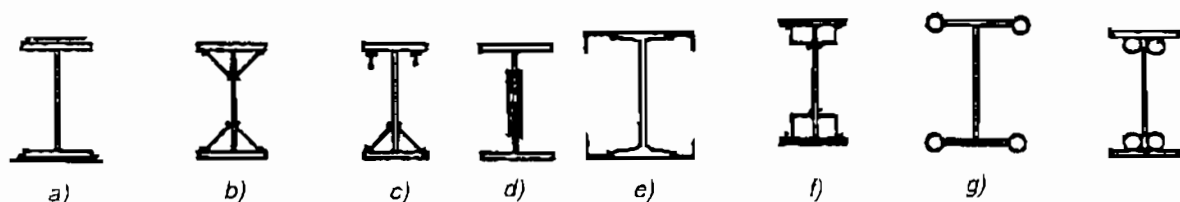
Hình 8.27. Sơ đồ phương pháp gia cố hệ thống dầm

1. Dầm; 2. Cột; 3. Bản thép; 4. Thanh chống xiên; 5. Cột đỡ; 6. Chi tiết gia cố cánh; 7. Chi tiết gia cố bụng; 8. Thanh treo; 9. Thiết bị kéo căng; 10. Thanh chống dưới; 11. Dàn; 12. Thanh kéo.

dàn thanh chống dưới gia cố (hình 8.27g, h), các loại thanh chống dưới khiến cho dầm biến thành dầm mà thanh cánh trên là dầm cứng, thanh chống dưới thường là các loại thép hình không có ứng suất trước (thép góc, thép chữ U, thép tròn), cũng có thể dùng bó sợi thép cường độ cao ứng suất trước gia cố dầm cầu trục, hình 8.27i là thanh kéo thẳng ứng suất trước gia cố dầm; toàn bộ thanh gia cố phải liên kết đến sườn ngang của dầm hoặc tấm bụng, nếu nối với thanh cánh dưới sẽ làm giảm khả năng chống chấn động.

- Phương pháp tăng mặt cắt dầm để gia cố

Dầm có thể tăng diện tích mặt cắt để nâng cao sức chịu tải, dầm tổ hợp hàn và dầm thép hình đều có thể dùng tấm ngang, tấm đứng, tấm nghiêng hàn trên tấm cánh để gia cố (hình 8.28a, b, c), có thể dùng thép hình hàn thêm trên cánh trên (hình 8.28e, f, g); nếu cường độ chống cắt của tấm bụng dầm không đủ, có thể hàn thêm bản thép ở hai bên tấm bụng để gia cường (hình 8.28d), nếu ổn định của tấm bụng dầm không đảm bảo, thông thường không dùng phương pháp trên, mà dùng phương pháp bố trí thêm sườn phụ; dùng thép tròn và ống thép tròn tăng cường mặt cắt dầm là để công nghệ thi công được thuận lợi (hình 8.28g, h).



Hình 8.28. Hình thức bổ sung tăng cường mặt cắt dầm

3. Dầm - tính toán kiểm tra sức chịu tải gia cố mặt cắt cấu kiện chịu uốn

Đối với dầm gia cố mặt cắt cần tính toán kiểm tra cường độ, ổn định tổng thể, ổn định cục bộ và độ võng, kiến nghị tính toán theo công thức không xét tới thay đổi độ dẻo.

Tính toán kiểm tra cường độ

+ Tính toán kiểm tra cường độ chịu uốn

$$\frac{M_x}{k \cdot W_{nx}} \leq f \quad (8.14)$$

Trong đó W_{nx} - Mô men chống uốn của toàn bộ mặt cắt hữu hiệu sau khi gia cố.

+ Tính toán kiểm tra cường độ chịu cắt

$$\tau = \frac{V \cdot S}{k \cdot I \cdot t_w} \leq f_v \quad (8.15)$$

Trong đó

τ - Ứng suất cắt trong mặt cắt.

V - Lực cắt tác dụng trong mặt cắt tính toán;

S - Mô men tĩnh của mặt cắt phía trên chỗ ứng suất cắt tính toán của toàn bộ mặt cắt sau khi gia cố đối với trục trung hoà;

w - Tổng chiều dày của tấm bụng sau khi gia cố;

f_v - Cường độ thiết kế chống cắt của vật liệu thép.

+ Tính toán kiểm tra cường độ chịu nén cục bộ

Nếu có tải trọng tập trung tác động lên cánh trên dọc theo mặt phẳng tấm bụng, mà ở đây lại chưa bố trí sườn đỡ, hoặc dầm cầu trục, cần tính toán kiểm tra cường độ chịu nén cục bộ của mép trên độ cao tính toán của tấm bụng

$$\sigma_c = \frac{\psi F}{k t_w l_z} \leq f \quad (8.16)$$

Trong đó: σ_c - Ứng suất chịu nén trong mặt cắt;

F - Tải trọng tác động tập trung (nếu là tải trọng động cần xem xét hệ số động lực);

ψ - Hệ số tăng tải trọng tập trung, dầm cầu trục có chế độ làm việc nặng, lấy bằng 1,35; với các dầm khác, lấy bằng 1.

l_z - Chiều dài phân bố giả định của tải trọng tập trung trong cao độ tính toán của tấm bụng, lấy theo quy phạm.

+ Tính toán kiểm tra ổn định tổng thể của dầm:

$$\frac{M_c}{k \varphi_b W_x} \leq f \quad (8.17)$$

Trong đó: φ_b - Hệ số ổn định tổng thể của dầm, tính toán theo quy phạm.

- Tính toán kiểm tra ổn định cục bộ của dầm mặt cắt tổ hợp:

+ Cánh:

$$\frac{b}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.18)$$

Trong đó: b - Chiều rộng tự do vươn ra ngoài của cánh chịu nén;

t - Chiều dày cánh chịu nén.

+ Bản bụng:

Nếu bản bụng không bố trí các sườn ngang:

$$\frac{h_0}{t_w} \leq 80 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.19)$$

Trong đó: h_0 - Chiều cao tính toán bản bụng của toàn bộ mặt cắt sau khi gia cố.

Nếu bản bụng chỉ bố trí các sườn ngang:

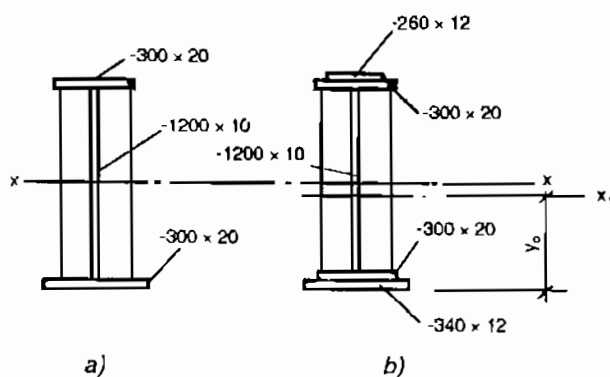
$$\frac{h_0}{t_w} \leq 170 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (8.20)$$

Khoảng cách và kích thước của sườn ngang gia cường phải phù hợp với yêu cầu quy định của quy phạm.

Nếu tấm bụng của dầm có bố trí sườn ngang và sườn dọc gia cường, khoảng cách và kích thước của sườn gia cường phải phù hợp với yêu cầu quy định bố trí của quy phạm.

4. Ví dụ thực tế gia cố dầm (cấu kiện chịu uốn)

Một dầm thép mặt cắt tổ hợp hình chữ I đặc bụng, nhịp tính toán là 10m, dầm bố trí sườn ngang gia cường có khoảng cách là 2m, ở gối đỡ có sườn gia cường đều, kích thước mặt cắt dầm như hình 8.29a, dầm thép chế tạo bằng thép số 3, dầm chịu tác động của tải trọng phân bố đều, trên dầm thép cũ mô men uốn tính toán lớn nhất phải gánh chịu là 910kNm, do tăng tải trọng bên trên, mô men uốn tính toán hữu hiệu tăng thêm 790kNm (đã dự tính tăng trọng lượng mặt cắt dầm thép trong đó), dầm cần phải gia cố.



Hình 8.29. Ví dụ thực tế gia cố mặt cắt dầm
a. Mặt cắt cũ; b. Mặt cắt sau khi gia cố.

- Phương án gia cố:

Trên dầm này không có tải trọng tập trung, mà có sườn ngang, đầu tiên xem xét gia cường cánh, thì công thuận lợi.

Tính toán kiểm tra mặt cắt cũ:

Đặc tính mặt cắt: $A = 120 \times 1 + 2 \times 30 \times 2 = 240 \text{ cm}^2$.

$$I_x = \frac{1}{12} (1 \times 120^3) + 2(30 \times 2) \times 61^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 30 \times 2^3 = 590560 \text{ cm}^4.$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times 2 \times 30^3 + \frac{1}{12} \times 120 \times 1 = 9010 \text{ cm}^4.$$

$$W_x = \frac{2 \times I_x}{h} = \frac{590560}{60} = 9525 \text{ cm}^3.$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{9010}{240}} = 6,12 \text{ cm}.$$

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y} = \frac{1000}{6,12} = 163,4$$

$$S = 60 \times 1 \times 30 + 30 \times 2 \times 61 = 5460 \text{ cm}^3.$$

Tính toán kiểm tra ổn định tổng thể:

$$\phi_b \text{ của công thức gần đúng bằng: } 1,07 - \frac{\lambda_y^2}{44000} \cdot \frac{f_y}{235} = 1,07 - \frac{163,4^2}{44000} = 0,46$$

Dưới tác động của mô men uốn cũ:

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_{nx}} = \frac{910 \times 10^3}{0,46 \times 9525} = 207 \text{ N/mm}^2 \approx f = 215 \text{ N/mm}^2.$$

Do đó cần đỡ tải, mới có thể gia cố dầm, dưới tác động của mô men uốn mới:

$$\frac{M_x}{k \varphi_b W_{nx}} = \frac{1700 \times 10^3}{0,46 \times 0,9 \times 9525} = 431 \text{ N/mm}^2 > f$$

Phải gia cố mặt cắt, tính toán kiểm tra ứng suất cắt với $V = 364 \text{ kN}$.

$$\tau = \frac{V \cdot S}{I_x \cdot t_w} = \frac{364 \times 10^3 \times 5460}{590560 \times 10^4 \times 10} = 33,7 \text{ N/mm}^2 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2.$$

Do đó tấm bụng thừa khả năng chống cắt, quyết định sau khi đỡ tải dùng bản thép gia cố cánh trên cánh dưới.

- Tính toán kiểm tra thiết kế mặt cắt gia cố:

Bản thép gia cố tăng cường cánh trên cánh dưới dày 12mm, bước đầu dự tính chiều rộng bản thép tăng cường là:

$$\frac{M}{k \varphi_b W} \leq f \quad \frac{M}{k \varphi_b f} \leq W = W_{cũ} + W_{mới}.$$

Giả thiết $\varphi_b = 0,6$, ta có: $\frac{1700 \times 10^3}{0,9 \times 0,6 \times 215} \leq 9525 + 2 \times 1,2 \times B \times 63,2; B \geq 33,7 \text{ cm}.$

Để tránh hàn ngửa, quyết định hàn thêm bản thép 260×12 ở cánh trên, thanh cánh dưới hàn thêm bản thép 340×12 , mặt cắt sau khi gia cố như hình 8.29b, tấm bụng không cần gia cố, không ảnh hưởng tới sườn ngang.

Tính toán kiểm tra mặt cắt sau khi gia cố:

+ Đặc tính của mặt cắt: $A = 120 \times 1 + 2 \times 30 \times 2 + 1,2(26 + 34) = 312 \text{ cm}^2.$

Trục $X_1 - X_1$ của tâm mặt cắt mới cách cạnh đáy Y_0 là:

$$Y_0 = 120 \times 1,0 \times 63,2 + 34 \times 1,2 \times 0,6 + 30 \times 2,0 \times 2,2 + 30 \times 2,0 \times 124,2 + 26 \times 1,2 \times 125,8 = 61,27 \text{ cm}.$$

Chỉ làm cho trục X cũ dịch chuyển xuống $63,2 - 61,27 = 1,93 \text{ cm}$, chỉ chuyển dịch xuống 3%, do đó vẫn tính toán theo trục đối xứng.

$$I_x = 590560 + \frac{1}{12} 1,2^3 (26 + 34) + 1,2(26 + 34) \times 62,6^2 = 872710,7 \text{ cm}^4.$$

$$W'_x = \frac{2 \times I_x}{h} = \frac{872710,7}{63,2} = 13808,7 \text{ cm}^3.$$

$I_y = 2 \times \frac{1}{12} 2,0 \times 30^3 + \frac{1}{12} 1,2 \times 34^3 + \frac{1}{12} 1,2 \times 26^3 = 14688 \text{ cm}^4$ (chỉ lược bỏ đối với trục trọng lượng bản thân tấm bụng).

$$S = 60 \times 1,0 \times 30 + 30 \times 2 \times 61 + 26 \times 1,2 \times 62,6 = 7413 \text{ cm}^3.$$

+ Cường độ chịu uốn (thực tế có thể bỏ qua)

$$\frac{M}{kW} = \frac{1700 \times 10^3}{0,9 \times 13808,7} = 136,8 \text{ N/mm}^2 < 215 \text{ N/mm}^2.$$

+ Cường độ chịu cắt:

$$V = \frac{1700 \times 8}{10^2} \times \frac{10}{2} = 680 \text{ kN};$$

$$\tau = \frac{V \cdot S}{k \cdot I_y \cdot t_w} = \frac{680 \times 10^3 \times 7413 \times 10^3}{0,9 \times 872710,7 \times 10^4 \times 10} = 64,2 \text{ N/mm}^2 < 125 \text{ N/mm}^2.$$

+ Ổn định tổng thể:

$$\frac{M}{k\varphi_b W} \leq f$$

$$\varphi_b = \beta_b \frac{4320}{\lambda_y^2} \cdot \frac{Ah}{W_y} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda_y t_f}{4,4h} \right)^2} + \eta_b \right] \quad (\text{xem quy phạm}).$$

$$\xi = \frac{l_1 t_1}{b_1 h} = \frac{10 \times 10^3 \times 32}{300 \times 1264} = 0,84 < 2,0;$$

Tra bảng ta được: $\beta_b = 0,69 + 0,13\xi = 0,69 + 0,13 \times 0,84 = 0,8$.

η_b có thể lấy đối xứng hai trục (gần đúng) bằng 0.

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{14688}{312}} = 6,86 \text{ cm}; \quad \lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{10 \times 10^2}{6,86} = 145,8$$

$$\text{Do đó: } \varphi_b = 0,8 \frac{4320}{145,8^2} \times \frac{312 \times 126,4}{13808,7} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{145,8 \times 3,2}{4,4 \times 126,4} \right)^2} \right] = 0,604 > 0,6.$$

Tra bảng ta được: $\varphi_b = 0,602$

$$\frac{M}{k\varphi_b W} = \frac{1700 \times 10^3}{0,9 \times 0,602 \times 13808,7} = 227 \text{ N/mm}^2 > 215 \text{ N/mm}^2, \text{ chỉ vượt quá } 5,5\% \text{ có thể}$$

đáp ứng yêu cầu.

+ Ổn định cục bộ:

$$\text{Cánh: } \frac{b}{t} = \frac{300}{32} < 15 \sqrt{\frac{235}{235}} \quad (\text{đáp ứng yêu cầu});$$

$$\text{Tấm bụng: } \frac{h_0}{t_w} = \frac{1200}{10} = 120 < 170 \sqrt{\frac{235}{235}}, \text{ cần bố trí sườn ngang, hiện đã bố trí sườn}$$

ngang có khoảng cách là $a = 2\text{m}$, do đó phải tính toán kiểm tra sườn ngang có khoảng cách là 2m dưới tác động của tải trọng mới sau khi gia cố mặt cắt có đảm bảo sự ổn định của tấm bụng hay không;

Bình quân: $\tau = \frac{V_{\max}}{h_0 \cdot t_w} = \frac{680 \times 10^3}{1200 \times 10} = 56,7 \text{ N/mm}^2$.

Trên cùng một mặt cắt: $\sigma = 0$, ta có: $\eta = 0$.

$$\frac{h_0}{t_w} \sqrt{\eta \tau} = \frac{1200}{10} \sqrt{56,7} = 903,6 < 1200$$

Có thể bố trí sườn theo cấu tạo, khoảng cách có thể tới $a = 2h_0 = 2 \times 120 = 240\text{cm}$, hiện lấy $a = 200\text{cm}$, có thể đáp ứng yêu cầu.

8.5.6. Gia cố liên kết và nút

Việc tăng cường mặt cắt cấu kiện hoặc thay thế cục bộ cấu kiện, đều cần liên kết thích đáng, các thanh gia cường cần thông qua gia cố nút mới có thể tham gia công việc cùng với kết cấu cũ, cần gia cố các nút bị phá hoại, cho nên gia cố liên kết và điểm nút trong công tác gia cố kết cấu thép chiếm một vị trí quan trọng.

- Phương thức liên kết gia cố kết cấu thép:

Cũng giống như chế tạo kết cấu thép, liên kết gia cố có các phương thức đinh tán, bu lông và hàn, chọn dùng phương thức liên kết gia cố phải đáp ứng yêu cầu: vừa không phá hoại công năng kết cấu cũ, lại có thể cùng tham gia công việc; độ cứng của liên kết đinh tán nhỏ nhất (trừ liên kết bu lông thông thường), độ cứng của liên kết hàn lớn, tính toàn khối tốt, liên kết bu lông cường độ cao ở vào giữa hai loại này, do các nhân tố ràng buộc của kết cấu gia cố, nên dùng phương thức liên kết nào có tính hiện thực. Do thi công phức tạp hiện nay đinh tán dần dần bị loại bỏ, hiện trường gia cố thì công hàn thuận lợi nhất, nhưng yêu cầu của hàn đối với tính năng của vật liệu thép cao nhất, nếu tài liệu kết cấu cũ không đầy đủ, tính chất vật liệu không rõ ràng, dùng hàn gia cố phải lấy mẫu kiểm tra lại, để đảm bảo tính năng hàn.

+ Gia cố liên kết đinh tán cũ:

Nút liên kết đinh tán không nên dùng gia cố hàn, bởi vì quá trình nhiệt của hàn, sẽ làm lỏng các đinh tán gần đó, tính năng làm việc kém đi, vì độ cứng của liên kết hàn lớn hơn độ cứng của đinh tán, giữa chúng chỉ lực không hài hoà, mà thông thường tính có thể hàn được của vật liệu thép tán đinh tương đối kém, dễ sinh ra vết nứt nhỏ.

Liên kết đinh tán vẫn có thể dùng gia cố liên kết đinh tán hoặc thay đinh tán, nhưng thi công tán đinh phức tạp, sẽ dẫn đến kết quả làm tính năng chịu lực của đinh tán tốt ở bên cạnh xấu đi (bởi vì mức độ ép chặt của đinh tán mới thêm quá mạnh, ảnh hưởng đến đinh tán tốt ở bên cạnh), có thể phải thay đổi hết đinh tán vốn có.

Phương thức tốt nhất của gia cố liên kết đinh tán là dùng bu lông cường độ cao, nó không chỉ làm đơn giản hoá công việc, mà tính năng làm việc của bu lông cường độ cao tin cậy nhiều hơn so với đinh tán, có thể nâng cao độ cứng và độ chịu mỏi của liên kết.

+ Gia cố liên kết bu lông cường độ cao cũ:

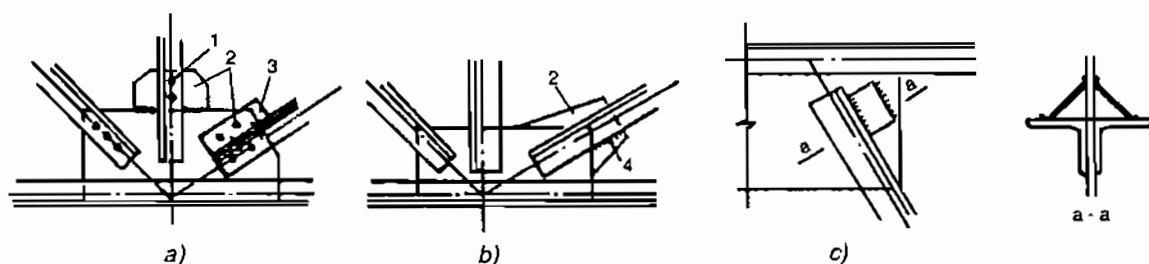
Nút liên kết bu lông cường độ cao cũ vẫn dùng bu lông cường độ cao gia cố, trong trường hợp cá biệt đồng thời dùng bu lông cường độ cao và mối hàn để gia cố, nhưng cần chú ý bố trí vị trí của bu lông, để chúng biến dạng được đồng đều.

+ Gia cố liên kết hàn cũ:

Gia cố nút liên kết hàn, vắn dùng hàn, phương thức gia cố hàn có hai loại: một là tăng chiều cao mối hàn (hàn đắp), để đảm bảo an toàn, đường kính que hàn không được nhỏ hơn 4mm, dòng điện không nên lớn hơn 220A, đắp cao mỗi đường hàn không nên vượt quá 2mm, nếu chiều cao muốn tăng lớn, phải hàn theo từng lớp, mỗi lần lấy giới hạn là 2mm, đường hàn đắp sau phải đợi cho đường hàn trước nguội dưới 100°C mới được hàn, đó là để trong quá trình có nhiệt hàn không ảnh hưởng đến cường độ đường hàn vốn có; hai là tăng chiều dài đường hàn, nếu ở nút vốn có cho phép tăng chiều dài mối hàn, đầu tiên phải dùng phương pháp gia cố liên kết kéo dài đường hàn, nhất là khi gia cố trong điều kiện có phụ tải. Khi gia cố hàn trong điều kiện có phụ tải, đường kính que hàn nên nhỏ hơn 4mm, dòng điện 220V, chiều cao mỗi đường hàn không lớn hơn 8mm nên hàn từng lớp, đường hàn sau phải tiến hành khi đường hàn trước nguội dưới 100°C .

+ Mở rộng liên kết nút

Nếu nút liên kết cũ không thể bố trí chi tiết liên kết gia cố mới tăng thêm (bu lông, đinh tán) hoặc đường hàn, có thể xem xét mở rộng tấm liên kết nút hoặc chi tiết phụ trợ; hình 8.30 là phương pháp mở rộng tấm liên kết nút và chi tiết phụ trợ thường dùng, có thể đưa ra để sử dụng.



Hình 8.30. Gia cố liên kết nút

1. Đinh tán, bu lông mới tăng thêm; 2. Tấm liên kết mở rộng;
3. Chi tiết phụ trợ thêm; 4. Đường hàn mới thêm.

- Tính toán gia cố liên kết

+ Tính toán kiểm tra gia cố đinh tán:

$$[N'] = [N']_0 + [N']_n \times 0,9\alpha \quad (8.21)$$

Trong đó:

$[N']$ - Tổng sức chịu tải liên kết đinh tán;

$[N']_0$ - Sức chịu tải của đinh tán cũ trong liên kết, tính toán chống cắt, chống kéo, chống nén theo quy phạm;

$[N']_n$ - Sức chịu tải của bu lông mới tăng thêm, tính toán theo quy phạm;

0,9 - Hệ số giảm trong điều kiện thi công ở hiện trường;

α - Hệ số hữu hiệu gia cố có xét tới sự biến dạng không hài hoà giữa đỉnh tán mới và đỉnh tán cũ, thay đổi trong phạm vi 0,6~0,9, thông thường lấy bằng 0,75.

Nếu công thức (8.21) tìm được $[N']$ nhỏ hơn $0,9[N']_n$, thì lấy $[N'] = 0,9[N']_n$.

+ Tính toán kiểm tra gia cố bằng bu lông cường độ cao:

$$[N^b] = [N^b]_0 + [N^b]_n \quad (8.22)$$

Trong đó:

$[N^b]$ - Tổng sức chịu tải của liên kết bu lông cường độ cao;

$[N^b]_0$ - Sức chịu tải của bu lông cường độ cao cũ trong liên kết, tính toán chống cắt, chống kéo, chống nén theo quy phạm;

$[N^b]_n$ - Sức chịu tải của bu lông cường độ cao mới, tính toán theo quy phạm.

Qua tính toán sức chịu tải của liên kết bu lông cường độ cao bổ sung, giống hoàn toàn như tính toán liên kết chưa bổ sung.

+ Tính toán kiểm tra gia cố bằng mối hàn:

• Tính toán kiểm tra gia cố bằng cách tăng chiều dài mối hàn:

$$[N^w] = [N^w]_0 + 0,9\beta \left(1 - 0,5 \frac{\tau}{f_t^w} \right) [N^w]_n \quad (8.23)$$

Trong đó:

$[N^w]$ - Tổng sức chịu tải của liên kết mối hàn;

$[N^w]_0$ - Sức chịu tải của mối hàn vốn có trong liên kết, tính toán theo quy phạm;

$[N^w]_n$ - Sức chịu tải của mối hàn bổ sung, tính toán theo quy phạm;

0,9 - Hệ số giảm;

τ - Ứng suất cắt tính toán của mối hàn vốn có trước khi gia cố;

f_t^w - Cường độ thiết kế của mối hàn góc;

β - Hệ số phân bố ứng suất, nếu mối hàn cũ là mối hàn bên, $\beta = 1$, nếu mối hàn cũ vừa hàn bên vừa hàn đầu, $\beta = 0,7$.

Công thức (8.23) là công thức kinh nghiệm được đưa ra trên cơ sở thí nghiệm, thí nghiệm cho thấy dưới trạng thái tải trọng, nội lực thực tế mà mối hàn cũ trước khi gia cố gánh chịu, hầu như không phân phối lại cho mối hàn mới tăng thêm, chỉ có tải trọng mới tăng sau khi gia cố mới có thể phân phối đến mối hàn mới, để mối hàn mới sau này có thể gánh chịu một số tải trọng, xử lý bằng tăng chiều dài (độ cứng) mối hàn, về mặt hình thức, công thức (8.23) là làm giảm cường độ thiết kế của mối hàn mới, trên thực tế là tăng chiều dài mối hàn.

• Tính toán kiểm tra gia cố bằng cách tăng chiều cao (hàn đắp) mối hàn:

$$[N^w] = m \cdot ([N^w]_0 + [N^w]_1) \quad (8.24)$$

Trong đó: m là hệ số giảm, $m = 0,8$, trong đó đã bao gồm hệ số triết giảm k nói ở trên.

Nếu hàn trong trạng thái có tải, phải xem xét khi hàn đắp một phần mối hàn vốn có bị chảy ra và không làm việc, khiến cho sức chịu tải giảm xuống, chiều dài ảnh hưởng nhiệt quyết định ở tổng chiều dài của chiều dài mối hàn (mối hàn vốn có và mối tăng thêm) và bản thép được hàn, chiều dài ảnh hưởng nhiệt lớn nhất có thể tới 100mm, do đó mối hàn hàn đắp gia cố dưới trạng thái tải trọng còn cần tính toán kiểm tra cường độ mối hàn theo công thức sau:

$$N_c \leq 0,7 h_0' (l_t^0 - l_h) f_t^w \quad (8.25)$$

Trong đó:

N_c - Nội lực thực tế mà mối hàn gánh chịu khi gia cố;

h_0' - Chiều cao mối hàn cũ trước khi gia cố;

l_t^0 - Chiều dài mối hàn cũ trước khi gia cố;

l_h - Chiều dài đoạn mà khi thi công gia cố, vùng mối hàn chịu ảnh hưởng nhiệt không làm việc. Trị số l_h tra theo hình 8.31.

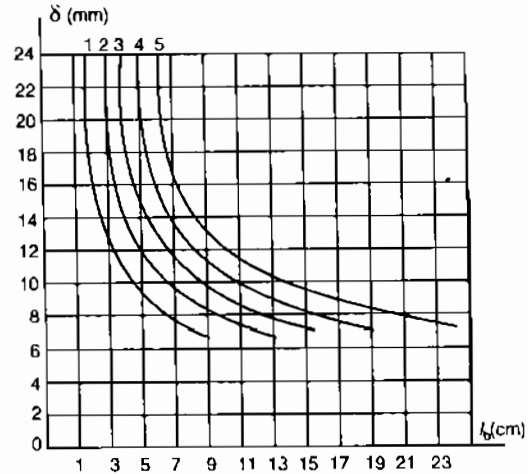
Trên đây đã trình bày ứng suất thực tế mà các thanh gánh chịu khi gia cố không được vượt qua $80\% f$; nếu ứng suất thực tế nhỏ hơn $60\% f$, có thể không dùng công thức (8.25) để tính toán kiểm tra lại, mà khẳng định đáp ứng đầy đủ; nếu dùng công thức (8.25) tính toán kiểm tra đáp ứng yêu cầu, có thể không chịu sự hạn chế là ứng suất thực tế không vượt quá 80% .

Cần lưu ý: cấu kiện và mối hàn gia cố đỡ tải toàn bộ, có thể tính toán như cấu kiện chưa gia cố.

Cho dù dùng phương pháp gia cố liên kết loại nào, phải tiến hành tính toán kiểm tra đối với mặt có thể bị xé nứt của tấm liên kết nút (hình 8.32), nếu cường độ mặt bị xé nứt không đủ, cần phải có biện pháp.

- Ví dụ thực tế xử lý gia cố liên kết

Năm 1962, phân xưởng hàn lắp ráp của một nhà máy, trong thi công lắp đặt mái kết cấu thép xảy ra sự cố sập đổ mái; phân xưởng này có nhịp đôi 36m, dài 198m (tuyến trục 6m,



Hình 8.31. Chiều dài vùng ảnh hưởng nhiệt hàn đắp

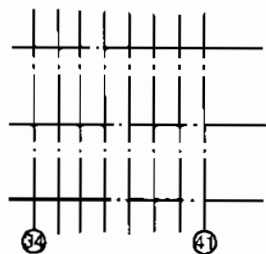
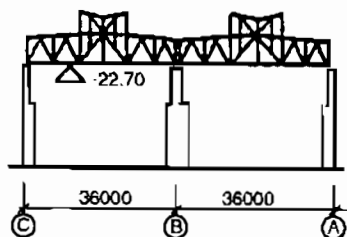
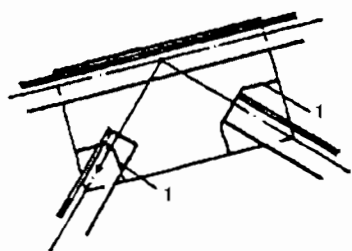
δ - Tổng chiều dài tấm bị hàn (mm);

l_h - Chiều dài đoạn rời khỏi nơi làm việc (cm);

1. $h_f^0 = 4\text{mm}$; 2. $h_f^0 = 6\text{mm}$; 3. $h_f^0 = 8\text{mm}$;

4. $h_f^0 = 10\text{mm}$; 5. $h_f^0 = 12\text{mm}$.

khoảng cách cột phần lớn là 12m), chiều cao thanh cánh dưới vì kèo 22,7cm, mỗi nhịp rộng 12m, cửa sổ trời lấy ánh sáng thẳng đứng hình chữ M, dọc theo chiều dài phân xưởng cửa sổ trời chia thành ba đoạn, tấm mái là tấm mái cỡ lớn $1,5 \times 6\text{m}$ (hình 8.33).



Hình 8.32. Tính toán kiểm tra mặt bị nứt liên kết nút
1. Đường nứt.

Hình 8.33. Sơ đồ mặt bằng, mặt cắt phân xưởng

Trong thi công hướng lắp đặt mái quy định cũ tiến hành từ tuyến trục 8 đến trục 41, vì chỉ có một cầu bánh xích trong số hai cầu đến được hiện trường, vì vậy thay đổi lắp đặt theo hướng ngược lại, để đảm bảo ổn định lắp đặt cửa sổ trời, dọc trục 40 và 39 lắp 4 dây căng tạm thời, ngày xảy ra sự cố là ngày đang lắp đặt tấm mái cỡ lớn trên tuyến trục 36~35, khi lắp đặt tấm mái cuối cùng trên cửa sổ trời, xảy ra sự cố sập đổ mái đã lắp đặt (7 vì kèo, 4 dàn đua, 47 tấm mái), cấu kiện sập đổ phân thành hai đồng, cách nhau 6m, đồng thứ nhất là vì kèo và dàn cửa sổ trời của tuyến trục 35~37, nghiêng về tuyến trục 38, đồng thứ hai là vì kèo và dàn cửa sổ trời của tuyến trục 38~41, nghiêng về tuyến trục 39; toàn bộ tấm mái cỡ lớn bị vỡ nát.

Kiểm tra chất lượng vật liệu sau khi sự cố xảy ra, các thanh của dàn, nút, sợi kéo, cho thấy chất lượng vật liệu phù hợp yêu cầu, các thanh không có hiện tượng mất ổn định, chất lượng sợi kéo tốt, nguyên nhân gây nên sự cố là sự phá hoại nút của dầm ngang dàn cửa sổ trời trục 38, mà sự phá hoại của nút dầm ngang là do phương án kết cấu chưa tốt và chất lượng hàn kém trực tiếp gây nên.

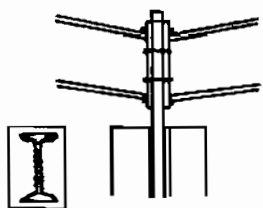
Dựa vào kiểm tra, đường hàn nút liên kết dầm ngang dàn cửa sổ trời bong ra (hình 8.34), sau khi nút dầm ngang bị hỏng, dầm ngang trở thành dầm công xôn mất thăng bằng, tấm mái trên dầm ngang xệ xuống, lực cắt sinh ra làm cho mối hàn giữa tấm mái và dàn cửa sổ trời bị hỏng, tấm mái bị rơi xuống, tạo thành tải trọng động phụ thêm đối với dàn mái 37, làm cho nút của dàn đua bị phá hoại, sự phá hoại nút của dàn đua cũng có liên quan với các nhân tố tiềm ẩn bên trong như: sai sót trong cấu tạo nút và chất lượng hàn kém (hình 8.35).

Nút dầm ngang của cửa sổ trời là do cánh trên của thép chữ I không hàn ghép thêm "tấm mặt bích" nữa, làm giảm đi khoảng 30% đường hàn, thêm vào đó ở chỗ bị nứt phát hiện trong đường hàn có lỗ khí, kẹp xỉ và hàn không đầy, đồng thời có lỗ cắt tương đối lớn.

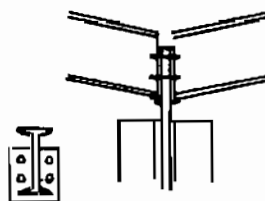
Khoảng cách phân đầu thép góc thanh xiên của dàn đỡ tăng lên sau khi sửa chữa trên bản vẽ thi công, chiều dài đường hàn với tấm nút giảm đi 60%, sức chịu tải yêu cầu ban đầu là 1.080kN nay giảm xuống còn 400kN, thêm nữa nhà máy chế tạo đã thu nhỏ kích thước

đường hàn trong khi hàn nối, sức chịu tải liên kết thực tế chỉ hơn 300kN một chút. Nhưng khi tính toán xảy ra sự cố dưới tác động của tĩnh tải, lực trên các thanh xiên chỉ khoảng 200kN, do đó dưới tác động của tĩnh tải, sự phá hoại của dầm đua là không có khả năng, có thể cho rằng dầm đua là do tác động của tải trọng động phụ thêm làm phá hoại nút.

Sau khi phân tích nguyên nhân sự cố, đã dùng phương pháp xử lý: bộ phận vì kèo bị sập đổ chỉnh lý chế tạo lại, dầm ngang hình chữ I của dầm cửa sổ trời còn nằm ở trên mái tiến hành gia cố hàn với tấm mặt bích (kiểm nghiệm gia cố xem ở dưới). Đối với các khuyết tật chất lượng mối hàn của kết cấu thép ở hiện trường tiến hành sửa chữa, đồng thời tăng thêm thanh chống ngang và thanh chống xiên theo chiều ngang ở hai đầu nhóm cửa sổ trời.

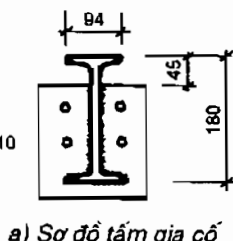
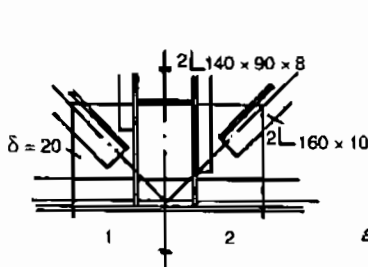
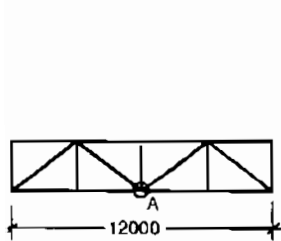


a. Nút theo thiết kế

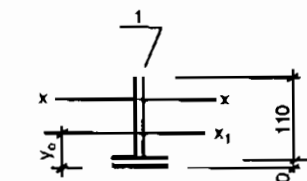


b. Nút thay đổi trong thi công

Hình 8.34. Nút dầm ngang của sổ trời



a) Sơ đồ tấm gia cố



b) Sơ đồ tính toán đường hàn

Hình 8.35. Nút thanh cánh dưới ở giữa dầm đua

1. Thiết kế cũ; 2. Sửa đổi bản vẽ thi công.

Hình 8.36. Hàn điểm lưng dầm cửa sổ trời

1. Đã trừ đi 5mm không tính.

- Tính toán kiểm tra điểm hàn nóc dầm cửa sổ trời

Nội lực tính toán của thanh cánh trên cửa sổ trời là 203,6kN, với chiều dày mối hàn theo thiết kế ban đầu (hình 8.34a) là 6mm, tổng chiều dài đường hàn đối xứng của trục kép khoảng 650mm, sức chịu tải của chúng là:

$[N''] = 0,7h_f \cdot l_w \cdot f_t'' = 0,7 \times 6 \times 650 \times 160 = 436800 >> 203,6$ là đủ, nhưng hiện nay cánh trên và một phần tấm bụng chưa hàn thêm với "tấm mặt bích", làm giảm diện tích đường hàn, lại chịu lực lệch tâm (xem sơ đồ tính toán đường hàn trên hình 8.36).

Đường hàn đối xứng của trục kép biến thành đường hàn đối xứng của trục đơn, trục

ngang lệch xuống phía dưới $a = \frac{180}{2} - y_0$.

$$y_0 = \frac{(6 \times 110) \times 2(55 + 10) + 2(94 \times 6) \times 5}{2(6 \times 110) + 2(94 \times 6)} = 37,4 \text{ mm.}$$

$$a = 90 - 37,4 = 52,6 \text{ mm.}$$

Bỏ qua mô men quán tính của đường hàn cánh đối với trục bản thân, mô men quán tính đường hàn:

$$I_{fx} = 0,7 \times 2 \left(\frac{1}{12} 6 \times 110^3 + 94 \times 6 \times 115^2 \right) = 11374160 \text{ mm}^4.$$

Đường hàn chịu lực lệch tâm 203,6kN, mô men uốn là $203,6 \times 5,26 = 1070 \text{ kNcm}$ (nghiêng lệch tương đối nhỏ, không tính).

Ứng suất lớn nhất đường hàn gánh chịu là:

$$\begin{aligned} \frac{N}{0,7 \times h_f \times \sum l_w} + \frac{M}{W_f} &= \frac{203600}{0,7 \times 6 \times 2(110 + 94)} + \frac{1070 \times 10^4 (120 - 37,4)}{11374160} \\ &= 196,5 \text{ N/mm}^2 > f_t^w = 160 \text{ N/mm}^2, \text{ rõ ràng vượt quá ứng suất.} \end{aligned}$$

- Gia cố điểm nóc dàn cửa sổ trời

Phương án gia cố thuận lợi nhất trong điều kiện hiện trường là tăng chiều cao đường hàn để đảm bảo sức chịu tải của đường hàn, mỗi hàn cũ dày 6mm, làm dày thêm 4mm (mỗi lần đắp dày 2mm), tổng cộng 10mm, phải tiến hành trong điều kiện dỡ tải vì kèo.

Tính toán kiểm tra ứng suất đường hàn sau khi gia cố:

Vì $[N^*] = m \cdot ([N^*]_b + [N^*]_r)$, có thể sửa thành tính toán kiểm tra ứng suất đường hàn

$$\tau = \frac{1}{m} \left(\frac{N}{0,7 h_f \sum l_w} + \frac{M}{W_f} \right) \leq f_t^w$$

Nay chiều dày của mỗi hàn đã thay đổi, chiều dài và sự phân bố không thay đổi, trục đường hàn không thay đổi, nghĩa là y_0 vẫn bằng 37,4mm, $a = 52,6 \text{ mm}$.

$$I_f \approx 0,7 \times 10 \times 2 \left(\frac{1}{12} 110^3 + 94 \times 115^2 \right) = 18956933,3 \text{ mm}^4.$$

$$W_f = \frac{I_f}{y_1} = \frac{18956933,3}{120 - 37,4} = 229502,8 \text{ mm}^3.$$

$$\tau = \frac{1}{0,8} \left(\frac{203600}{0,7 \times 10 (110 + 94) \times 2} + \frac{1070 \times 10^4}{229502,8} \right) = 147,4 < 160 \text{ N/mm}^2.$$

8.5.7. Những điều chú ý trong thi công gia cố

- Tiến hành công việc gia cố phải tôn trọng yêu cầu của thiết kế và quy định của quy phạm có liên quan, đặc biệt chú ý đến yêu cầu tải trọng và yêu cầu của biện pháp an toàn khi gia cố;

- Khi thi công phải đảm bảo kết cấu ổn định, nếu không phải thêm cây chống tạm thời, sau khi gia cố xong sẽ tháo dỡ;
- Cố gắng thi công ở nhiệt độ trên 0°C , tránh đường hàn xảy ra sự co nứt do lạnh;
- Trước khi gia cố phải vệ sinh sạch sẽ vết dầu, vết bẩn, gỉ sắt trên cấu kiện cũ, sau khi gia cố xong sẽ sơn lại;
- Trước khi gia cố phải sửa chữa những khuyết tật (cong, khuyết tật mối hàn,...) trên cấu kiện cũ, sau đó tiến hành thi công gia cố;
- Gia cố bắt đầu từ chỗ nguy hiểm nhất của kết cấu cũ, nghĩa là cấu kiện hoặc liên kết yếu nhất, để đảm bảo thi công gia cố sau này tiến hành trong điều kiện an toàn;
- Mật cắt sau khi gia cố, cố gắng đảm bảo vị trí tim mật cắt không thay đổi, nếu không khi tính toán kiểm tra gia cố mật cắt cần xem xét tác động mô men uốn phụ thêm sinh ra do sự dịch chuyển của tim mật cắt.

8.6. XỬ LÝ SỰ CỐ HỆ THỐNG MÁI THÉP

Hệ thống mái kết cấu thép có đặc điểm rõ rệt, đầu tiên cấu kiện chịu tải trọng của mái gồm vỏ mỏng, các thanh mảnh dài, hình dạng của mật cắt phức tạp, ứng suất nút tập trung lại có lệch tâm, tiếp đó là tải trọng tính toán và sơ đồ tính toán của cấu kiện mái tương đối chính xác (tương đối sát với giá trị thực tế), vì kèo thường xuyên làm việc trong điều kiện gần với trạng thái cực hạn tính toán, phần dư an toàn sức chịu tải của hệ thống vì kèo nhỏ nhất, do đó cấu kiện chịu tải của vì kèo rất nhạy bén đối với tác động của vượt tải, nhiệt độ và ăn mòn, dễ dàng do nhân tố ngẫu nhiên mà mất ổn định hoặc bị phá hoại. Thêm vào đó còn các loại nguyên nhân chất lượng xuất hiện trong chế tạo, lắp đặt và sử dụng, làm cho vì kèo kết cấu thép là một trong những cấu kiện bị phá hoại nghiêm trọng nhất của kết cấu thép, sự cố hư hỏng tương đối nhiều.

Liên Xô (cũ) đã thống kê toàn bộ kết cấu thép của 66 phân xưởng trong 20 nhà máy luyện kim, kết quả điều tra chứng minh vì kèo thép bị hư hỏng nghiêm trọng, 770 trong số 926 vì kèo bị hư hỏng với các mức độ khác nhau, chiếm 83,2%, vì kèo và dầm đua trước khi lắp đặt phát hiện có hư hỏng chiếm khoảng 45%. Vì kèo trong phân xưởng lò quay sử dụng trong thời gian 10~30 năm, tốc độ ăn mòn hàng năm là 0,10~0,16mm.

Trung Quốc đã từng tiến hành phân tích sự cố sập đổ nhà đối với 220 ví dụ (các loại kiến trúc đều có, không chọn theo một loại yêu cầu nào), có 96 ví dụ do các kết cấu ngang như vì kèo, dầm, sàn hư hỏng dẫn đến sập đổ, chiếm 43,7%, trong đó sự cố sập đổ do vì kèo hư hỏng gây nên là 38 ví dụ, chiếm 17,3% trong số 220 ví dụ. Một lần điều tra 44 nhà máy khác (27 công nghiệp luyện kim, 17 nhà máy lớn), nhà máy có vì kèo và dầm đua thép bị hư hỏng là 12 chiếm 27%.

Cần chú ý đến tác hại của hậu quả sự cố mái.

8.6.1. Các loại sự cố tấm mái thép

- Sập đổ mái;
- Các thanh của dàn dút gãy (bao gồm tấm liên kết nút bị nứt);
- Mái uốn cong vượt quá tiêu chuẩn;

- Các thanh bị cong (thanh cánh trên xuất hiện tương đối ít, bởi vì mặt cắt tương đối lớn lại liên kết với tấm mái, thanh chống);
- Tấm ở nút dàn bị uốn cong hoặc nứt;
- Thanh chống tấm mái bị bẻ cong.

8.6.2. Nguyên nhân sự cố mái thép

Vì kèo và dầm đỡ trong mái là cấu kiện chủ yếu, mất xích yếu kém là thanh bụng chịu nén có độ mảnh lớn, nút liên kết của vì kèo và cột, bản nút của vì kèo, thanh chống xiên chịu kéo ở phần đầu và thanh chống xiên của cửa sổ trời.

1. Nguyên nhân trong chế tạo và lắp đặt

- Kích thước hình học của cấu kiện vượt quá sai số cho phép, do nắn chỉnh không đủ, biến dạng hàn, chịu uốn trong vận chuyển lắp đặt làm các thanh bước đầu bị uốn cong, dẫn đến nội lực của các thanh thay đổi.
- Xử lý cấu tạo nút của vì kèo hoặc dầm đua không tốt, hình thành ứng suất tập trung, sai lệch vị trí các thanh litô hoặc các nút lệch tâm.
- Khoảng cách phần đầu thanh bụng và thanh cánh không đạt yêu cầu, khiến cho bản nút làm việc xấu đi xuất hiện vết nứt.
- Các thanh của dàn, nhất là các thanh chịu nén quên đặt tấm đệm liên kết, làm cho các thanh mất ổn định quá sớm.
- Chất lượng nút liên kết của dàn kém, đường hàn không đủ, hàn nổi trong lắp đặt không phù hợp yêu cầu chất lượng.
- Thay đổi tùy tiện yêu cầu vật liệu thép, sử dụng vật liệu thép có cường độ thấp hoặc giảm thiểu mặt cắt thiết kế của các thanh.
- Cố định gối của dàn không chính xác và không phù hợp với sơ đồ tính toán, gây ra ứng suất phụ thêm cho các thanh.
- Làm ngược với trình tự lắp đặt tấm mái, diện tích gác tấm mái không đủ, hàn thiếu.
- Xem nhẹ tác dụng của hệ thống thanh chống mái, chống đỡ yếu, có thanh chống cong.
- Thi công mái vi phạm yêu cầu thiết kế, tùy tiện tăng chiều dày tấm mái làm tăng trọng lượng của mái.

2. Nguyên nhân trong sử dụng

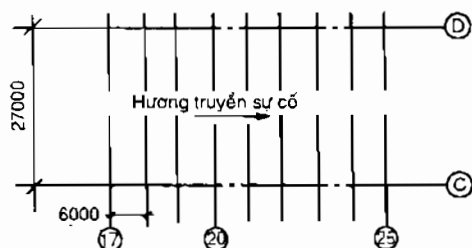
- Mái vượt tải, nhất là một số nhà máy không định kỳ dọn bụi tích tụ ở trên mái khiến cho mái vượt tải, xảy ra sự cố.
- Không thiết kế trước mà treo đường ống, nâng vật nặng, cố định ở nơi không phải là nút làm thay đổi lực của thanh.
- Tác động của nhiệt độ cao và ăn mòn trong quá trình sử dụng ảnh hưởng đến sức chịu tải của mái.
- Cầu trục có chế độ làm việc nặng vận hành liên tục, tác động có tính chu kỳ của sản xuất đối với vì kèo làm cho vì kèo hư hỏng phá hoại.
- Trong sử dụng đã cắt hoặc bỏ đi thanh nào đó của mái.

Ngoài những nguyên nhân sự cố nói ở trên, trong thiết kế xem xét không đầy đủ hoặc sai sót, cũng làm cho mái xảy ra sự cố, nguyên nhân thiết kế có phương án thiết kế kết cấu mái không hợp lý, thanh chống xem xét không cẩn thận, sơ đồ tính toán không phù hợp thực tế, dự tính tải trọng sai lầm, sai sót trong tính toán và bản vẽ.

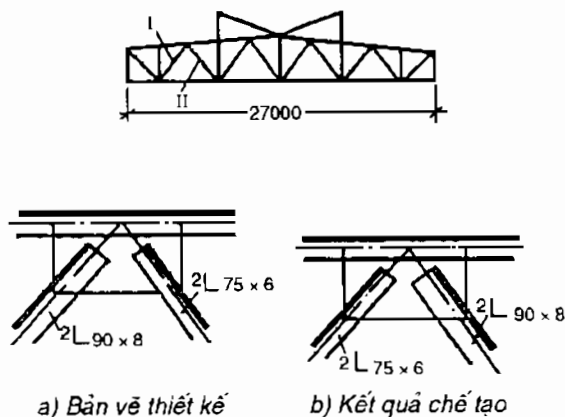
8.6.3. Ví dụ thực tế công trình

Ví dụ 1: Do trong chế tạo thi công nhầm lẫn thép góc của thanh bụng, dẫn đến mái bị đổ khi lắp đặt thiết bị.

Vào giữa những năm 50, một phân xưởng rèn sập đổ 7 vì kèo, diện tích mái bị sập đổ tới 1.200m^2 , nhà xưởng đều là kết cấu thép, 5 nhịp 27m, khoảng cách cột 6m (như vì kèo), trên vì kèo thép đặt tấm mái bê tông cốt thép, sự cố xảy ra khi thiết bị nhà máy đã lắp đặt xong, nhưng chưa sử dụng, sơ đồ mặt bằng như hình 8.37.



Hình 8.37. Mặt bằng cục bộ sự cố vì kèo phân xưởng



Hình 8.38. Nhầm lẫn thanh xiên giữa các nút

Mấy phút trước khi xảy ra sự cố có tiếng kim loại nứt, vì kèo bắt đầu sập đổ từ tuyến trục 21 đến 23. Kiểm tra vì kèo, phát hiện một số nút mối hàn đã hàn sót và có bọt, đã từng nghi vấn vì kèo sập đổ là do chất lượng mối hàn nút gối đỡ kém, một đường hàn của gối đỡ bị cắt đứt, nhưng kiểm tra thêm, phát hiện ngoài tám liên kết của ba gối đỡ không có đường hàn hoàn toàn nứt gãy, nứt gãy trên các thanh của vì kèo (bao gồm cục bộ) đều xuất hiện như trên vật liệu gốc, cho thấy liên kết hàn của vì kèo có đủ cường độ và tính dẻo; kết quả cân đo đối với vật liệu của các lớp trên mái và tuyết đọng cho thấy phù hợp với giá trị tải trọng thiết kế, không phải là vượt tải làm cho vì kèo sập đổ; trong kiểm tra phát hiện độ uốn cong của thanh xiên chịu nén khoảng thứ hai của ba vì kèo tới 100~200mm, cho thấy đã ở vào trạng thái sự cố, trong khi tìm cách gia cố những thanh xiên của vì kèo này lại phát hiện thanh xiên biến dạng là gồm 2L75 x 6, mà thiết kế gốc thanh xiên này là 2L 90 x 8, kiểm tra một cách kỹ càng, trong 32 vì kèo có 38 thanh xiên bị làm yếu đi, đối chiếu với bản vẽ thiết kế, thanh xiên bị yếu đi là do trong chế tạo đã lẫn lộn thanh xiên chịu kéo và thanh xiên chịu nén của cùng một khoang (chiều dài của chúng đều là 2.900mm), đó chính là nguyên nhân chủ yếu làm cho vì kèo sập đổ (hình 8.38).

Thanh xiên I trong khoang là thanh nén, lực tính toán của thanh là 297,0kN, nay thanh xiên thực tế là 2L 75 × 6, diện tích mặt cắt $A = 2 \times 8,8 = 17,6\text{cm}^2$, bán kính quán tính $i = 2,31\text{cm}$ (hai thép góc), ta có:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2900 \times 0,8}{23,1} = 100,4, \text{ tra bảng trong quy phạm ta có } \varphi = 0,553;$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{297 \times 10^3}{0,553 \times 17,6 \times 10^2} = 305,2 \text{ N/mm}^2 > 215\text{N/mm}^2 \text{ đạt } 42\%.$$

Nếu theo mặt cắt thiết kế 2L 90 × 8, $A = 27,88\text{cm}^2$, $i = 2,76\text{cm}$.

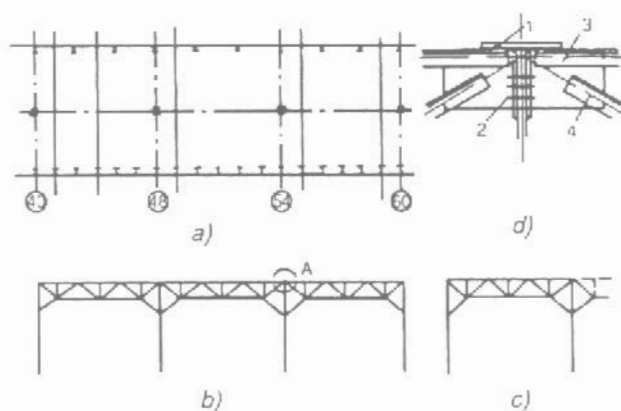
$$\lambda = \frac{2900 \times 0,8}{27,6} = 84, \text{ tra bảng trong quy phạm ta có } \varphi = 0,661;$$

$$\sigma = \frac{297 \times 10^3}{0,661 \times 27,88 \times 10^2} = 161 \text{ N/mm}^2 < 215\text{N/mm}^2 \text{ là an toàn.}$$

Như vậy có thể thấy, lực dẫn đến phá hoại nút của gối đỡ vì kèo là do lực đẩy ngang sinh ra sau khi thanh xiên chịu nén mất đi khả năng chịu tải.

Sau khi phân tích nguyên nhân, đối với bộ phận vì kèo đã sập đổ cần nắn chỉnh, chế tạo thay thế, đối với vì kèo còn có thể sử dụng chưa sập đổ, xử lý điểm nút và mặt cắt bị yếu đối với thanh xiên I, phương pháp gia cường mặt cắt xem gia cố vì kèo 8.5.4 và ví dụ thực tế.

Ví dụ 2: Năm 1967, hai dầm đỡ có nhịp 33m phân xưởng lò bằng của một nhà máy, sập đổ cùng với 22 vì kèo, kiểm tra nguyên nhân, quy định trong thiết kế gốc (hình 8.39), trên nút của gối đỡ dầm đưa của tuyến trục 48 và 54, bố trí hai tấm liên kết $380 \times 20\text{mm}$, tạo dầm đỡ thành kết cấu liên tục ba nhịp, nhưng trên thực tế khi lắp đặt kết cấu chưa đặt tấm liên kết, mỗi một dầm đỡ dùng phần đầu của dầm đặt trên tấm đỡ của bần hung hàn trên đầu cột thông qua tấm dầy 30mm, dầm đỡ dùng bu lông $8\varnothing 18$ kéo căng.



Hình 8.39. Sơ đồ dầm đưa phân xưởng lò bằng

a. Mặt bằng; b. Nền là ba nhịp liên tục;

c. Thực tế là nhịp đơn; d. Nút A;

1. Bản liên kết; 2. Bu lông $\varnothing 18$; 3. Thanh cánh trên của dầm đưa; 4. Thanh xiên của gối đỡ.

Lấy thanh của dầm đỡ bị rơi làm thí nghiệm, tiến hành phân tích tính năng cơ học của vật liệu thép và phân tích thành phần hoá học, phù hợp với tiêu chuẩn thép số 3, kiểm tra thiết kế là tính toán theo dầm đỡ liên tục, trong thực tế thi công, đơn vị thi công và bèn A đã bỏ qua nút gối đỡ của thanh cánh trên dầm đỡ không đặt tấm liên kết, dầm đỡ trên thực tế làm việc gần như dầm đơn, kết quả tính toán kiểm tra ứng suất các thanh của dầm đỡ là: khi dầm đỡ liên tục, thanh xiên của gối đỡ dưới tải trọng thực tế có ứng suất là 125N/mm^2 , còn khi

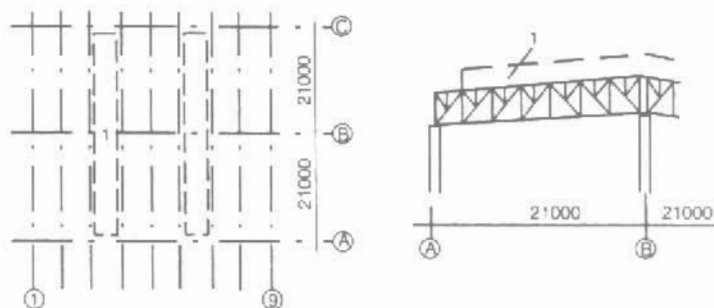
dàn đỡ không liên tục, thanh xiên của gối đỡ dưới tải trọng thực tế có ứng suất là 292N/mm^2 , vượt quá 36% so với 215N/mm^2 , khiến cho thanh xiên gối đỡ của dàn đỡ mất ổn định, dàn đỡ bị phá hoại dẫn tới sập đổ vì kèo.

Phương pháp xử lý: đối với bộ phận kết cấu bị rơi, có thể sử dụng lại, tiến hành chỉnh lý sửa chữa, chế tạo lại thay đổi. Dàn đỡ sau khi thay đổi lắp đặt theo bản vẽ là liên tục.

Vì dụ 3: Mái vượt tải thường làm cho vì kèo biến dạng nghiêm trọng hoặc sập đổ mái.

Mái của công đoạn lò quay ở một nhà máy xi măng năm 1960 bị sập đổ, công đoạn này là hai nhịp vì kèo thép 21m, phía trên đặt tấm lợp lớn, cột bê tông cốt thép, khoảng cách cột 6m (khoảng cách cột từ tuyến trục 3~5 là 12m), có ba lò trong công đoạn này, hai lò này lần lượt vào những năm 1958 và 1959 đưa vào sản xuất, lò thứ ba vừa đưa vào vận hành thử; vì kèo thép và mặt bằng phân xưởng như hình 8.40.

Diện tích sập đổ của mái là 880m^2 , phần sập đổ có dàn dũa 12m trên trục A, B, C của tuyến trục 3~5, vì kèo nhịp B, C trên tuyến trục 4, 5, vì kèo nhịp A, B trên tuyến trục 3, 4, 5, kết cấu cửa sổ trời trên tuyến trục 3~4.



Hình 8.40. Sơ đồ mặt bằng mặt đứng của nhà máy xi măng
1. Cửa sổ trời

Kiểm tra cấu kiện sập đổ, không phát hiện cấu kiện nứt gãy hoàn toàn, chỉ phát hiện

trên một thanh thép góc có vết nứt, trong cấu kiện bị uốn cong nghiêm trọng, mối hàn bị phá hoại cục bộ, trong một bộ phận thanh nén của vì kèo có uốn cong ra ngoài mặt phẳng rất lớn, điều đó nói lên rằng trước khi sập đổ đã mất ổn định, hiện trường sập đổ có nhiều bụi xi măng bay ra, cũng có những cục xi măng biến chất to nhỏ khác nhau.

Ngoài kiểm tra hiện trường, còn tiến hành tính toán kiểm tra vì kèo. Đọc các tài liệu có liên quan đến bản giao và sử dụng, lấy mẫu vật liệu thép thí nghiệm, tiến hành đo hiện trường đối với bê tông cột, dùng máy ứng biến tiến hành đo thí nghiệm các vì kèo còn lại dưới tác động của tải trọng, phân tích tính chất bụi xi măng bay ra ngoài lò cùng với cỡ hạt và tình hình bụi trên mái; kết quả kiểm tra cho thấy, dưới tải trọng thiết kế (bao gồm tải trọng tuyết và bụi trên mái), tất cả các thanh của vì kèo đều không vượt quá ứng suất, kết cấu dầm thép số 3, tính chất cơ bản phù hợp (cá biệt điểm chảy thấp hơn một chút), bê tông cũng phù hợp bê tông mác 200; vấn đề ở chỗ bụi xi măng bay ra từ cửa thông gió phía trên phần nhiệt độ cao của lò quay với lượng lớn, bụi tích tụ trên mái giữa các cửa thông gió và mặt ngoài của cửa thông gió rất nhiều, chiều dày đạt tới 700~800mm (dọn vệ sinh bụi không làm thường xuyên), trước khi mái sập đổ lại thường xuyên có mưa lớn, dung trọng bình quân lớp bụi xi măng tích tụ thời gian dài trên mái tới $16\sim 17\text{kN/m}^3$, bụi xi măng trên mái vượt tải là nguyên nhân chủ yếu làm mái sập đổ.

Dựa theo tải trọng sinh ra do tích tụ bụi thực tế tiến hành tính toán kiểm tra các thanh của vì kèo trên tuyến trực 5, không ít thanh xuất hiện vượt ứng suất (bảng 8.9).

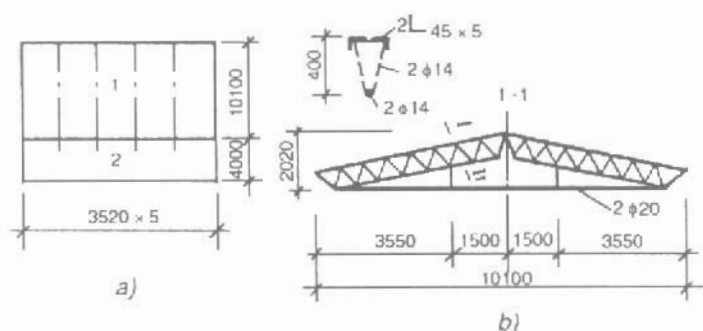
Bảng 8.9. Các thanh vì kèo tuyến trực 5 vượt ứng suất (N/mm^2)

Tên các thanh của vì kèo	Vì kèo nhịp A~B	Vì kèo nhịp B~C
Thanh cánh trên	-264	-306
Thanh cánh dưới	313	340
Thanh xiên của gối giữa	-299	-310
Thanh xiên của gối bên	-268	-304

Điều đó cho thấy xử lý sự cố không phải là gia cố vì kèo có thể giải quyết, phải dùng các biện pháp tổng hợp loại bỏ vượt tải trọng, xử lý sự cố đã cải tiến thiết bị trao đổi nhiệt để giảm bụi xi măng bay ra; bỏ cửa trời thông gió, dùng thiết bị hút khí thông gió hoặc dùng thép tấm thay thế tấm mái bê tông cốt thép (để thuận lợi dọn bụi, đồng thời tăng dự trữ an toàn lực cho các thanh); tháo dỡ thay đổi các vì kèo biến dạng, các vì kèo trên tuyến trực 1, 2 sửa lại đưa vào vị trí, tiến hành gia cố đối với đầu cột bị phá hoại cục bộ; lập chế độ dọn vệ sinh bụi trên mái và có cơ cấu kiểm tra chuyên môn.

Ví dụ 4: Sự cố vì kèo thép nhẹ càng dễ xuất hiện, kết cấu gạch bê tông một tầng hệ thống kho đông lạnh của một cửa hàng, nhịp 10,1m, diện tích 263m^2 , mái kho là vòm ba khớp: vì kèo thép nhẹ, litô gỗ, lati gỗ, lợp ngói, nhà đang thi công lợp ngói, mái sập đổ, diện tích sập đổ là 183m^2 , hình 8.41 là sơ đồ mặt bằng mái và vì kèo của nhà này.

Qua kiểm tra, phân tích nguyên nhân sự cố là vì kèo thiết kế sai, dùng bản vẽ rập khuôn bừa bãi mà không có người kiểm tra, sức chịu tải của vì kèo không đủ; thêm nữa thanh chống bố trí sai, lờ ra trong mặt phẳng của thanh cánh trên hai đầu vì kèo của nhà bố trí thanh chống ngang cho thanh cánh trên, nhưng thực tế trên mặt phẳng của thanh cánh trên bố trí cây chống dọc, do đó về cơ bản không có tác dụng chống đỡ.



Hình 8.41. Sơ đồ mặt bằng, vì kèo đông lạnh

a. Mặt bằng; b. Sơ đồ vì kèo.

1. Gian đông lạnh; 2. Gian thịt lạnh.

Phân tích nội lực của vì kèo, lực nén lớn nhất của thanh cánh trên dầm nghiêng của vì kèo là $134,8\text{kN}$, lực kéo lớn nhất của thanh cánh dưới dầm nghiêng là $71,9\text{kN}$, lực nén lớn nhất của thanh bụng dầm nghiêng là $22,5\text{kN}$, kích thước các thanh như hình 8.41b.

Tính toán kiểm tra theo quy phạm hiện hành:

- Thanh cánh trên của dầm nghiêng:

Tổng lực nén của thanh cánh trên là 134,8kN, lực nén mà mỗi thanh thép góc gánh chịu có thể tính gần đúng là 67,4kN, với thép góc L45 × 5, $i_{\min} = 0,88\text{cm}$; chiều dài tính toán $l_0 = 68\text{cm}$.

Độ mảnh λ

$$\lambda = \frac{l_0}{i_{\min}} = \frac{68}{0,88} = 77,3 < 150$$

Diện tích $A = 4,29\text{cm}^2$, từ λ tra bảng ta được $\varphi = 0,73$;

$$\frac{N}{A\varphi} = \frac{67,4 \times 10^3}{0,73 \times 4,29 \times 10^2} = 215,2 \text{ N/mm}^2 > 0,85f = 182,75 \text{ N/mm}^2$$

(Độ ổn định không đủ, trong đó 0,85 là hệ số giảm cường độ thiết kế của vật liệu thép).

- Thanh cánh dưới của dầm nghiêng:

Lực kéo của thanh cánh dưới là 71,9kN, hai thanh thép tròn $A = 3,08\text{cm}^2$.

$$\frac{N}{A} = \frac{71,9 \times 10^3}{3,08 \times 10^2} = 233,4 \text{ N/mm}^2 > 182,75 \text{ N/mm}^2, \text{ vượt quá } 27,7\%.$$

- Thanh bụng chịu nén:

Lực nén lớn nhất là 22,5kN, tính toán theo 2Ø14, mỗi thanh chịu 11,2kN lực nén, với một cây thép tròn Ø14 có $A = 1,54\text{cm}^2$

$$l_0 = \sqrt{40^2 + 10^2 + 34^2} = 53,4 \text{ cm}; i = \frac{b}{4} = \frac{1,4}{4} = 0,35 \text{ cm}; \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{53,4}{0,35} = 153;$$

Tra bảng ta được $\varphi = 0,298$:

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{11,2 \times 10^3}{0,298 \times 1,54 \times 10^2} = 248 \text{ N/mm}^2 > 0,95f = 204,3 \text{ N/mm}^2$$

(0,95 là hệ số giảm cường độ thiết kế của vật liệu thép).

Thông qua tính toán kiểm tra như trên cho thấy mặt cắt thanh vì kèo vòm 3 khớp không đủ, thêm cây chống cũng không có hiệu quả, gây nên sập đổ trong thi công. Xử lý sự cố công trình này phải thiết kế xây dựng lại.

8.7. XỬ LÝ SỰ CỐ HỆ THỐNG DẦM CẦU TRỤC THÉP

Hệ thống dầm cầu trục là một bộ phận quan trọng trong kết cấu thép của nhà máy công nghiệp, hệ thống dầm cầu trục bao gồm bản thân dầm cầu trục, kết cấu hãm dầm cầu trục, đường ray cầu trục và liên kết giữa chúng; dầm cầu trục có hai loại lớn là dạng đặc bụng và dạng dàn, dầm cầu trục chủ yếu là kết cấu hàn nối (trước kia có đinh tán) và kết cấu hàn bu lông cường độ cao; kết cấu hãm cũng có hai loại dạng tấm đặc bụng và dạng dàn.

Sự cố phá hoại trong giai đoạn thi công của hệ thống dầm cầu trục thường ít gặp nhưng trong giai đoạn sử dụng, hệ thống dầm cầu trục thường hay xuất hiện phá hoại cục bộ thậm chí một bộ phận bị phá hoại toàn bộ, đó là do tính chất tải trọng khi thiết kế hệ thống dầm

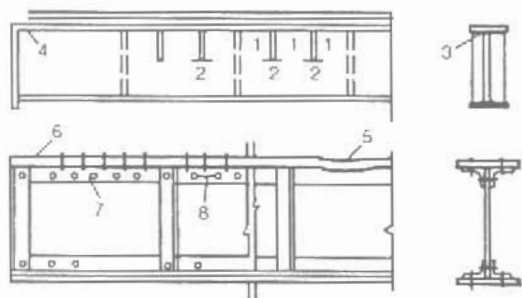
cầu trục quyết định, dầm cầu trục chịu lực rất phức tạp, lực thẳng góc và lực bên của cầu trục đều có đặc trưng động lực, tác động xung kích và hiện tượng mỏi, so với hệ thống mái, cột và dầm sàn, tính toán và tình hình thực tế của hệ thống dầm cầu trục khác xa nhau, tính không xác định tương đối nhiều, độ tin cậy và tính bền vững của dầm cầu trục kém nhất, vì sự hư hỏng của hệ thống dầm cầu trục xảy ra nhiều nhất trong giai đoạn sử dụng, do đó trong sản xuất phải định kỳ kiểm tra, kịp thời sửa chữa để tránh xảy ra sự cố.

8.7.1. Các loại sự cố dầm cầu trục

Ở nước ngoài đã tiến hành điều tra với khối lượng lớn hệ thống dầm cầu trục sử dụng trong nhà máy, tài liệu điều tra cho thấy, dầm cầu trục phần lớn bị hư hỏng ở những bộ phận dưới đây.

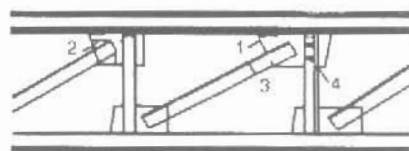
1. Dầm cầu trục đặc bụng (hình 8.42)

Đường hàn của cánh trên với bản bụng và đường hàn cánh trên với sườn của dầm cầu trục đặc bụng là nơi thường bị hư hỏng nhiều nhất, sau đó dẫn đến nứt tấm bụng hoặc tấm cánh, những vết nứt này có đặc trưng mỏi rõ rệt.



Hình 8.42. Bộ phận bị hư hỏng của dầm cầu trục dạng đặc bụng

1. Chỗ liên kết thanh cánh trên và tấm bụng bị nứt;
2. Tấm bụng ở chỗ đầu thanh sườn ngắn bị nứt;
3. Chỗ liên kết giữa thanh cánh trên và sườn bị nứt;
4. Phần đầu dầm có vết nứt;
5. Thanh cánh trên bị uốn cong cục bộ;
6. Đinh tán thẳng đứng bị nổi lồi và đứt gãy;
7. Đinh tán ngang bị nổi lồi và đứt gãy;
8. Thép góc nối ngang theo hướng dọc.



Hình 8.43. Bộ phận bị hư hỏng của dầm cầu trục dạng dàn

1. Đường hàn theo chiều dọc của thanh cánh trên và bản nút bị nứt;
2. Bản nút bị nứt;
3. Thanh xiên của dàn bị nứt hoặc đứt gãy;
4. Đinh tán hoặc bu lông bị nổi lồi hoặc đứt gãy.

2. Dầm cầu trục dạng dàn (hình 8.43)

Dầm cầu trục dạng dàn trước kia thường dùng đinh tán và hàn nối, hư hỏng nghiêm trọng hơn dầm cầu trục đặc bụng, thanh cánh trên có tác động nghiêm trọng của ứng suất tập trung và mô men xoắn làm phát triển các vết nứt mỏi.

3. Dầm hãm (dàn hãm)

Trạng thái làm việc thực tế của kết cấu hãm rất phức tạp, không phù hợp với sơ đồ tính toán, do đó bị phá hoại nghiêm trọng, bộ phận bị hư hỏng như sau (tương ứng với các số nhỏ 1~6 trong hình 8.44);

- Nứt đường hàn liên kết giữa dầm hãm và dầm cầu trục.

- Tấm trên dầm hãm bị nứt.

- Tấm nút dầm hãm có vết nứt, nứt gãy, liên kết tấm nút nứt.

- Thanh xiên của cây chống đứng có vết nứt, nứt gãy.

- Các thanh trong dầm hãm bị xoắn hoặc có vết nứt.

- Thanh bụng của dàn phụ nứt, đứt gãy.

4. Chỗ liên kết của hệ thống dầm cầu trục với cột (hình 8.45)

Vết nứt và lỏng lẻo ở chỗ liên kết hệ thống dầm cầu trục với cột có 5 loại sau (tương ứng với các số nhỏ 1~5 trong hình 8.45):

- Đường hàn tấm liên kết bị nứt hoặc bu lông bị nổi lỏng chỗ liên kết kết cấu hãm với cột.

- Đường hàn tấm liên kết ngang bị nứt hoặc bu lông bị nổi lỏng chỗ liên kết ngang dầm cầu trục với cột.

- Đường hàn tấm liên kết đứng bị nứt hoặc bu lông bị nổi lỏng chỗ liên kết ngang dầm cầu trục với cột.

- Tấm liên kết đứng (bản mã) bị nứt.

- Bu lông liên kết giữa dầm cầu trục với dầm cầu trục, dầm cầu trục với cột bị nổi lỏng. Trong đó loại hư hỏng đầu là loại hư hỏng thường gặp nhất.

5. Đường ray và tấm chắn đường xe chạy

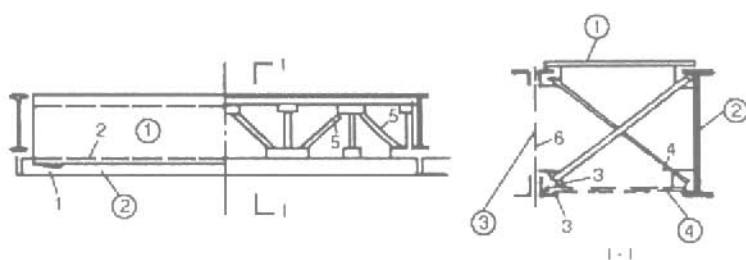
- Mài mòn mặt trên và mặt bên của đường ray.

- Hư hỏng chỗ nối đầu đường ray.

- Tấm bụng đường ray bị nứt, thường ở chỗ nối đầu và gần lỗ.

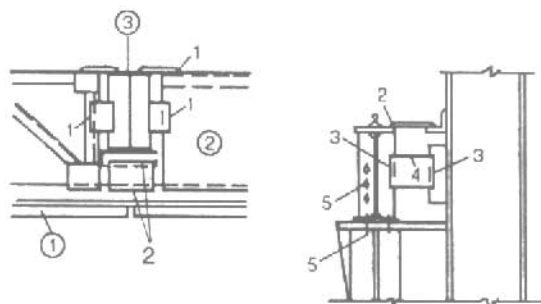
- Dùng bu lông uốn móc câu nối đường ray và dầm cầu trục dễ bị hư hỏng nhất, bu lông uốn móc câu tự dẫn thẳng bật ra, đường ray chuyển dịch theo chiều ngang.

- Dùng tấm ép bu lông hai đầu nối đường ray và dầm cầu trục, về cơ bản tin cậy, một số ít phân xưởng liên kết lỏng lẻo, đường ray chuyển dịch theo hướng ngang.



Hình 8.44. Bộ phận hư hỏng của kết cấu điều khiển

①. Dầm (dàn) điều khiển; ②. Dầm cầu trục;
③. Dàn phụ; ④. Thanh hệ ngang.



Hình 8.45. Bộ phận hư hỏng chỗ liên kết hệ thống dầm cầu trục và cột

①. Dầm cầu trục; ②. Dầm điều khiển; ③. Cột.

- Liên kết cố định tấm chắn đường xe chạy bị lỏng lẻo.

Tình trạng hư hỏng nghiêm trọng hệ thống dầm cầu trục, ở nước ngoài đã có tài liệu điều tra (dầm cầu trục của nhà máy luyện kim, sử dụng 6~10 năm), số liệu thống kê hư hỏng như sau:

Dầm cầu trục có vết nứt chiếm 30%;

Kết cấu điều khiển có vết nứt chiếm 25%;

Hư hỏng liên kết giữa hệ thống dầm cầu trục với cột chiếm 50%;

Hư hỏng chi tiết liên kết cố định đường ray xe chạy chiếm 80%;

Đường ray dầm cầu trục xuất hiện lệch tâm không cho phép chiếm 20%, mà sai lệch hình học chiếm 70%;

8.7.2. Nguyên nhân sự cố hệ thống dầm cầu trục

1. Nguyên nhân thiết kế

- Không xem xét đầy đủ tải trọng thiết kế và đặc điểm tác động của nó:

Tải trọng của cầu trục bằng hình thức áp lực tập trung của bánh xe tác động trên điểm bất kì theo hướng chiều dài của dầm cầu trục, độ lớn của áp lực bánh xe có liên quan đến nhiều nhân tố. Tải trọng cầu trục luôn tác động lệch tâm trên dầm cầu trục, khiến cho dầm cầu trục ngoài việc chịu tải trọng một nhóm áp lực bánh xe, còn có mô men xoắn động tập trung do chúng sinh ra; lực ngang theo hướng dọc, hướng ngang sinh ra trong khi cầu trục vận hành, còn có lực kẹp đường ray do kẹp đường ray sinh ra, lực kẹp đường ray lớn hơn rất nhiều so với lực hãm theo hướng ngang, loại lực kẹp đường ray này rất khó tính trị số của chúng. Trạng thái ứng suất trong dầm cầu trục trên thực tế rất phức tạp, mà trong quy phạm kết cấu thép hiện hành chỉ xem xét σ_x (ứng suất uốn cong), τ_{xy} (ứng suất cắt), σ_c (ứng suất chèn ép cục bộ), còn đối với các ứng suất khác không xem xét tới. Một đặc điểm khác của tải trọng dầm cầu trục là tác động lặp đi lặp lại khiến cho vật liệu thép mỏi mệt, hình thành phá hoại đặc trưng mỏi, sự mỏi là quá trình phát triển của các vết nứt mảnh, hiện nay tính toán kiểm tra cường độ mỏi còn cần được tiếp tục nghiên cứu.

- Cấu tạo của hệ thống dầm cầu trục không phù hợp với sơ đồ tính toán

Phần lớn dầm cầu trục khi thiết kế là tính toán theo dầm đơn đặc bụng hoặc dàn tĩnh định, nhưng trên thực tế ở cánh trên và tấm bụng dùng tấm liên kết để liên kết dầm cầu trục với dầm cầu trục, phía trên còn lắp đặt đường ray thép, khiến cho dầm cầu trục dạng đơn trở thành dầm liên tục ở một mức độ nhất định; sự liên kết giữa dầm cầu trục với hệ thống hãm, làm cho dầm cầu trục và hệ thống hãm cùng làm việc đem đến những nhân tố chưa được xem xét trong tính toán; liên kết giữa dầm cầu trục và cột, làm cho dầm và cột hình thành ngàm ở mức độ khác nhau, hạn chế chuyển động tự do ở gối đỡ, làm cho gối đỡ của dầm cầu trục sinh ra mô men âm và góc quay khiến cho nút ở đây bị phá hoại.

2. Nguyên nhân thi công

- Sai lệch trong chế tạo và lắp đặt:

Dịch chuyển lệch tương đối của vị trí hệ thống dầm cầu trục, đường ray lắp đặt lệch tâm, đường ray uốn cong không phẳng, những điều đó khiến dầm cầu trục có ứng suất phức tạp, dễ làm cho dầm cầu trục mỏi, hư hỏng.

- Khuyết tật mối hàn:

Trong khu vực ảnh hưởng của mối hàn và nhiệt, vật liệu gốc kim loại tồn tại những vết nứt rất nhỏ; trong mối hàn có kẹp xỉ, bọt khí, rãnh lõm, vết xước cùng với chiều dày mối hàn không đủ, những khuyết tật này là nguồn gốc của vết nứt, chúng mở rộng dưới tác động của tải trọng lặp lại nhiều lần, làm cho hệ thống dầm cầu trực phá hoại mối.

Đối với kết cấu liên kết đỉnh tán, đỉnh tán chèn lỗ không chặt, sinh ra ứng suất tập trung ở chỗ có lỗ, dễ tạo thành vết nứt.

- Cắt khoét lỗ tùy tiện hoặc hàn treo các chi tiết khác một cách bừa bãi trên dầm cầu trực, làm cho ứng suất tập trung ở nơi có lỗ khoét và chỗ hàn, dưới tác động của tải trọng lặp đi lặp lại làm tăng sự hình thành và phát triển của vết nứt mối.

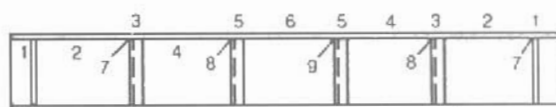
3. Về mặt quản lý sử dụng

- Cầu trực vận hành vượt tải, hoặc cầu trực thay đổi vận hành nặng hơn, khiến cho dầm cầu trực làm việc vượt tải.

- Không kiểm tra định kì, kịp thời sửa chữa, như đường ray lệch tâm, bu lông liên kết nối lồng, cầu trực vận hành lắc rung, va đập, kẹp ray,... đều không được kịp thời sửa chữa.

8.7.3. Ví dụ thực tế công trình

Ví dụ 1: Phân xưởng lò nấu của một nhà máy thép, kết cấu thép, khẩu độ 32m, dài 180m, trong phân xưởng bố trí ba cầu trục dạng móc câu cứng 10/100kN, áp lực bánh xe lớn nhất của cầu trục là 314kN, trọng lượng bản thân cầu trục sinh ra áp lực bánh xe chiếm 90%, năm 1960 đưa vào sản xuất, dầm cầu trục về cơ bản ở vào trạng thái làm việc đầy tải, năm 1976 phát hiện có 16 trong số 21 dầm cầu trục mặt cắt hình chữ I hàn đặc bụng nhịp 5m, chỗ mối hàn liên kết giữa cánh trên và tấm bụng và phía trên tấm bụng có vết nứt dọc (hình 8.46), vết nứt dài nhất tới 1,32m.



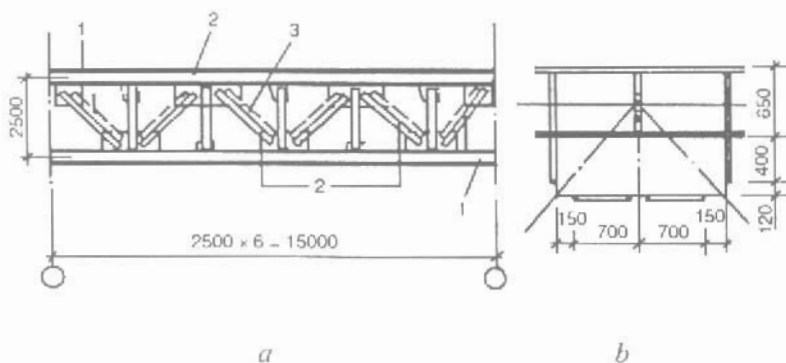
Hình 8.46. Sơ đồ vị trí vết nứt dầm cầu trục

1. Khu vực nứt 2 chỗ; 2. Khu vực nứt 5 chỗ;
3. Khu vực nứt 13 chỗ; 4. Khu vực nứt 3 chỗ;
5. Khu vực nứt 17 chỗ; 6. Khu vực nứt 2 chỗ;
7. Khu vực nứt 5 chỗ; 8. Khu vực nứt 3 chỗ;
9. Khu vực nứt 1 chỗ.

Kết quả điều tra đối với dầm cầu trục bị phá hoại: vết nứt cơ bản xuất hiện dọc theo toàn dầm, vết nứt chỗ có sườn trong nhịp nhiều nhất, vết nứt của mối hàn liên kết tấm cánh trên và tấm bụng về cơ bản song song với dầm, vết nứt tấm bụng tạo thành góc 20° ~ 19° với thanh cánh trên, đường ray lệch tâm, đỉnh ray bị

vết ray nghiêm trọng, một phía vết tới 20mm, cầu trục chịu tải trọng vận hành liên tục, bình quân 20 lần/h, trong 16 năm số lần tuần hoàn đạt tới 2 triệu lần, tải trọng cục bộ vùng phía trên tới 8 triệu lần, do đó tổn thương mỗi nghiêm trọng; dầm cầu trục không thể khôi phục sửa chữa, năm 1977 phải đổi mới toàn bộ.

Ví dụ 2: Phân xưởng lò nấu của một nhà máy thép, xây dựng vào năm 1961, trong phân xưởng có bố trí cầu trục, khẩu độ của dầm cầu trục 15m, dùng dầm cầu trục kiểu dàn (hình 8.47a).



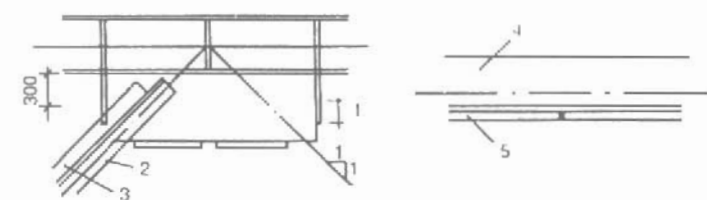
Hình 4.47. Dầm cầu trục và tấm điểm nút thanh cánh trên
a. Sơ đồ dầm cầu trục; *b.* Tấm điểm nút thanh cánh trên.
 1. Thêm 2L160; 2. Thêm 2L140; 3. Thêm 2L90.

Thanh cánh trên là mặt cắt hình chữ I hàn tự động 500×650 , tấm cánh dày 20mm, tấm bụng dày 14mm, thanh bụng liên kết với bản nút hàn ở phía dưới thanh cánh trên bằng đỉnh tán, bản nút thanh cánh trên tương đối lớn, do đó ở mặt đầu nút hàn thêm bản sườn ($-200 \times 12\text{mm}$, như hình 8.47*b*). Trên dầm cầu trục của thiết kế cũ là một cầu trục 50kN (nhịp 30m), sau đó cung ứng thiết bị đổi thành 100kN, như vậy dầm cầu trục thiết kế cũ tháng 8 năm 1961 xử lý gia cố, tăng thêm 2L90 $\times$ 10 cho thanh xiên 2L140 $\times$ 12 khoang giữa nút 2,5. Khi thi công phát hiện thép góc tăng thêm vướng phải bản sườn trên nút ở hai đầu, trong hình ghi chú trong thi công dùng hơi cắt đi phần bản sườn của phần bị vướng, nhưng không có yêu cầu xử lý kỹ thuật (hình 8.48*a*). Tháng 4 năm 1962 phân xưởng chính thức đưa vào sản xuất, không lâu sau tăng thêm cầu trục 50kN, đến năm 1963 lại gia cố dầm cầu trục này; đều tăng thêm hai thanh thép góc cho thanh xiên chưa gia cố ở trong nhịp, thanh cánh dưới dùng bản thép $450 \times 10\text{mm}$ gia cố suốt chiều dài, trong tài liệu bản vẽ thiết kế không đưa ra yêu cầu ghép bản thép, đơn vị thi công hàn đối đầu bằng phương pháp hàn ngửa (hình 8.48*b*).

Cuối năm 1965 phát hiện đường hàn chỗ nối đối đầu tấm đáy gia cố thanh cánh dưới hoàn toàn nứt rời, vết nứt kéo dài đến thép góc thanh cánh dưới, lại chữa vội lần nữa, ở chỗ nút thanh cánh dưới thêm bản thép $500 \times 12\text{mm}$, gia cố hai mặt bằng miếng thép $190 \times 20\text{mm}$ dài 1.500mm (tán đỉnh); nhiều năm sử dụng như vậy, năm 1983 lại phát hiện bản nút thanh cánh trên xuất hiện vết nứt xuyên suốt (hình 8.49*a*). Điểm khởi đầu vết nứt của bản nút thanh cánh trên ở chỗ dùng cắt hơi dưới tấm sườn, vết nứt xuyên suốt chiều dài bản nút, chiều dài khác nhau từ vài cm đến vài chục cm. Thông qua kiểm tra vết nứt và đo biên độ cùng tần số ứng suất bộ phận chủ yếu của dầm cầu trục, cho rằng nguyên nhân tổng hợp gây nên phá hoại bản nút là do sự tồn tại mô men uốn đầu mút thanh bụng, ứng suất tập trung chỗ bản gia cường, chỗ cắt bằng hơi của bản sườn gia cường thô nhám không bằng phẳng có "hiệu ứng lỗ khoét" rõ rệt, thêm vào cấu trúc vận hành liên tục.

Biện pháp giải quyết cơ bản vết nứt bản nút là thay bản nút mới, kết cấu dầm cầu trục có thể hạ tải toàn bộ, do đó thay thế bản nút mới là có thể thực hiện được. Khi thay thế bản

nút, xét thấy hai đầu tấm gia cường bên cạnh bản nút cũ tuy có tác dụng gia cường, nhưng có tác dụng phụ - độ cứng đột biến, ứng suất tập trung, bản nút mới bỏ tấm gia cường, mà làm dày thêm 2mm cho bản nút, phía trên hai đầu bản nút khoét tròn để giảm ứng suất tập trung, thực tế chứng minh gia cố đã thành công.

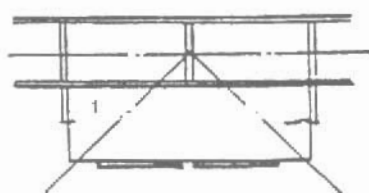


a. Sơ đồ cắt hơi tấm sườn của nút thanh cánh trên

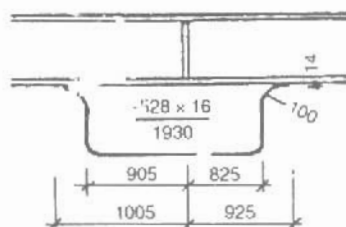
b. Tăng cường bản thép cho thanh cánh dưới

Hình 8.48. Sơ đồ gia cố dầm cầu trục kiểu dầm

1. Phần cắt đi; 2. Hai thép L cũ;
3. Hai thép L tăng thêm;
4. Thanh cánh dưới;
5. Thêm tấm - 450 × 10.



a. Vết nứt bản nút thanh cánh trên



b. Bản nút mới

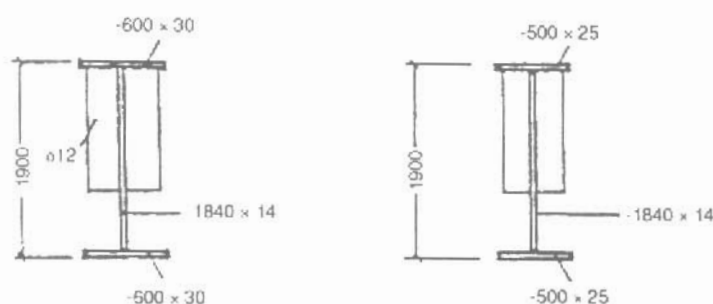
Hình 8.49. Vết nứt bản nút và thay đổi bản nút mới
1. Vết nứt

Điều cần phải chỉ ra là sau khi thay thế bản nút thanh cánh trên, bỏ tấm gia cường, tuy bỏ được nhân tố bất lợi là ứng suất tập trung đầu tấm sườn, nhưng làm cho ảnh hưởng uốn cong ngoài mặt phẳng bản nút tăng lên nhiều, điều đó cần ngăn ngừa sinh ra hiện tượng lệch đường ray, kẹt đường ray.

Ví dụ 3: Phân xưởng máy động cơ của một nhà máy là gian xưởng hai nhịp 36m và 30m cùng chiều cao, khoảng cách cột là 12m, tổng chiều dài là 180m, cốt cao độ thanh cánh dưới vì kèo là 19,2m, nhịp 36m có một cầu trục 200/1000kN và một cầu trục 200/750kN, nhịp 30m có một cầu trục 200/750kN và một cầu trục 100/500kN, đều dùng dầm cầu trục đặc bụng, mặt cắt như hình 8.50.

Làm xong năm 1960, năm 1961 tổng kiểm tra chất lượng, phát hiện dầm cầu trục bị rạn khắp nơi, hình 8.51 là sơ đồ vết rạn có tính đại diện của dầm cầu trục; thanh cánh trên và thanh cánh dưới có một hai chục vết rạn ngang, tấm bụng tương đối ít hơn một chút, vết rạn đều ở bề mặt, nói chung sâu 1~2mm, chiều sâu lớn hơn 3mm tương đối ít, chiều rộng vết rạn nói chung dưới 0,07mm, chiều dài phần lớn là 200~300mm, dài nhất đạt tới 600mm, độ nghiêng của vết rạn không như nhau, gần hai phía đường hàn của tấm cánh và tấm bụng chưa phát hiện có vết rạn, nhưng phía trên có nhiều; chỗ đầu mút và bản gia cường của tấm

bụng không có vết rạn; sự tồn tại của vết rạn phát triển lớn thành vết nứt dưới tác động của tải trọng động, thậm chí làm cho kết cấu bị phá hoại, nhiều vết rạn tồn tại như vậy khiến người ta không yên tâm.

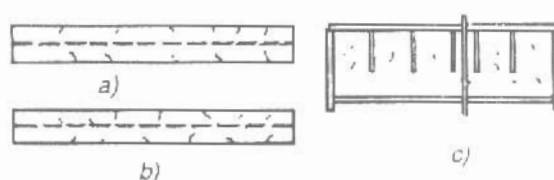


a. Mặt cắt dầm cầu trục 36m b. Mặt cắt dầm cầu trục 30m

Hình 8.50. Mặt cắt dầm cầu trục

dầm cầu trục của phân xưởng này không có liên quan tới các nhân tố nói ở trên, tạp chất của vật liệu thép thấp hơn rất nhiều so với chỉ tiêu quy định, nhiệt độ bình thường, phân xưởng còn chưa sử dụng, không xảy ra sự cố trong vận chuyển, một khả năng duy nhất chỉ có thể là do ứng suất nhiệt hàn, nhưng chỗ có vết nứt đều ở xa khu vực ảnh hưởng nhiệt của mối hàn, vì thế cũng không phải ứng suất nhiệt của mối hàn gây nên. Điều tra nguồn cung cấp vật liệu thép, thăm dò nhà máy luyện thép và nhà máy gia công kết cấu, tìm ra nguyên nhân của vết nứt: lúc đó để chạy theo tiến độ, thép đúc nhiệt độ cao vừa mới hình thành, chỉ nguội tới khoảng $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ đã tháo dỡ khuôn, lại không kiểm tra, không dọn sạch sẽ, đưa đi tăng nhiệt để cán thép, không đợi tấm thép nguội tới dưới 300°C đã giao cho nhà máy gia công kết cấu, đợi cho vật liệu thép nguội tới khoảng 50°C đã ghép để hàn nối, lúc đó đã phát hiện có nhiều vết rạn nhỏ, nhưng không được lưu ý, chính do chênh lệch nhiệt độ của thép đúc quá lớn, làm cho bề mặt vật liệu thép có rất nhiều vết nứt nhỏ, tuy đã được tăng nhiệt cán ép, những vết nứt nhỏ vẫn không thể khép lại được, do thép đúc là hình nhiều cạnh, những vết rạn nhỏ trên hai mặt vật liệu tấm sau khi cán thường có khắp nơi, nhà máy gia công không thể tránh khỏi khi nhận vật liệu, khắp nơi trên dầm cầu trục đã hàn xong đều có vết rạn, mà bản sườn tăng thêm (dày 12 và 22mm) và tấm bụng (dày 14mm) là thép mua ở ngoài đều không có vết rạn.

Dầm cầu trục toàn bộ đã lắp đặt xong, đã sơn chống gỉ, một phần đã sơn mẫu, đem lại khó khăn trong việc kiểm tra vết nứt, để kiểm tra toàn diện tình hình vết rạn để tiện xử lý, cán cầu toàn bộ dầm cầu trục xuống, dùng nước kiểm rửa sạch, loại bỏ lớp sơn chống gỉ và sơn mẫu, dùng kính lúp soi tìm vết rạn, sau đó dùng sóng siêu âm tiến hành kiểm tra mẫu các bộ phận hoàn hảo, qua ba tháng



Hình 8.51. Sơ họa vết nứt dầm cầu trục

a. Thanh cánh trên; b. Thanh cánh dưới; c. Bản bụng

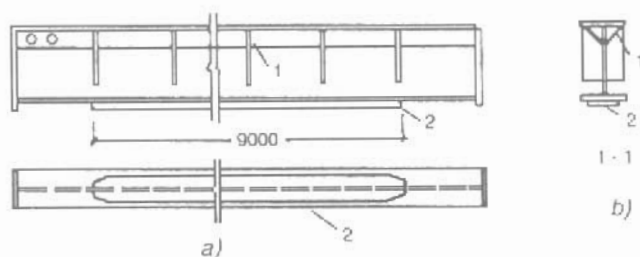
kiểm tra, trong số 60 dầm cầu trục chỉ có 3 dầm cầu trục không có vết rạn, 4 dầm cầu trục rạn nghiêm trọng (không chỉ mỗi cánh trên cánh dưới có trên 10 vết rạn, khoang thứ nhất gần gối đỡ của tấm bụng còn có không ít vết rạn chân chim), chiều sâu vết rạn dùng khí nén thổi, kiểm tra lại bằng kế đo chiều sâu, đo đo không chính xác và có sai số, số liệu chiều sâu vết rạn không chính xác, nhưng phần lớn là 1~2mm, một số vết rạn tới 3mm, có thể nói vết rạn toàn ở trên bề mặt.

Sau khi điều tra rõ ràng, đã xác định phương pháp xử lý, vết rạn rất nguy hiểm đối với dầm cầu trục, nhưng nếu toàn bộ dầm cầu trục đều bỏ thay mới, tổn thất sẽ quá lớn (khoảng 500T thép), do vết rạn không phải là vấn đề chất lượng nội tại của vật liệu thép, lại không phải ứng suất nhiệt hàn gây nên, phải cố gắng tận dụng dầm cầu trục vốn có, qua tính toán kiểm tra, như chiều dày cánh trên cánh dưới ở một số chỗ giảm đi 1mm sẽ không ảnh hưởng đến cường độ, độ võng của dầm cũng không tăng lên, tấm thép dày 30mm giảm đi 3% vẫn có thể dùng được, nhưng ở chỗ vết rạn sâu 2~3mm, nếu sau khi mài đi, sẽ có ảnh hưởng rõ rệt đối với cường độ và độ cứng, do đó cần hàn bổ sung. Phương pháp xử lý cuối cùng là:

- Không xử lý gia cố đối với dầm cầu trục không có vết rạn.

- Đối với phần lớn dầm cầu trục có vết rạn nhỏ, chiều sâu vết rạn nhỏ hơn 1mm, đục đi bằng đục hơi, không hàn gia cường; với chiều sâu vết rạn 2~3mm, đầu tiên dùng đục hơi đục đi, sau đó dùng que hàn hydro thấp đường kính nhỏ (tính bền tốt) để hàn bổ sung chiều dày, vùng ảnh hưởng của nhiệt hàn thủ công nhỏ, để đảm bảo an toàn, ở mép dưới dầm cầu trục có vết rạn hàn thêm bản gia cường dài 9m, rộng 200mm, dày 20mm (hình 8.52a), hai đầu mút không hàn, hai phía dùng mối hàn gián đoạn, tấm gia cường này bình thường có tác dụng giảm độ võng, nếu không may vết nứt còn phát triển, tấm gia cường sẽ bị giãn dài, độ võng của dầm cầu trục tăng lên, phải xử lý lại.

- Đối với 3 dầm mà cánh trên cánh dưới và tấm bụng có nhiều vết rạn chân chim, ngoài xử lý như trên, ở giữa thanh cánh trên và tấm bụng tăng thêm bản chống nghiêng (bố trí suốt chiều dài giữa tấm sườn gia cường), bản chống xiên này giảm chiều cao tính



Hình 8.52. Gia cố dầm cầu trục

1. Bản chống xiên; 2. Tấm gia cường

toán của tấm bụng và chiều dài vươn ra ngoài của cánh trên, còn làm cho trục trung hoà dịch chuyển lên phía trên, giảm ứng suất nén thanh cánh trên (hình 8.52b), bản chống xiên dày 16mm, cũng tăng cường tính năng chống vặn của dầm. Ngoài ra phía dưới của bản chống xiên mở lỗ tròn to theo vị trí cố định bu lông của đường ray thép dầm cầu trục, để sau này thuận lợi cho điều chỉnh lắp đặt bu lông, bản xiên cũng hàn gián đoạn.

Sau khi xử lý dầm cầu trục đã sử dụng 25 năm, không có vết rạn mới, phương án gia cố thành công.

8.8. XỬ LÝ SỰ CỐ CỘT THÉP

Trong thiết kế kết cấu xây dựng, tính toán nội lực của cột theo tổ hợp tải trọng bất lợi nhất, xác suất xuất hiện đồng thời của những tải trọng này cũng tương đối nhỏ, do đó ứng suất thực tế trong cột, trong điều kiện thi công và làm việc bình thường thấp hơn ứng suất thiết kế rất nhiều, nghĩa là dự trữ sức chịu tải của cột tương đối lớn, do đó ít có khả năng xuất hiện sự cố lớn, chưa xảy ra cột thép do sức chịu tải tổng thể không đủ mà dẫn đến sự cố phá hoại; trong xây dựng dân dụng rất ít sử dụng cột thép (chỉ dùng trong công trình cao tầng và công trình siêu cao tầng), sự cố hư hỏng cột phần lớn xuất hiện ở nhà xưởng công nghiệp và phần lớn xảy ra sự cố trong thời gian sử dụng, bản thân cột hư hỏng không nhiều, chủ yếu hay xảy ra là hư hỏng chỗ liên kết dầm với cột.

8.8.1. Các loại sự cố hư hỏng cột thép

- Thanh cột biến dạng (uốn cong, vặn cong);
- Thanh cột có lỗ khuyết, hư hỏng vết nứt;
- Thanh bụng cột kiểu khung biến dạng uốn cong và vặn cong;
- Mối hàn của đầu cột, vai đỡ của dầm cầu trục bị nứt;
- Chiều đứng của cột bị nghiêng lệch, làm hư hỏng cấu kiện bao che và nút liên kết bên cạnh và lệch vị trí đường ray cầu trục;
- Cao độ cột bị hạ thấp, làm vì kèo xệ xuống ảnh hưởng sản xuất bình thường;
- Chân cột và một số nút liên kết bị tổn thương ăn mòn.

8.8.2. Nguyên nhân sự cố hư hỏng cột thép

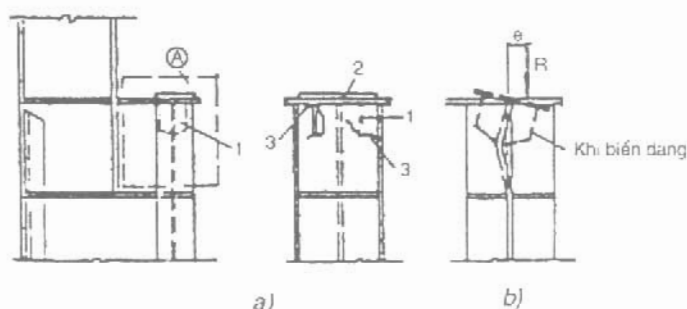
- Cấu tạo nút liên kết cột và dầm cầu trục không phù hợp với bản vẽ thiết kế, liên kết khớp thành liên kết cứng, liên kết cứng thành liên kết khớp, khiến cho cột và nút sinh ra ứng suất phụ thêm;
- Đầu cột và cột có sai số lắp ghép, làm cho ứng suất trong cột tăng lên rõ rệt, uốn cong cấu kiện (thông thường phần trên dầm cầu trục bị uốn cong);
- Cột thường va chạm vào hàng hoá vận chuyển, tay đòn dầm cầu trục hoặc gầu xúc, làm cho chân cột bị uốn cong, biến dạng vặn, cắt lỗ và nứt;
- Tác động của nhiệt độ cao, nhất là cột tiếp xúc với kim loại xương luyện kim và xỉ nhiệt, làm cho thanh cột bị uốn cong, liên kết nút của thanh chống bị phá hoại nứt;
- Chưa xem xét tác động phá hoại môi của tuần hoàn tải trọng, làm cho mối hàn chỗ vai đỡ bị nứt;
- Nền làm móng bị lún xuống, khiến cho cột bị nghiêng, cốt cao độ cột bị hạ xuống;
- Tác động của ẩm ướt có tính chu kỳ và chất môi giới ăn mòn, làm cho cột thép bị ăn mòn cục bộ, giảm tiết diện cột;
- Cấu tạo nút không hợp lý.

8.8.3. Ví dụ thực tế công trình

Phân xưởng lò luyện của một nhà máy thép, năm 1956 hoàn thành đưa vào sản xuất, trong phân xưởng có bố trí hai cầu chạy loại nặng (200/300kN), năm 1975 phát hiện trong

39 cột của dầm cột trong khi vận chuyển, có 26 cây cột (chiếm 67%) ở bộ phận đầu cột chân cầu trục xuất hiện nứt nghiêm trọng (hình 8.53a); kết quả quan sát chi tiết cho thấy rất nhiều vết nứt bắt đầu ở đầu mút dưới của sườn gia cường, sau đó hướng lên trên, phát triển về phía phải và trái, có vết nứt kéo dài đến cánh của cột, thậm chí có vết nứt xuyên suốt toàn bộ chiều rộng của cánh, có vết nứt kéo dài đến tẩm trên cùng, làm cho tẩm trên cùng xệ xuống, vết nứt vừa nhiều vừa nghiêm trọng.

Sau khi điều tra qua phân tích nghiên cứu, tìm ra nguyên nhân sự cố, nguyên nhân chủ yếu là xử lý không tốt cấu tạo thiết kế của đầu cột chân xe cầu, như hình 8.53, sườn tăng cường đầu cột là chi tiết truyền lực chủ yếu, nhưng quá ngắn, chỉ có 2/5 chiều cao dầm vai, thêm nữa tẩm bụng đầu cột đỡ xe chạy tương đối mỏng, 16mm, đầu dưới của sườn tăng



Hình 8.53. Hư hỏng đầu thanh cầu trục của cột
a. Vết nứt đầu thanh cầu trục; b. Phóng đại vị trí A.

cường lại không có tẩm bịt đầu gia cường làm cho độ cứng ngoài mặt bằng tẩm bụng đầu dưới của sườn tăng cường rất thấp; tiếp đó là lệch tâm của đường ray khoảng 30mm, do vậy khi cầu trục vận hành theo sự thay đổi lực nén lệch tâm của bánh xe, làm cho đầu dưới của sườn gia cường lắc mạnh (đường gạch gạch của hình 8.53b), đầu sườn gia cường là nơi mặt cắt thay đổi đột ngột, lại là chỗ đường hàn bắt lửa, ứng suất tập trung nghiêm trọng, tạo thành nguồn sinh ra vết nứt, thêm nữa trọng lượng bản thân của cầu trục lớn (tới 3100kN), vận hành rất nặng nề, vết nứt phát triển dẫn đến phá hoại nghiêm trọng.

Tìm hiểu rõ nguyên nhân sự cố, khi tiến hành sửa chữa lớn, đem tất cả đầu cột hư hỏng cắt đi thay thế toàn bộ (phần A của hình 8.53b), trong thay thế làm dày thêm bản đỉnh và bản đệm, làm dài thêm sườn gia cường, sau khi sửa chữa thay thế, năm 1982 (sau 7 năm) tiến hành kiểm tra, không có hiện tượng khác thường.

9. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU ĐẶC BIỆT

Kết cấu đặc biệt trong công trình xây dựng là các công trình như: bể nước, ống khói, tháp nước, bồn chứa, phòng bơm giếng chìm, giá đỡ đường ống, sự cố thường gặp có sai lệch vị trí, biến dạng, nứt, sập đổ,... Do công trình kết cấu đặc biệt hiện nay phần lớn là kết cấu khối xây hoặc bê tông, phương pháp xử lý không ít sự cố như nứt, biến dạng có thể tham khảo ở chương 4 (tập I) và chương 5 (tập II) của cuốn sách này, xử lý sự cố thấm dột có thể tham khảo ở chương 10.

9.1. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BỂ NƯỚC

9.1.1. Sự cố vết nứt bể nước

1. Vết nứt thành bể bể chứa nước sạch hình tròn

- Khái quát công trình:

Một nhà máy tỉnh Tứ Xuyên có hai bể nước sạch hình tròn 1.000 tấn, xây dựng theo bản vẽ điển hình “BJ95-67”. Từ thi công đến bàn giao sử dụng, không phát hiện vấn đề rõ rệt. Bể nước sau khi hoàn thành được 5 năm, ngẫu nhiên phát hiện thành bể nước có rất nhiều vết nứt, vì bề mặt thành bể đã quét bi tum, chỗ nứt lại có kết tinh màu trắng, do đó vết nứt thấy rất rõ ràng (hình 9.1).

- Đặc trưng vết nứt:

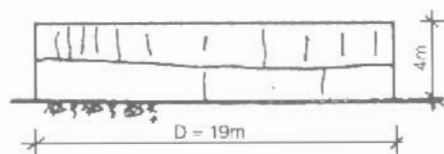
+ Vết nứt ngang. Hai bể nước ở gần phần giữa của chiều cao thành bể đều có một vết nứt gần như theo chiều ngang, chia thành bể nước làm hai phần trên và dưới.

+ Vết nứt đứng. Ở hai đoạn trên dưới của thành bể đều có không ít vết nứt đứng, nửa phía trên tương đối nhiều, nửa phía dưới tương đối ít, về phía ánh nắng tương đối nhiều, về phía bóng râm tương đối ít, hình dạng vết nứt là ở giữa rộng, hai đầu nhỏ, chiều rộng lớn nhất khoảng 0,25~0,30mm.

+ Tình trạng bề mặt vết nứt. Bề mặt mỗi vết nứt đều có kết tinh màu trắng hình thành thấm ra ngoài, tương đối cứng, dựa theo phân tích thực nghiệm hoá học của công trình tương tự, thành phần chủ yếu của chất kết tinh màu trắng là các nguyên tố như canxi, nhôm - những thành phần chủ yếu của xi măng, đó là một hiện tượng vết nứt tự mất, sau khi bóc đi chất kết tinh, vết nứt hiện ra, nước trong bể từ từ thấm ra ngoài qua vết nứt.

- Nguyên nhân vết nứt:

+ Co ngót nhiệt độ. Bể nước này xây dựng ở sườn núi dưới ảnh hưởng của gió thổi, mặt trời chiếu vào làm bề mặt ngoài của thành bể co ngót tương đối nhanh, sinh ra ứng suất kéo, đồng thời, khi nhiệt độ môi trường xuống thấp, bề mặt ngoài của thành bể cũng



Hình 9.1. Sơ đồ mặt đứng của bể và vết nứt
(khoảng cách vết nứt 1,5~3m;
chiều rộng vết nứt 0,15~0,3mm).

hình thành ứng suất kéo, những ứng suất co ngót nhiệt độ này là nguyên nhân quan trọng tạo thành những vết nứt đứng. Từ tình hình phân bố vết nứt cho thấy, phía nửa trên thành bể vết nứt nhiều, phía ánh nắng vết nứt nhiều, cũng nói lên vết nứt có liên quan với ảnh hưởng của ánh nắng và gió.

+ Sử dụng bản vẽ điển hình không tốt. Bản vẽ điển hình mà công trình này dùng quy định loại bể nước này là bể nước ngầm (toàn bộ bể nước chôn trong đất), thực tế bể nước này xây dựng trên mặt đất. Do sự thay đổi này, không chỉ khiến cho thành bể bê tông trong sử dụng trực tiếp chịu ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm môi trường, mà trạng thái chịu lực của thành bể cũng khác, sau khi bể chứa nước thành bể chịu kéo, loại ứng suất kéo này cùng với ứng suất co ngót nhiệt độ gộp lại gây nên những vết nứt đứng.

+ Quản lý tổ chức thi công không cẩn thận. Mỗi một bể nước khi đổ bê tông khoảng một nửa, công nhân nghỉ ăn cơm, vì thời gian ngừng quá dài, lại không có biện pháp thích đáng khác làm cho bê tông thành bể xuất hiện vết nứt ngang. Đó là nguyên nhân mà hai bể nước đều có vết nứt ngang ở gần giữa.

+ Xử lý vết nứt. Do bể nước vẫn có thể sử dụng bình thường, vết nứt xuất hiện đều tự mát, không có hiện tượng thấm rõ rệt, do đó không tiến hành xử lý.

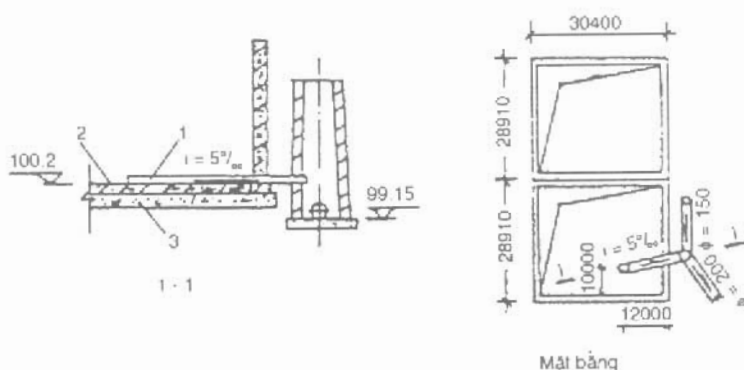
2. Vết nứt tấm đáy của bể nước phòng cháy

Một bể nước phòng cháy bê tông cốt thép tỉnh Tứ Xuyên, sau khi công trình xây hoàn thành, do nước mặt thấm vào giữa tấm đáy và lớp đệm, hình thành áp lực cột nước, trường hợp trong bể không có nước khiến cho tấm đáy bể nước cộm lên nghiêm trọng, xuất hiện vết nứt mai rùa với các mức độ khác nhau.

Với loại sự cố này dùng phương pháp xử lý sau:

- Đục một lỗ ở vị trí thích đáng của đáy bể, dọc theo mặt đáy bể bố trí một ống tráng kẽm 10cm nối với chỗ giếng thu nước mưa gần đó, để nước thấm dưới tấm đáy thông qua ống này chảy vào trong giếng, đạt được mục tiêu loại bỏ áp lực cột nước dưới tấm đáy (hình 9.2), giữa miệng lỗ và ống phải dùng bê tông nút chặt, ống xuyên qua thành bể, khe hở giữa chúng với thành bể dùng xi măng amiăng chèn chặt, sau đó dùng vữa xi măng chia từng lớp miết chặt, tránh nước thấm.

- Sửa chữa vết nứt tấm đáy bằng keo chống thấm.



Hình 9.2. Mặt bằng, mặt cắt bể nước

1. Ống thép tráng kẽm 10cm;
2. Tấm đáy bê tông cốt thép;
3. Lớp đệm bê tông.

- Làm tốt công việc thoát nước ở gần bề nước, để tránh hình thành áp lực cột nước dưới đáy bể.

9.1.2. Xử lý sự cố bể nước nổi lên lệch vị trí

1. Bể tròn hình tròn nổi lên lệch vị trí

- Khái quát công trình và nguyên nhân sự cố

Bể tròn hình tròn bê tông cốt thép của một nhà máy tỉnh Tứ Xuyên, đường kính bên trong 15m, bể sâu 4,4m, sau khi đổ bê tông, không nhanh chóng tháo dỡ ván khuôn để lấp đất, sau trận mưa lớn bể tròn nổi lên 1,8m, rời khỏi vị trí thiết kế cũ.

- Phương pháp xử lý

+ Khôi phục vị trí:

Phía ngoài bể vòng bốn sợi dây thép, lần lượt móc vào cọc neo ở bốn phía, sau đó dùng tời tay giữ vững bể tròn, khởi động hai bơm nước, khiến cho bể nước chìm xuống về vị trí cũ, dựa vào tình trạng sai lệch vị trí dùng tời tay kéo căng hoặc nới lỏng dây thép chằng ở thành bể, để bể nước trở lại vị trí ban đầu, đồng thời luôn luôn chú ý quan sát bể nước chìm xuống có đều hay không, tránh bể nước bị nứt vì chịu ứng suất phụ thêm. Nếu chìm xuống không đều, có thể kéo căng hoặc nới lỏng dây thép, để bể nước xê dịch vài lần, sau đó lại khôi phục vị trí đánh chìm. Trị số sai lệch sau khi trở về vị trí so với toạ độ thiết kế cũ là 242mm và 272mm, phía trên bể bị nghiêng, so với thiết kế cũ lần lượt cao hơn 226mm và 343mm, sau khi đầm kỹ đá dăm xung quanh đáy bể bơm cạn nước trong bể. Để tránh khi mưa to lại nổi lên, trên đường thẳng tạo thành góc 90° chỗ cách thành bể 400mm trên mặt đáy bể đục 4 lỗ $\varnothing 250$.

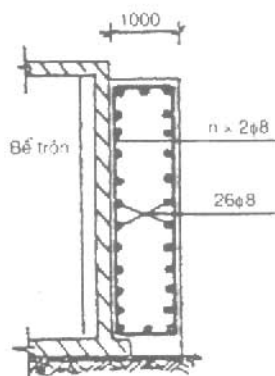
+ Cố định:

Để nhồi chặt khe hở đáy bể, chỗ mặt đáy bể cách đều thành bể 400mm đục 10 lỗ; trên đường vòng cách trung tâm 2m, đục 4 lỗ, đường kính lỗ đều là 250mm, dùng ống nước đổ nước vào một lỗ, các lỗ khác dùng không khí nén trộn thành bùn, sau đó dùng bơm hút nước bắn ra từ một lỗ khác. Thay đổi vị trí tương đối dưới đáy bể, lặp lại việc bơm hút nước như vậy cho đến khi nước cơ bản sạch, bơm bê tông C13 vào lỗ, đồng thời chôn sẵn ống nén vữa, đối với chỗ có khả năng không đặc chắc, tiến hành bơm vữa áp lực. Vữa bơm tiến hành từ trung tâm bể dần dần ra ngoài, ngoài bể cũng để sẵn một số lượng nhất định ống nén vữa, đầu tiên làm ống thoát khí, cuối cùng dùng nó nén vữa bịt lại.

Để tránh bể nước lại bị nổi lên, phía ngoài thành bể như hình 9.3, làm nặng thêm bằng bê tông cốt thép.

+ Làm phẳng:

Thành bể lấy chỗ cao nhất làm chuẩn, làm phẳng bằng bê tông cùng cường độ, đồng thời chú ý xử lý nơi tiếp giáp giữa bê tông mới và cũ.



Hình 9.3. Làm nặng thêm bể tròn

+ Những tồn tại sau khi khôi phục vị trí và cách xử lí:

Sau khi xối rửa sạch đáy bể, phát hiện đáy bể có vết nứt dạng bức xạ và dạng vòng, đặc biệt ở phần giữa tương đối nghiêm trọng, phần lớn vết nứt không thấy thấm nước, một số vết nứt và một phần lỗ đổ vữa có một ít hiện tượng thấm. Vì dưới trạng thái ẩm ướt, không thể thi công lớp chống ăn mòn của bể trộn, do đó quyết định tăng lớp áo trong bê tông cốt thép (thiết kế công nghệ cho phép thể tích bê giảm đi 90m^3). Cách làm cụ thể là: ① Sau khi rửa sạch đáy và thành bể, ở chỗ có vết nứt tương đối lớn quét một lớp sơn ketoimile êpôxy, sau đó dán lên một lớp vải thép thuỷ tinh có hai lớp sơn êpôxy; ② Trên tấm đáy phủ lớp chống thấm hai lớp thậm ba lớp sơn; ③ Đổ lớp áo bê tông cốt thép bên trong, chiều dày tấm 40cm, chiều dài thành 15cm, cao 2,45m, ④ Lớp mặt bên trong quét một lớp ketoimile êpôxy, sau đó dựa theo thiết kế cũ thi công công trình chống ăn mòn.

- Xử lí mặt đất xung quanh bể

Tiến hành đầm chặt lớp đất mặt bốn xung quanh bể trộn, phủ lớp cát dày 3~5cm và làm phẳng, phía trên đổ bê tông C13 dày 10cm, đồng thời tạo độ dốc 1%, độ dốc nghiêng về phía rãnh nước đường cái gần đó.

Do công trình này là hạng mục của nước ngoài đưa vào, phương án làm nặng thêm bằng bê tông cốt thép do đại diện phía Pháp đề xuất ở hiện trường, nhân viên kĩ thuật phía Trung Quốc cho rằng nếu không làm nặng thêm, sau khi bể trộn trở lại vị trí, lập tức tiến hành lấp đất ở xung quanh thành bể, đồng thời lắp đặt ống thoát nước, giảm mực nước xung quanh bể, cũng có thể giải quyết vấn đề này, đồng thời có thể tránh được nứt tấm đáy bể.

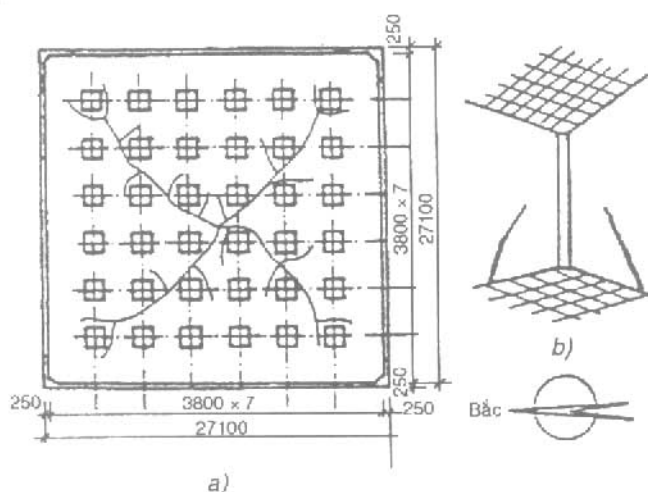
2. Sự cố bể nước sạch hình vuông nổi lên, bị nghiêng lệch

- Khái quát công trình và sự cố

Bể nước sạch hình vuông 2.000t của một nhà máy nước tỉnh Giang Tô, cạnh dài là 27,1m. Xây dựng ở trên vị trí hồ nước cũ, sức chịu tải của đất nền là 75kPa, do nước ngầm nông mà phong phú, mực nước ngầm thiết kế lấy là 70cm dưới mặt đất, để đáp ứng yêu cầu ổn định chống nổi, trên nóc bể phủ một lớp đất dày 1m, mặt bằng như hình 9.4a.

Cuối tháng 5 năm 1986, bê tông của tấm đáy, tấm thành,

cột chống trong bể và tường dẫn dòng của bể nước đã đổ bê tông xong, chỉ còn tấm nắp chưa thi công. Lúc này đơn vị thi công vì không đủ lao động, công trình ở vào trạng thái nửa thi công nửa dừng. Cuối tháng 7, ở nơi đó mưa lớn liên tục, kiểm tra ngày 4 tháng 8 phát hiện chênh lệch cao độ giữa hai góc phía Đông Bắc và Tây Nam là 30cm, lúc này độ



Hình 9.4. Mặt bằng bể nước và sơ đồ vết nứt
a. Mặt bằng; b. Sơ đồ vết nứt thành bể.

sâu tích nước của hố móng khoảng 1,7m trên mặt tấm đáy, vách hố móng góc đông bắc và tây nam đã sạt lở cục bộ. Sau khi tháo nước chứa trong bể phát hiện tường dẫn dòng đều đã tách rời khỏi cột, tấm đáy bể đã xuất hiện vết nứt rộng 1~3mm, tình trạng phân bố như hình 9.4a. Hai vết nứt chủ yếu theo hướng đối góc của tấm đáy có nhiều chất kết tinh màu trắng tách ra, cục bộ nổi bọt nước, cho thấy vết nứt đã xuyên suốt. Trên hai phía bề mặt thành trong của bể nước khu vực góc đông bắc và tây nam, có hai vết nứt xiên, đầu trên nhỏ, đầu dưới rộng, chiều rộng lớn nhất của vết nứt nhỏ hơn 0,5mm (hình 9.4b).

- Điều tra sự cố và phân tích nguyên nhân

Theo tài liệu mà đơn vị thi công đưa ra, cường độ bê tông đã thi công đạt yêu cầu thiết kế. Nguyên nhân chủ yếu gây nên sự cố trên có hai mặt dưới đây:

+ Khi xảy ra sự cố, đều chưa làm xong tấm nắp bể và lấp đất, ứng suất nền của đáy bể chỉ khoảng 16kPa. Do đó nghiêng lệch bể nước không phải là lún không đều của nền.

+ Vì mưa lớn liên tục, thêm nữa thoát nước thi công bất lực làm cho nước tích tụ trong hố móng sâu trên 1,7m, lực đẩy nổi của bể nước lớn hơn trọng lượng bản thân bể làm bể nước nổi lên và nghiêng về một phía.

+ Tấm đáy bể thiết kế gốc tính theo bản không dầm, khi xảy ra sự cố, do nắp bể chưa xong, nên đáy bể chưa hình thành hệ thống bản không dầm, mà gần như bản đỡ trên bốn cạnh, mô men uốn theo hai hướng sinh ra dưới tác động của lực đẩy nổi, làm tấm đáy sinh ra vết nứt xuyên suốt có dạng đường đối góc.

+ Thành bể sau khi bể nước nổi lên, cục bộ bị gác, tình trạng chịu lực của nó giống như dầm đua, dưới tác động của tải trọng như trọng lượng bản thân, xuất hiện vết nứt nghiêng thẳng góc với chiều của ứng suất kéo chính.

+ Khi thi công, dùng hố móng thoát nước mặt, hố tập trung nước đặt ở góc đông bắc, khi bơm hút nước đã đem theo một phần bùn cát, làm cho góc đông bắc của đáy bể cục bộ bị treo lơ lửng.

- Xử lý sự cố

+ Gia cố nền. Ở góc đông bắc đáy bể dùng phương pháp phun áp lực vữa xi măng, xử lý treo lơ lửng cục bộ góc đông bắc. Cách làm cụ thể là: phía đông tấm đáy đặt ống phun vữa, phía bắc đặt ống thoát khí (vữa). Xung quanh bịt bằng ván khuôn, áp lực phun vữa là 0,2MPa. Đầu tiên dùng nước sạch xối rửa bùn dưới tấm đáy, đợi sau khi nước chảy ra ở chỗ ống thoát khí từ đục biến thành trong, dùng áp lực phun vữa 0,2MPa phun vữa thuần xi măng, toàn bộ nén vào 350kg xi măng.

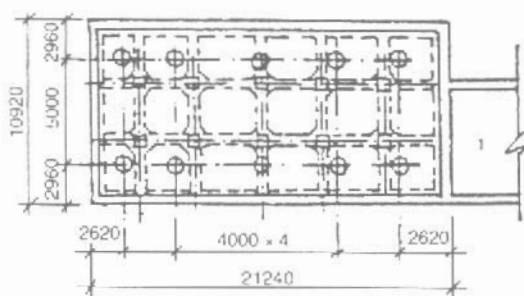
+ Gia cố tấm đáy bể. Dựa vào phân tích cốt thép dưới cột của đáy bể nước chưa bị phá hoại, lấy đó làm tiền đề gia cố. Phương pháp gia cố là, trên tấm đáy cũ đổ tại chỗ tấm mới dày 25cm, mở rộng kích thước mũ cột dưới, tấm đáy mới kéo dài lên cao 1m liên kết với thành bể và cột. Nguyên tắc tính toán bố trí cốt thép tấm đáy mới thêm là: dải tấm trong nhịp tính theo bản không dầm, dải tấm trên cột chỉ bố trí cốt thép theo tính toán giữa các cột; cốt thép dưới cột dùng cốt thép cũ; phía trên tấm góc đông bắc bố trí cốt thép xiên, ngăn ngừa ảnh hưởng bất lợi mà đáy bể ở đó bị treo lơ lửng sinh ra. Thi công cẩn thận chỗ khe nối của tấm mới và tấm cũ theo yêu cầu xử lý khe thi công.

- + Ngăn ngừa hố móng lại tích tụ nước
- Hiệu quả xử lý
- + Bể nước sau khi xử lý, đã tiếp tục thi công xong, thử nước chưa phát hiện có vấn đề.
- + Kinh phí xử lý bể nước là 20 ngàn nhân dân tệ, cốt thép dùng 12t, dung tích bể nước giảm đi 10%.

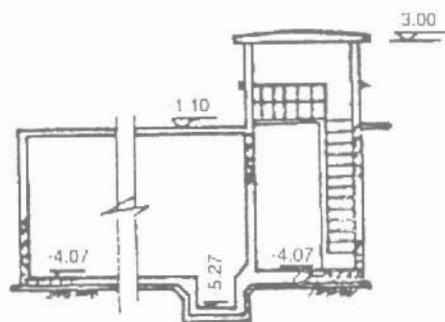
3. Sự cố bể nước hình chữ nhật nổi lên

- Khái quát công trình và sự cố:

Bể chứa nước ngầm bê tông cốt thép hình chữ nhật 800m^3 của một nhà máy, dùng mẫu B kiểu II loại 800m^3 của tập bản vẽ điển hình S832, cột nước chống nổi không tải của bể nước tính từ bản đáy là 1.8m. Do hạn chế vùng đất sử dụng, một đầu bể nước xây thêm một phòng ngầm bơm nước (hình 9.5, 9.6). Trừ chiều dày tấm đáy bể nước là 200mm, tấm nắp đáy 150mm ra, tấm sàn của phòng bơm, thành bể nước, vách phòng bơm đều là bê tông cốt thép dày 300mm.



Hình 9.5. Mặt bằng bể nước và phòng bơm
1. Phòng bơm



Hình 9.6. Mặt cắt bể nước và phòng bơm

Quá trình thi công bể nước này, khi bể nước, bản đáy và tường vách phòng bơm đổ được một nửa, vì mưa lớn và đường ống nước phòng cháy rò rỉ, làm cho hai bên vách bể sạt lở nghiêm trọng. Khi bê tông thành bể đổ xong, trong bể nước đã có nước, bùn cát khoảng 60cm, ngoài bể nước sâu khoảng 1,2m, tuy đã dùng bơm để hút nước, nhưng xung quanh vẫn tiếp tục sạt lở. Khi nước ngoài bể sâu đến 1,8m, bể nước nổi lên, một đầu phòng bơm nổi lên 20cm. Để ổn định vị trí bể nước, đã bơm nước vào bể để tăng tải trọng, nhưng khi nước trong bể sâu 2,0m, nắp bể hình thành dạng đáy nổi, phần giữa bể xệ xuống 5cm, bốn xung quanh xuất hiện vết nứt liên tục. Để ngăn ngừa dưới tấm đáy trống rỗng sau khi nổi lên, ép vữa xi măng vào dưới đáy tấm để chèn chặt nền, trong quá trình ép vữa bể nước lại nổi lên 250mm, do kịp thời cứu chữa, bể nước chìm trở lại 200mm.

- Nguyên nhân sự cố:

+ Sự hạn chế của môi trường tương đối lớn, đào hố móng trong trường hợp không có mái dốc, chưa có biện pháp bảo vệ mái, dẫn đến sạt lở nghiêm trọng; thêm nữa do không để lớp cát lọc cho giếng tập trung nước, khi hút nước tạo ra cát chảy dưới đáy, không chỉ ảnh hưởng tới tiến trình hút nước bình thường, mà còn làm tăng sự cố sạt lở.

+ Lớp chịu lực của bể nước là lớp á sét dày 60cm, trên đó là lớp á sét nhẹ 1,8m, sau khi gặp nước dễ mất ổn định dẫn tới sạt lở, trong trường hợp không hút nước kịp thời, làm cho cột nước trong hố quá lớn, tăng thêm lực đẩy nổi.

+ Đối với trường hợp nắm không vững vị trí phân bố và chiều sâu của lưới đường ống thoát nước ngầm, thiết bị hút nước không đủ, khi gặp những trường hợp đặc biệt như mưa lớn chiều sâu nước tích tụ vượt quá giới hạn, gây nên sự cố.

- Xử lý sự cố:

+ Xử lý đáy nền bể nước: dùng 5 nhóm lỗ khoan $\varnothing 91$, mỗi nhóm 2 lỗ (hình 9.5), lỗ khoan xuyên qua tấm đáy bê tông cốt thép và lớp kết hợp phun vữa lần đầu. Phun vữa vào lỗ, vật liệu phun vữa là vữa thuần xi măng, xi măng là xi măng phổ thông hoặc xi măng poóc lăng xỉ quặng có mác không thấp hơn 325, tỉ lệ nước xi măng là 1:1.

+ Gia cố bể nước: mặt tấm đáy bên trong bể nước đổ thêm lớp bê tông đậm C8, bên trên thêm lớp bê tông C18, dày 40cm, đồng thời bố trí phân tán dầm ngầm theo 10 cây cột trong bể, dầm và bản đều cao 40cm (như đường nét rời trong hình 9.5), vách trong bể và cột đổ thêm lớp bê tông cốt thép dày 10cm, tấm nắp thêm lớp bê tông cốt thép dày 20cm, ở ba phía vươn ra 1m, trên đó lấp 90cm đất, theo chiều ngang và chiều đứng của vách trong bể nước cứ mỗi mét đục một lỗ nhỏ $\varnothing 100$, sâu 10cm để thuận lợi cho việc liên kết bê tông mới và cũ.

9.1.3. Xử lý sự cố phá hoại cục bộ bể nước

1. Nguyên nhân hư hỏng bể nước 2.000T và xử lý

- Khái quát công trình và sự cố

Bể nước nửa ngầm 2.000t của một địa phương, kích thước mặt bằng là $30,4 \times 18,4\text{m}$, bể cao 4m, chôn sâu 2m. Chiều dày tấm đáy bể 15cm, bản viền cho dày thêm tới 27cm, dùng kết cấu bản không dầm đỡ tại chỗ, chiều dày tấm vách 22cm, đổ liền khối với tấm đáy. Kích thước lưới cột trong bể là $4 \times 4\text{m}$, dùng cột đúc sẵn ngầm vào trong lỗ cọc đã làm trên bản đáy. Tấm đáy đỉnh bể là kết cấu bản dầm đúc sẵn. Mặt trên đổ lớp bê tông cốt thép đổ tại chỗ dày 5cm, đồng thời liên kết thành một khối với toàn bộ đỉnh tấm. Ở phần giữa cạnh dài của bể nước, tường bể và tấm đáy đều chừa một dải để đổ bê tông sau. Nền của khu vực xây dựng bể nước tương đối tốt, nhà nhiều tầng ở khu vực này không bị nứt do nền lún không đều, nền của bể nước này là lớp cát mịn, sức chịu tải lớn hơn 150kPa, thuộc loại đất có tính nén lún trung bình.

Trước khi chưa lắp đặt tấm đúc sẵn nóc bể, đã tiến hành thử nước đối với bể, thời gian là ba ngày, đạt được mức nước thiết kế sâu 3,6m, lúc đó phát hiện đầu trên của vách bên nghiêng ra phía ngoài rõ rệt, tiếp đó kiểm tra sau khi hút hết nước trong bể, phát hiện những vấn đề sau:

+ Vách bể nghiêng ra phía ngoài. Đầu trên hai tấm vách của cạnh dài nghiêng ra phía ngoài 250mm, vách ngăn bên cạnh nghiêng ra phía ngoài 50mm, do đó, dầm đúc sẵn của tấm nắp bể trượt trên vai bờ vài centimet. Theo sự phản ánh của nhân viên hiện trường, sau khi hút hết nước trong bể, biến dạng nghiêng ra phía ngoài của vách bể so với lúc mực nước đầy bể giảm đi rõ rệt.

+ Vách bể nứt nghiêm trọng. Phần đỉnh bốn góc của vách bể đều có những vết nứt xiên, sau khi kéo dài xuống phía dưới khoảng 1m dần dần mất đi, chiều rộng lớn nhất tới 8mm, tấm vách đã nứt gãy.

+ Chỗ liên kết của tấm vách và tấm đáy bị phá hoại, phần đáy của hai vách theo hướng cạnh dài, chiều rộng vết nứt ở chỗ nứt lớn nhất tới 16mm, một phần bê tông đã bị ép vụn, cốt thép chủ ở hai bên lộ ra ngoài, cốt thép đã bắt đầu thắt lại, tấm vách ở chỗ có vết nứt nhìn thấy dịch chuyển ra phía ngoài rõ rệt, chiều rộng vết nứt lớn nhất ở chỗ liên kết của tấm vách tấm đáy theo chiều hai cạnh ngắn là 0,5mm.

Bê tông vách bể có nhiều khuyết tật như: lỗ tổ ong, rỗ mặt và cốt thép lộ ra ngoài. Khi thử nước, phát hiện chỗ thấm nước có tương đối nhiều, tấm đáy bể không nứt, hoàn hảo, chưa bị hư hỏng.

- Phân tích nguyên nhân sự cố:

+ Dựa vào điều tra, khi thử nước bê tông vách bể đã đạt cường độ 28 ngày tuổi, do đó không có quan hệ lớn giữa sự cố với cường độ bê tông không đủ.

+ Đi ngược với quy định của bản vẽ thiết kế, trước khi hoàn công nóc bể đã thử nước. đầu trên vách bể lúc này là đầu tự do, khác với đầu trên vách bể mà thiết kế dùng là khớp cố định, do đó dẫn đến nội lực vách bể tăng lên nghiêm trọng, vượt quá khả năng chịu tải của mặt cắt khi bị phá hoại.

+ Chất lượng thi công kém. Ngoài việc bê tông có tổ ong, mặt bê tông rỗ và cốt thép lộ ra ngoài, sai số của ván khuôn quá lớn, lớp bảo vệ của cốt thép rất không đều, cốt thép gia cường của góc nghiêng đầu mút đáy tấm vách bể vì bị dẫm đạp trong thi công mà sai lệch vị trí nghiêm trọng làm mất tác dụng gia cường.

- Xử lý sự cố:

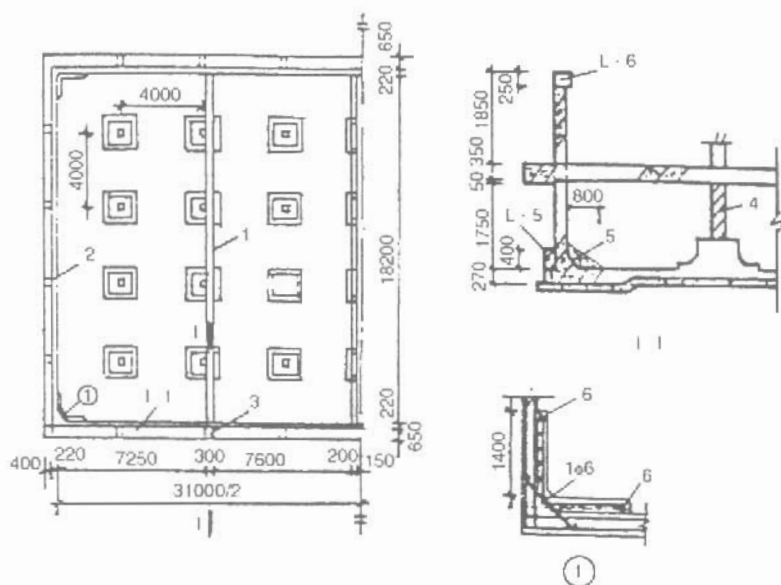
+ Gia cố cạnh dài tấm vách bể. Để giảm nhịp của vách bể, mặt phẳng ngang ở cốt cao độ cách tấm đáy 1,8m trong nhịp của tấm vách bể bố trí một khung ngang, bố trí mặt bằng và cấu tạo mặt đứng của nó như hình 9.7. Khung này gồm 6 thanh giằng vát ngang theo chiều ngắn của bể và hai dầm liên tục L-1 bốn nhịp ép sát vào vách ngoài theo chiều dài của bể. Hai giằng ở phần giữa của bể sát vào hai bên của cột, để tránh chịu lực không đối xứng. Cứ cách một khoảng cách nhất định dưới tất cả các dầm xây một trụ chống bằng gạch xây, để nó trở thành dầm liên tục trong mặt phẳng theo chiều đứng.

Vị trí khung phẳng ở độ cao 1,8m, chủ yếu cần xem xét hai điểm: một là tải trọng của thành bể phân bố theo hình tam giác, vị trí khung nên bố trí ở vị trí tương đối thấp; hai là xem xét sau khi sử dụng, việc đi lại thau rửa bên trong bể tương đối thuận lợi.

Phía ngoài đầu dưới tấm vách cạnh dài tăng thêm dầm L-5, cốt đai của nó hàn với cốt thép lớp trên của tấm đáy cũ, sau đó đổ bê tông.

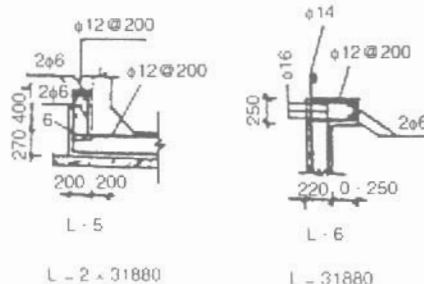
Phía trong đầu dưới tấm vách cạnh ngắn, sau khi đục bê tông nứt vỡ, đổ bê tông đá nhỏ C30, đồng thời tạo thành góc xiên, để nâng cao khả năng chống thấm.

+ Xử lý tấm vách bể cạnh ngắn, vì khả năng chịu tải của tấm không bị giảm, chỉ cần tiến hành sửa chữa đối với vết nứt. Thiết kế yêu cầu phun vữa áp lực để sửa chữa vết nứt, đồng thời ở vách trong bể tăng thêm lớp chống thấm cứng theo cách làm năm lớp. Trong thực tế thi công đối dùng vữa keo xi măng khô chèn vết nứt.



Hình 9.7. Sơ đồ phương án gia cố bể nước

1. Giằng khung ngang;
2. Trụ chống xây gạch $740 \times 370\text{mm}$;
3. Trụ chống xây gạch $620 \times 240\text{mm}$;
4. Trụ chống xây gạch $240 \times 240\text{mm}$;
5. Bê tông C13;
6. Trụ chống xây gạch.



+ Gia cường bốn góc bể nước, đục xôm bê tông bốn góc tẩm vach ở vách trong bể, để lộ ra một phần cốt thép, bố trí thêm cốt thép gia cường, sau khi hàn với cốt thép cũ, đổ lớp mặt bê tông đá nhỏ.

+ Nắp bể thêm dầm L-6, hình thành vai bờ có độ gập, để đỡ tấm nắp bể đúc sẵn.

- Hiệu quả xử lý:

+ Sau khi xử lý gia cố bể nước đồng thời tiếp tục hoàn thành toàn bộ công trình, làm lại thí nghiệm chứa nước, khi chứa nước tới cao độ thiết kế, đồng thời giữ sau một thời gian nhất định, chỉ có hai chỗ giằng xuyên qua thành bể vì chất lượng thi công không tốt mà bị thấm ra ngoài, chỗ khác đều không bị thấm, bao gồm cả phía chân tẩm vach bể và cả chỗ vết nứt chưa sửa chữa ở vách ngoài đều không bị thấm. Tất cả vết nứt của thành ngoài bể đều không phát triển, cũng không xuất hiện vết nứt mới.

+ Khung ngang dùng để gia cố không ảnh hưởng nhiều đối với sử dụng bể nước. Bể nước tuy bị nghiêng, nhưng do tường gạch giữ nhiệt bên ngoài bể che khuất, do đó không ảnh hưởng đến ngoại quan.

+ Chi phí xử lý khoảng 20 ngàn nhân dân tệ, khiến một bể nước gần như bị hỏng khôi phục hoàn toàn công năng sử dụng. Chủ công trình vừa lòng với hiệu quả xử lý và chi phí.

2. Xử lý gia cố hư hỏng cục bộ bể nước 4.000t

- Khái quát công trình và sự cố:

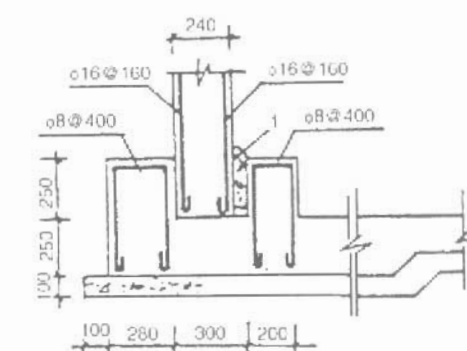
Một bể nước hình chữ nhật 4000t ở tỉnh Hồ Nam, dài 40m, rộng 20m, chiều sâu chứa nước hữu hiệu 5,1m. Bể nước nằm ở trên nền đất á sét nền lún thấp, tấm đáy bể và rãnh cốt dùng bê tông đổ tại chỗ, chiều dày tấm là 150mm. Thành bể là tấm tường đúc sẵn lắp ghép, chiều dày 240mm, phía dưới ngàm vào rãnh cốt (hình 9.8). đầu trên đỡ ở giằng bê tông đổ tại chỗ. Tấm nắp bể là kết cấu dạng lắp ghép toàn khối gồm các tấm panel, dầm tấm nắp đỡ trên cột bê tông đúc sẵn và trên thành bể trở thành dầm liên tục, những dầm này đồng thời cũng là điểm đỡ của giằng, bốn góc bể có các cột góc đổ tại chỗ, nối với tấm đáy và giằng, để tăng cường tính tổng thể.

Bể nước ngoài tấm đúc sẵn nắp bể chưa lắp đặt, tất cả các công trình đều đã hoàn công, lúc này làm thí nghiệm chứa nước đối với bể nước, trong thí nghiệm, một đoạn thành bể theo chiều ngắn bị đổ, rãnh cốt tấm đáy liên kết với tấm tường này bị hư hỏng, toàn bộ thành ngoài bị phá hoại, phần giữa thành trong bị hư hỏng. Cột góc của hai đầu tường này bị kéo đứt, một phần bê tông bị rơi xuống, hai giằng của chiều dài vách bể bị nứt. Khi bể nước bị phá hoại, thành bể và giằng đều bị văng ra, nơi xa nhất cách chỗ cũ khoảng 30m.

Tấm đáy, cột và tấm vách của ba chiều kia của bể nước đều chưa phát hiện ra các vết nứt rõ rệt.

- Nguyên nhân sự cố

1. Bố trí cốt thép thiết kế của cấu kiện kết cấu chính không đủ hoặc thiếu trầm trọng. Bảng đối chiếu tính toán kiểm tra cốt thép cần phải bố trí và cốt thép bố trí thực tế sau sự cố như bảng 9.1.



Hình 9.8. Cấu tạo liên kết rãnh cốt đáy bể và tấm vách
1. Bê tông nở.

+ Cấu tạo của rãnh cốt đáy thành bể không tốt. Vấn đề chủ yếu gồm rãnh cốt quá nông, vách cốt quá mỏng, bố trí cốt thép quá ít, không chịu nổi mô men uốn và lực cắt mà vách bể truyền đến.

+ Chiều dài neo của cốt thép chủ tấm vách bể không đủ. Cốt thép chủ chịu lực là Ø16 ngàm vào trong rãnh cốt chỉ có 230mm; trong khi đó chiều dài neo mà quy phạm quy định phải là $30d = 480\text{mm}$.

+ Chiều dài neo của cốt thép dọc chịu lực dầm chính, dầm phụ của nắp đáy không đủ, cốt thép chịu lực của dầm chính dầm phụ đều là Ø16, chiều dài neo quy định là 480mm, thực tế cốt thép chịu lực ngàm vào giằng của dầm chính là 420mm, dầm phụ chỉ là 120mm.

+ Tuổi của bê tông giằng nắp bể không đủ, giằng đầu tường bị đổ mới đổ bê tông 4 ngày, trong bể đã chứa nước sâu 3m, 12 ngày đã tiến hành thí nghiệm chứa đầy nước, tuổi quy định của thiết kế là 28 ngày. Do cường độ bê tông thấp, lực ma sát của cốt thép kèm, có

thể thấy từ cấu kiện bị phá hoại, sau khi cốt thép của dầm phụ bị nhổ ra, trên bề mặt không dính bê tông hoặc vữa.

Bảng 9.1. Bảng bố trí cốt thép thiết kế cấu kiện không đủ

Tên cấu kiện	Giàng đầu trên thành bể				Thành bể		Dầm chính của nắp		Dầm phụ của nắp	
Tính chất chịu lực	Dầm liên tục				Trên là khớp, dưới cố định		Kéo uốn		Giàng	
Vị trí	Gối đỡ		Trong nhịp		Đầu dưới		Gối đỡ		Toàn bộ các thanh	
Loại bố trí Cốt thép	Cần bố trí	Thực bố trí	Cần bố trí	Thực bố trí	Cần bố trí	Thực bố trí	Cần bố trí	Thực bố trí	Cần bố trí	Thực bố trí
Lượng bố trí cốt thép (cm ²)	10,73	4,02	7,77	6,03	29,00	12,27	10,50	4,02	9,00	8,05
Tỉ lệ thực tế bố trí/nên bố trí	37%		78%		42%		38%		90%	

+ Thay đổi sửa chữa tùy tiện yêu cầu thiết kế rãnh cốt. Yêu cầu thiết kế cũ là đầu tiên đổ bê tông vách rãnh trong, sau đó lắp đặt tấm đúc sẵn thành bể, tiếp đó đổ bê tông vách rãnh ngoài, cuối cùng nhồi đầy bê tông nở trong khe giữa vách rãnh trong và tấm thành bể. Thực tế thi công là đầu tiên vách rãnh ngoài, tiếp đó lắp đặt tấm và đổ vách rãnh trong, giữa vách rãnh ngoài và tấm thành bể không đổ khe, sơ đồ sự hư hỏng của đầu dưới thành bể như hình 9.9.

- Xử lí sự cố:

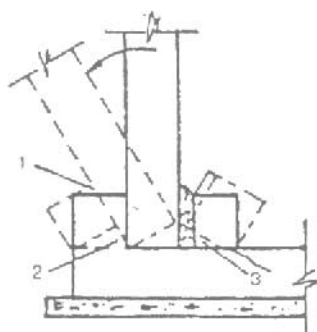
+ Tấm vách bị đổ chuyển thành tấm bê tông đổ tại chỗ, đầu dưới của nó tăng thêm một tấm đáy bê tông đổ tại chỗ, đổ bê tông trên mặt tấm đáy bể cũ, chiều rộng cần thiết của tấm đáy tính được dựa vào độ an toàn chống trượt, tính toán thiết kế lại mặt cắt và bố trí cốt thép của tấm vách đổ tại chỗ.

+ Gia cố ba tấm vách bể theo chiều kia. Ở vách trong bể làm thêm một đoạn tấm vách và tấm đáy, chỗ liên kết tấm vách mới và cũ bố trí hai hàng bu lông, để truyền mô men uốn và lực cắt. Chiều cao vách bể thêm vào sau, xác định theo sức chịu tải của mặt cắt tấm vách cũ. Dựa vào cao độ lớn nhất tính toán cho phép của tấm vách cũ là 4,32m, thực tế lấy 4,1m, chiều cao tấm vách thêm vào sau là 1,1m (hình 9.10). Chiều rộng của tấm đáy thêm vào sau vẫn dựa vào an toàn chống trượt để xác định, khi thiết kế phải xem xét những ảnh hưởng có lợi của rãnh cốt cũ đối với chống trượt. Khi thiết kế bu lông liên kết, xét tới tính không đồng đều của tình trạng chịu lực, mặt cắt hoặc số lượng bu lông tăng thêm 20%. Chỉ có một hàng bu lông phía trên chịu lực kéo, dựa vào tính toán xác định bu lông là Ø22.

Chỗ tiếp giáp giữa thành bể mới, cũ với tấm đáy đều dùng băng ngăn nước bằng cao su dán vữa êpôxy.

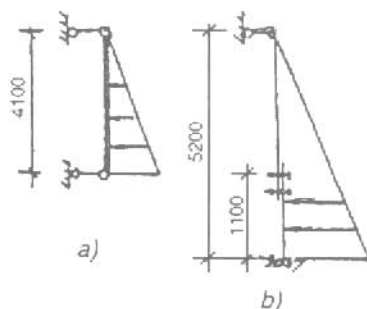
+ Gia cố giàng, phía ngoài và phần trên giàng đều tăng thêm 200mm, để nâng cao khả năng chịu tải, đồng thời dùng để neo cốt thép dầm chính phụ thêm vào sau (hình 9.11), chỗ

gối giằng (phía trong bể) bố trí thêm $2\varnothing 16$, mặt cắt giữa nhịp (phía ngoài bể) bố trí thêm cốt thép $3\varnothing 16$.



Hình 9.9. Sơ đồ sự hư hỏng đầu dưới vách bể

1. Bê tông bị nén vỡ; 2. Vách rãnh ngoài bị nứt;
3. Vách rãnh trong bị nứt.

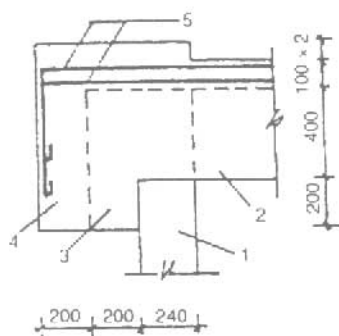


Hình 9.10. Sơ đồ tính toán gia cố tấm vách

+ Gia cố dầm phụ. Chiều cao mặt cắt tăng từ 240mm thành 400mm, bố trí thêm cốt thép chịu kéo $3\varnothing 20$, neo chắc chắn vào giằng.

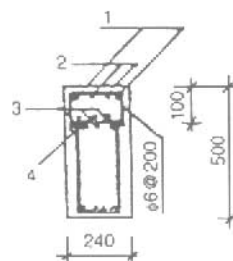
+ Gia cố dầm chính. Chiều cao dầm tăng từ 400mm thành 500mm (thêm vào ở phía trên dầm), lớp phía trên gối đỡ bố trí thêm $2\varnothing 20 + 2\varnothing 14$. Cốt thép lớp dưới vì chiều dài neo không đủ, ở chỗ mặt tiếp giáp giữa bê tông mới và cũ thêm cốt thép chạy suốt $3\varnothing 16$ (hình 9.12).

+ Yêu cầu thi công. Dùng máy đục xòem chỗ liên kết bê tông mới và cũ của tấm đáy và tấm vách. Mặt liên kết bê tông mới và cũ của dầm dùng thủ công đục xòem, lỗ bu lông $\varnothing 25$, dùng khoan hơi để khoan.



Hình 9.11. Gia cố liên kết giằng trên bể với dầm chính

1. Tấm thành bể; 2. Dầm chính tấm nắp;
3. Giằng; 4. Bộ phận làm lớn giằng;
5. Cốt thép kéo thêm sau của dầm.



Hình 9.12. Mặt cắt gia cố dầm

1. $2\varnothing 14$ kéo suốt chiều dài; 2. $2\varnothing 20$ ở chỗ gối đỡ;
3. $3\varnothing 16$ kéo suốt chiều dài; 4. Hàn liên kết cốt thép cũ và mới.

- Hiệu quả xử lý:

Dựa theo yêu cầu trên sau khi gia cố xong, thí nghiệm chứa nước sâu 5,18m, kiểm tra phát hiện, ngoài chỗ tiếp giáp tấm vách đúc sẵn có thấm cục bộ, không có vấn đề gì khác. Sau khi tháo hết nước vệ sinh bể, chỗ tiếp giáp tấm đúc sẵn mặt phía trong của bể quét một lớp dung dịch vữa êpôxy, sau khi đông cứng đưa vào sản xuất, không còn hiện tượng thấm.

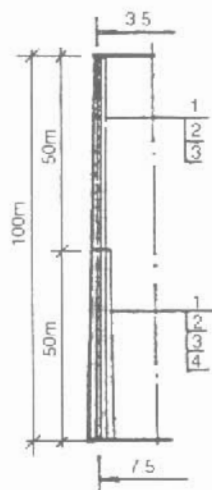
9.2. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH ỐNG KHÓI, THÁP NƯỚC

9.2.1. Sự cố vết nứt ống khói

Vết nứt ống khói bê tông tương đối phổ biến, vết nứt chủ yếu ở trên vách ống chịu lực, có hai loại vết nứt: vết nứt vòng và vết nứt theo chiều đứng, trong đó vết nứt theo chiều đứng tương đối nhiều, vị trí vết nứt không có vùng cố định, thông thường vết nứt đứng tương đối nhiều mà cũng tương đối rộng ở $1/4 \sim 1/3$ chiều cao của phần trên ống khói. Chiều dài vết nứt thay đổi tương đối lớn, lớn nhất có thể tới mấy chục mét. Vết nứt vòng thông thường không vượt quá nửa đường tròn. Thực tế cho thấy, ống khói kết cấu bê tông thông thường, để tránh vết nứt tương đối khó khăn, mà vết nứt thực tế xuất hiện tương đối sớm so với tính toán lý thuyết, vết nứt nhiều, mà chiều rộng cũng lớn. Theo tài liệu có liên quan của Bộ Luyện kim (Trung Quốc), vấn đề vết nứt ống khói của nhà máy luyện kim tương đối nhiều. Như điều tra nhà máy gang thép An Sơn, có 130 ống khói, cơ bản đều có vết nứt.

1. Khái quát công trình

Một công trình ở thành phố Vũ Hán có hai ống khói bê tông cốt thép cao 100m, (hình 9.13). Đường kính ngoài phần trên của ống khói là 3,5m, phần dưới là 7,5m, chiều dày phần trên thành ống là 18cm, phần dưới là 35cm, độ nghiêng thành ống là $2^{\circ}/_{100}$, kích thước các mặt cắt của ống khói như bảng 9.2. Cấp cường độ thiết kế của bê tông thành ống là C18. Lót bên trong ống khói ở cao độ +0~50m là một lớp bông khoáng, một lớp gạch đấtômíc và một lớp gạch chịu lửa; từ cao độ 50~100m là một lớp gạch chịu lửa và một lớp bông khoáng. Tất cả cốt thép của ống khói theo thiết kế cũ là cốt thép biến dạng.



Hình 9.13. Sơ đồ cấu tạo ống khói

2. Sự cố và phân tích nguyên nhân

Sau khi thi công công trình xong, trong kiểm tra nghiệm thu phát hiện ba vấn đề:

- Cường độ thực tế của bê tông thành ống chỉ đạt được 70~80% giá trị thiết kế.

- Dùng cốt thép tròn thay thế thép gai mà thiết kế quy định.

- Dùng xỉ lò cao thay thế bông khoáng lót bên trong.

Tất cả điều đó đều ảnh hưởng đến cường độ và tính chống nứt của ống khói. Dựa theo tình hình thiết kế chiều rộng vết nứt tính toán đã lớn hơn quy định của quy phạm là 0,2mm,

1. Vỏ ống khói bê tông cốt thép;
2. Bông khoáng; 3. Gạch chịu lửa; 4. Gạch đấtômíc.

cường độ của một số mặt cắt cũng không đủ. Tất cả điều đó đều ảnh hưởng tới an toàn sử dụng của ống khói.

3. Biện pháp xử lí

- Để đáp ứng yêu cầu cấp bách của sản xuất, tiến hành tính toán kiểm tra thêm một bước ống khói thứ nhất, điều kiện giả thiết là: xem xét hệ số tăng trưởng của cường độ bê tông về sau là 1,25, kết quả tính toán kiểm tra là: cường độ thân ống khói ở cốt cao độ 50m trở xuống là đủ, chiều rộng mở rộng của vết nứt: vết nứt đứng là 0,288mm, vết nứt ngang là 0,23mm; ở cốt cao độ 50m, cường độ cốt thép vòng ngang không đủ. Dựa vào kết quả tính toán kiểm tra ở trên, quyết định dùng đai kim loại gia cố, giữa đai và thành ống chèn bằng xi măng nở, như hình 9.14. Chiều rộng tính toán vết nứt ngang vượt quá quy phạm không nhiều, mà mức độ gia cố khó khăn, tạm thời không xử lí.

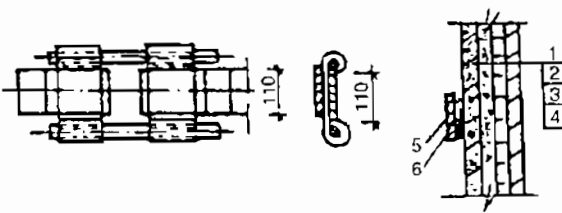
Bảng 9.2. Bảng kích thước thành ống ống khói

Cao độ (m)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Bán kính ngoài (m)	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,1	7,492
Chiều dày thành (cm)	18	18	18	19	20	22	24	26	28	30	35

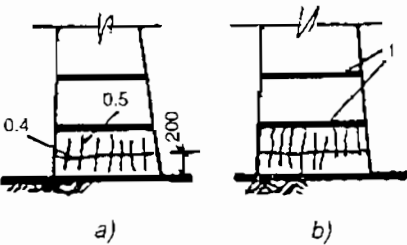
- Đối với ống khói thứ hai, cần đục các hốc ở phần lót bên trong, sau khi đục bỏ lớp xi lò cao, chèn lại bằng bông khoáng.

4. Tình hình sau khi xử lí

Hai ống khói tiến hành xử lí theo phương pháp nói ở trên, sau khi sử dụng, ở thành ống vẫn tiếp tục xuất hiện các vết nứt với các mức độ khác nhau. Tình trạng vết nứt phần dưới các ống khói thứ hai như hình 9.15.



Hình 9.14. Ống khói dùng đai kim loại gia cố
1. Thành ống khói; 2. Xi lò cao; 3. Gạch điatômíc; 4. Gạch chịu lửa; 5. Bần đai thép (110 × 10mm @2,5m); 6. Chèn xi măng nở.



Hình 9.15. Sơ đồ vết nứt phần đáy ống khói
(a, b trong hình là sơ đồ vết nứt theo hướng phía trước và phía sau của ống khói).
1. Đai.

5. Nguyên nhân vết nứt phần dưới ống khói

- Nguyên nhân vết nứt của ống khói thứ nhất:

+ Vật liệu cách nhiệt của ống khói vẫn dùng xi lò cao, mật độ khối lượng của loại vật liệu này tới 985kg/m³, hiệu quả của tính năng cách nhiệt kém.

+ Giữa bản đai thép và thành ống tiếp xúc không chặt. Nhồi giữa đai và thành ống là giấy dầu mà không phải là xi măng nở, tác động chung giữa đai và thành ống tương đối kém, do đó trước khi bản đai thép chưa phát huy hết tác dụng, thành ống đã nứt.

+ Trong lớp xi thứ nhất, vật liệu cách nhiệt chìm xuống, khiến cho trong thành ống xuất hiện khe rỗng, làm cho nhiệt độ cục bộ tăng lên, dẫn đến bê tông thành ống bị nứt.

- Nguyên nhân vết nứt của ống khói thứ hai:

Ở phần dưới thân ống nghĩa là gần cao độ mặt đất, xuất hiện nhiều vết nứt đứng và một vết nứt ngang, chiều rộng vết nứt lớn nhất là 0,5mm, lớn hơn hai lần so với trị số tính toán. Nguyên nhân của nó là, trừ sai sót trong lý thuyết tính toán, chủ yếu là khi thay đổi vật liệu cách nhiệt, điều kiện thi công kém, thời gian thi công lại cấp bách, đặc biệt là chỗ vai bô của thành ống, xi phía dưới của mỗi lớp không đào hết, mà tính năng cách nhiệt của nó kém xa bông khoáng, do đó làm cho thành ống xuất hiện vết nứt tương đối rộng. Ngoài ra, khi đưa vào sản xuất nhiệt độ ống khói tăng tương đối nhanh, chênh lệch nhiệt độ bên trong và bên ngoài ống khói tương đối lớn, cùng với chất lượng bê tông kém, sử dụng cốt thép tròn đều có thể làm vết nứt phát triển mạnh.

Xử lý vết nứt thành ống ống khói

Ống khói thứ nhất đã thêm đai, không cần xử lý. Ống khói thứ hai vẫn dùng phương pháp đai bản thép.

9.2.2. Sự cố chất lượng bê tông thân ống khói

1. Khái quát công trình và sự cố

Một ống khói bê tông cốt thép cao 240m ở tỉnh Tứ Xuyên, ở trong đoạn cao độ +0,15~7,3m, chiều dài thành ống 70cm, đường kính bên trong 21,8m, bê tông C28. Hướng bắc và hướng nam mỗi hướng có lỗ cửa lấy tro $2,5 \times 2,5$ m, cao độ đỉnh lỗ là 2,65m, dùng phương án ván khuôn thép tổ hợp và cây chống ống thép để thi công. Bê tông trộn ở trạm trộn tập trung cách 3km, dùng cần trục tháp chuyển đến sàn thao tác ở cao độ 7,3m, dùng vôi voi, phễu đưa bê tông vào khu vực làm việc. Vùng làm việc chia thành bốn phần theo đường kính ống khói, đổ bê tông liên tục theo từng lớp ngang. Vì thành ống tương đối dày, công nhân có thể vào trong ván khuôn để san và đầm bê tông. Nhiệt độ bình quân trong thời gian thi công là 8°C.

Khi đổ bê tông 1~1,5m, độ sụt cũ có tổn thất rất lớn, thêm nữa thời gian để bê tông ở hiện trường quá lâu, sau khi đổ vào ván khuôn khó đầm đặc chắc, do đó thêm nữa đối với bê tông ở hiện trường để xử lý đồng thời điều chỉnh cấp phối bê tông, tỉ lệ cát cũ là 25% tăng lên 26%, độ sụt từ 2cm tăng lên 4cm, đồng thời trộn thêm chất phụ gia bằng 0,2% lượng xi măng.

Sau khi tháo dỡ ván khuôn phát hiện góc gần phía tây nam ở cao độ +0,3~3,0m (chiều dài cung khoảng 18m) bê tông có hiện tượng tổ ong, rỗ mặt và lộ cốt thép ở mức độ khác nhau (thành ngoài tương đối nghiêm trọng, thành trong có những khuyết tật tương tự), đồng thời có một lỗ hổng xuyên qua, diện tích khuyết tật chiếm khoảng 1/3 vùng này.

2. Phân tích nguyên nhân

- Cấp phối bê tông

Trong bê tông khối lớn và bê tông ít cốt thép, nếu dùng máy đầm, trong điều kiện khí hậu bình thường độ sụt là 2~4cm là thích hợp nhất, nhưng nếu dùng đá đầm (nhất là sỏi cuội đập vỡ thủ công) làm cốt liệu thô, do cấp phối tương đối kém, tỉ lệ khe rỗng lớn, do đó cần tỉ lệ cát lớn và lượng vữa xi măng nhiều để lấp đầy. Thêm nữa do bề mặt đá đầm thô nhám và hình dạng không có quy cách, góc nhọn nhiều, lực ma sát lớn, đầm bê tông tương đối khó, do đó càng phải dùng bê tông có độ dẻo tốt, nghĩa là độ sụt thích hợp để thi công. Cấp phối cũ xác định độ sụt là 2~4cm, đồng thời kiến nghị khi thi công không chế trong phạm vi 2cm, mà độ sụt thiết kế của cấp phối chưa xét đến các nhân tố ảnh hưởng như: vận chuyển, khí hậu và thời gian lưu giữ bê tông, do đó khi đầm độ sụt giảm đi rất nhiều, làm cho khó đầm chặt bê tông sau khi đổ bê tông vào ván khuôn.

- Thời gian lưu giữ bê tông quá dài:

Thời gian lưu giữ bê tông là chỉ khoảng thời gian từ sau khi ra khỏi máy trộn đến khi đưa vào ván khuôn.

Thời gian lưu giữ bê tông quá dài đều có tổn thất nhất định đối với độ sụt của các loại bê tông, đặc biệt sự thay đổi độ sụt thời kì đầu càng rõ rệt đối với bê tông có phụ gia kỵ nước (bảng 9.3). Cho nên trong “Quy định kĩ thuật sử dụng phụ gia kỵ nước trong bê tông”, đã quy định thời gian lưu giữ của bê tông có phụ gia kỵ nước khác với bê tông thường. Thời gian lưu giữ một phần bê tông của công trình này hơn 6h, đã vi phạm nghiêm trọng yêu cầu kĩ thuật quy định, không chỉ độ sụt giảm đi rõ rệt làm khó khăn khi đầm chặt, mà rất có thể bê tông đã sơ bộ ninh kết, ảnh hưởng tới chất lượng công trình.

- Phương pháp đổ bê tông:

+ Bê tông chưa được trộn hai lần thật cẩn thận. Bê tông sau khi đã trộn đều, trong quá trình vận chuyển sẽ sinh ra hiện tượng phân li ở những mức độ khác nhau, khi đổ bê tông nếu như không tiến hành trộn lại, thì sau khi đưa vào ván khuôn sẽ không thể đầm đặc chắc được.

+ Không đủ vòi voi hạ vật liệu, công tác san bê tông làm không tốt. Thông thường vòi voi bố trí theo hình hoa mai, khoảng cách 2,5~3m. Khoảng cách thực tế khi thi công là 3~4m, mà có một số vòi voi chiều dài treo không đủ, đã làm phân li vữa cát và đá, vừa ảnh hưởng tới tiến độ đổ bê tông, vừa làm cho cốt liệu thành khung rỗng, vì vậy sinh ra những khuyết tật như tổ ong, rỗ mặt, lộ cốt thép tương đối lớn.

Bảng 9.3. Tổn thất độ sụt của bê tông (mm)

Loại bê tông	Tổn thất độ sụt (%)	
	1h	2h
Bê tông thông thường	40 ~ 50	55 ~ 70
Bê tông có phụ gia kỵ nước	60 ~ 70	75 ~ 90

3. Xử lí sự cố và kiến nghị

- Sau khi xảy ra sự cố, cơ quan nghiên cứu xây dựng đã đo kiểm định đối với vấn đề dưới đây:

+ Vấn đề cường độ:

Dựa vào kết quả ép của các khối mẫu thí nghiệm còn để lại hiện trường, cường độ bê tông đã đạt được yêu cầu thiết kế. Để đo được cường độ thực tế thành ống khối, quyết định đo bằng phương pháp kết hợp “siêu âm bật nảy”, trong 6 khu vực đo, trị số bình quân cường độ bật nảy là $R_N = 30,73 \sim 33,47 \text{MPa}$, trị số bình quân cường độ siêu âm là $R_V = 30 \sim 34,05 \text{MPa}$. Tất cả những số liệu thí nghiệm ở trên cho thấy cường độ bê tông phù hợp yêu cầu thiết kế.

+ Vấn đề khuyết tật:

Trong phạm vi đo kiểm tra hai lần ở cốt cao độ +0,5~3,5m và 1,5~4,5m, ngoài những bộ phận tổn thương của thi công lộ ra rõ rệt, bê tông của các bộ phận khác về cơ bản là đặc chắc, chưa phát hiện lỗ rỗng bên trong vượt quá 4~8cm trở lên. Tình trạng khuyết tật tổn thất như bảng 9.4. Những bộ phận khuyết tật này sửa chữa theo phương pháp trình bày trong mục 6.5 chương 6 (tập II) của cuốn sách này.

Bảng 9.4. Tình hình khuyết tật của bê tông sau khi đục xờm

Phạm vi chiều sâu (mm)	Diện tích (m ²)	Thể tích (m ³)
0 ~ 50	14,3	0,65
50 ~ 100	1,98	0,16
100 ~ 200	1,03	0,16
200 ~ 300	0,30	0,08
300 ~ 500	0,10	0,045
Xuyên qua (700)	0,30	0,21
Tổng cộng	18,01	1,31

- Dựa vào vị trí kết cấu khác nhau và mức độ dày thừa của cốt thép, thiết kế cấp phối bê tông khác nhau (bảng 9.5), để cung cấp sử dụng ở hiện trường, đảm bảo chất lượng thi công bê tông phần trên khối ống.

Bảng 9.5. Cấp phối bê tông của ống khối ở cốt cao độ +7,3~16,6m

Vị trí đổ bê tông	Loại và mác xi măng	Đá	Cát	Độ sụt (cm)	Tỉ lệ nước - xi măng	Cấp phối (tỉ lệ trọng lượng)
Thân ống	XM khoáng, mác 425	50% sỏi: 0,5~2cm 50% đá: 0,5~5cm	Cát mịn	3 ~ 4	0,42	$\frac{381}{1:1,4:3,57}$
Thành bên đường ống khối	XM khoáng, mác 425	Sỏi: 0,5~2cm Đá: 0,5~2cm	Cát mịn	3 ~ 5	0,40	$\begin{array}{l} \text{Sỏi: } \frac{425}{1:1,4:1,589} \\ \text{Đá: } \frac{425}{1:1,4:1,475} \end{array}$

Ghi chú: hai nhóm cấp phối trên đều dùng phụ gia kị nước axit sulfonic canxi (0,2% trọng lượng xi măng).

- Chấp hành nghiêm chỉnh quy phạm nghiệm thu thi công và các quy định kỹ thuật, nếu là vượt ra ngoài quy định, phải có đầy đủ luận cứ.

- Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm thi công loại công trình này, phải làm cẩn thận công tác bàn giao kỹ thuật, đồng thời phải tiến hành bồi dưỡng kỹ thuật cần thiết.

9.2.3. Sự cố nghiêng ống khói

Nguyên nhân nghiêng ống khói chủ yếu có ba loại: sai sót trong thi công, nền lún không đều và động đất. Nội dung ở đây chỉ hạn chế ở lún không đều do thiết kế nền móng, thi công hoặc sử dụng không tốt, gây nên sự cố nghiêng ống khói. Khi sửa chữa nghiêng ống khói do những nguyên nhân này gây nên, dựa vào đặc điểm đất nền dùng các phương pháp nén cục bộ, phương pháp ngập nước, phương pháp ngập nước và nén, phương pháp vừa đào vừa nén. Nội dung chi tiết của những phương pháp này có thể tham khảo hai chương 3 và 4 (tập I) của cuốn sách này. Ở đây chỉ giới thiệu ví dụ thực tế xử lý bằng phương pháp nén để thuyết minh những điểm chính phân tích và xử lý sự cố loại này.

1. Khái quát công trình và sự cố:

Một ống khói gạch cao 55m ở tỉnh Thiểm Tây, móng bê tông, dày 45cm, đường kính 9,2m, chiều sâu chôn là 2,57m, tổng trọng lượng ống khói là 883,7t, trong phạm vi dưới móng 6m là hoàng thổ cận đại, mềm xốp; dưới 6m là hoàng thổ, tương đối chặt. Khi ống khói xây cao 49m, lún lệch giữa hướng tây bắc và đông nam là 2,3cm, độ dốc là $4^{\circ}/_{(m)}$ (trong phạm vi cho phép), về sau dần dần ổn định.

Hai năm sau, do nước mưa ngập vào nền từ phía tây nam của ống khói, làm cho biến dạng lún ướt, ống khói lún với mức độ lớn, làm cho độ lệch lún hướng đông bắc và tây nam tới 8,4cm, sau đó lại phát triển tới 9,3cm, lấy điểm chiếu trên mặt đất của điểm trung tâm trên ống khói, đo được ống khói nghiêng về phía tây nam 90cm.

2. Phương pháp nắn thẳng

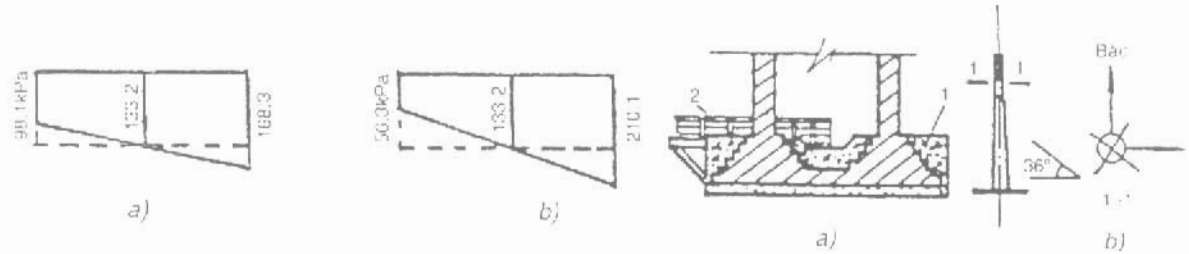
Lúc đó khảo sát độ ẩm bình quân trong phạm vi độ sâu 6m dưới đáy nền xung quanh ống khói là 24,5%, tăng lên rõ rệt so với trước. Do độ ẩm của nền tương đối lớn; tính nén ép lớn, tính lún ướt nhỏ, do đó cần phải nén ép để chỉnh thẳng. Tình hình áp lực đáy móng trước khi nắn thẳng (xem xét tới áp lực phụ thêm do nghiêng gây nên) như hình 9.16.

Phương pháp nén: trong phạm vi nửa đường tròn mặt sau theo chiều nghiêng dùng thời gian gia tải (hình 9.17a), khiến cho độ nghiêng ống khói được khống chế hoặc nắn thẳng.

Vì nền của ống khói này yếu, trước khi đặt thời gian, đầu tiên dùng bê tông cốt thép gia cố móng, sau đó dùng dầm thép nhô ra từ trong bê tông để tăng diện tích gia tải, đồng thời ở cao độ 38~39m của ống khói, từ ba hướng đông, bắc và đông bắc, kéo căng bằng ba cáp thép (hình 9.17b).

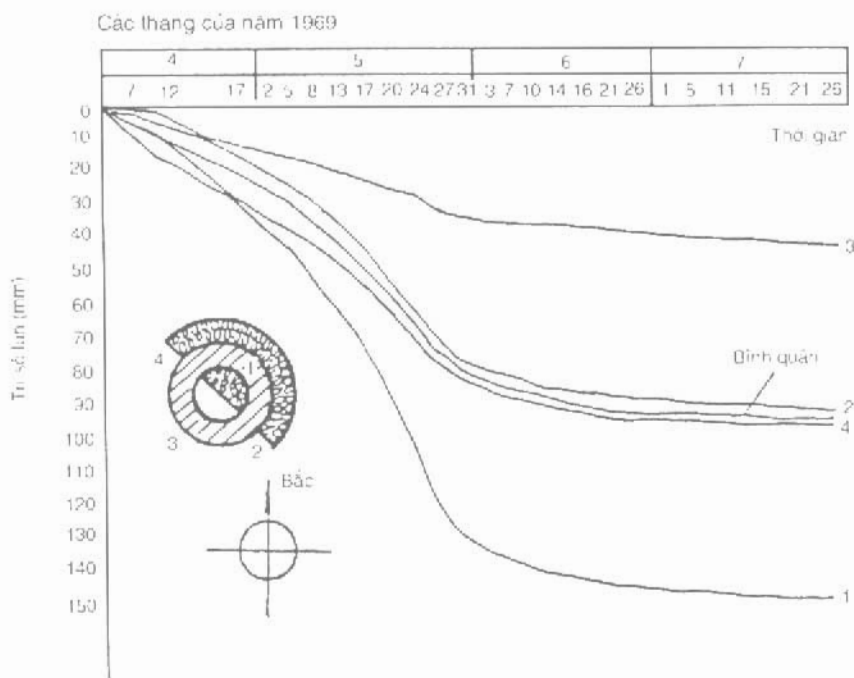
Ngày 8-4-1969 bắt đầu nén, ở tim miệng trên ống khói treo một quả dọi, tăng dần trọng lượng thời gian (lực kéo của cáp thép giữ ở 15kN), điều chỉnh vị trí gia tải để khống chế hướng chuyển dịch của dọi. Ngày 2-7 bắt đầu hạ tải, ngày 24 hạ xong. Quan hệ giữa trị số lún của điểm quan trắc lún và thời gian như hình 9.18. Sau ngày 2-7-1969 tiếp tục tiến hành quan trắc lún. Bảng 9.6 là tình hình lún đến ngày 2-6-1971, trị số lún cộng dồn trong bảng là tổng trị số lún từ thi công trở lại. Từ bảng này có thể thấy, hai năm sau chỉ lún 1cm, mà

là lún đều. Cho thấy sau khi gia tải lún hoàn thành rất nhanh, cũng đồng thời nổi lên nén ép nắn thẳng ống khói là có hiệu quả.



Hình 9.16. Tình hình áp lực đáy móng trước khi nắn thẳng

Hình 9.17. Nền ở mặt lưng theo chiều nghiêng
1. Bê tông cốt thép gia cố; 2. Thoi gang.



Hình 9.18. Sơ đồ quan hệ giữa trị số lún của điểm quan trắc và thời gian

Bảng 9.6. Tình hình lún

Thời gian	Trị số lún của điểm quan trắc (mm)								Bình quân lún
	1		2		3		4		
	Độ lún	Σ	Độ lún	Σ	Độ lún	Σ	Độ lún	Σ	
26-7-69		470,5		449,3		459,3		478,2	464,3
16-7-70	3,4	478,9	9,1	458,3	9,6	468,9	8,9	487,1	473,3
23-6-71	2,0	480,9	1,7	460,1	1,6	470,5	1,4	488,5	475,0

9.2.4. Sự cố nghiêng tháp nước

1. Khái quát công trình và sự cố

Tháp nước dung tích 50m^3 của một nhà máy tỉnh Thanh Hải, bể nước, giá thép và móng đều là kết cấu bê tông cốt thép (hình 9.19). Nền của tháp nước là hoàng thổ có tính lún sụt cấp II.

Sau khi xây xong tháp nước, tháng 2, 3 của năm sau, toàn bộ tháp nước nghiêng về phía nam $20,4\text{cm}$, nghiêng về phía đông $9,45\text{cm}$.

Theo điều tra, vì đường ống cấp nước gần cột C bị rò rỉ, làm cho nền bị ngập nước, khiến cho nền hoàng thổ lún không đều mà dẫn đến nghiêng toàn bộ tháp nước.

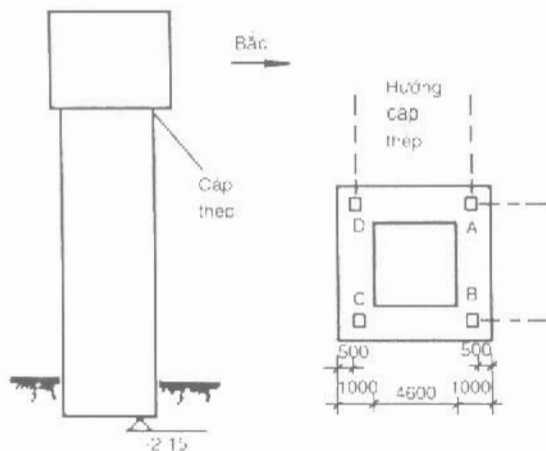
2. Xử lý sự cố

Dựa vào tình trạng độ ẩm không như nhau mà dẫn đến lún không đều, quyết định dùng phương pháp ngập nước để nắn thẳng.

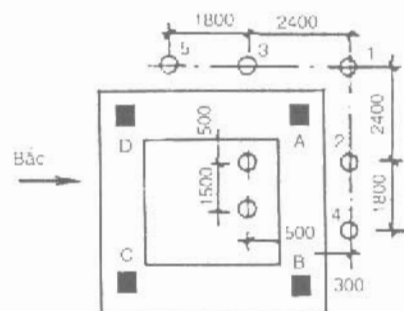
Trước khi ngập nước dưới đáy bể nước ở tại cột A, B, D lần lượt dùng bốn sợi cáp thép kéo căng (hình 9.19). Dựa theo tình trạng nghiêng lún tính toán chênh lệch lún giữa các cột. Cột A là 0; cột B là $3,53\text{cm}$; cột C là $10,58\text{cm}$; cột D là $7,23\text{cm}$.

Sơ đồ mặt bằng lỗ đổ nước xử lý ngập nước và chi tiết lỗ đổ nước như hình 9.20, 9.21. Đường kính lỗ và chiều sâu lỗ đổ nước như bảng 9.7.

Ngày 3-4 bắt đầu đổ nước, trong quá trình nắn thẳng, luôn luôn điều chỉnh chiều dài của sợi cáp thép, ngày 21-4 dùng đổ nước. Mỗi quan hệ giữa lượng nước ngập, trị số lún của các cột, trị số nắn chỉnh nghiêng với thời gian như hình 9.22.



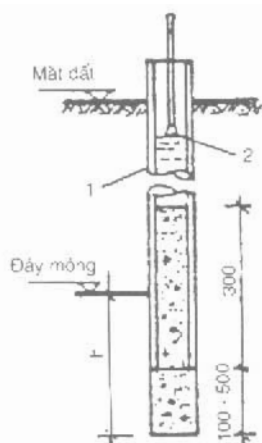
Hình 9.19. Mặt đứng của tháp nước và mặt bằng bố trí sợi cáp thép



Hình 9.20. Mặt bằng bố trí lỗ đổ nước

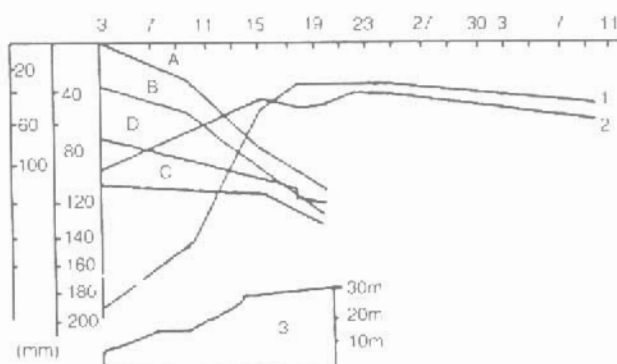
Bảng 9.7. Đường kính và chiều sâu lỗ đổ nước

Số hiệu lỗ đổ nước	1	2	3	4	5	6	7
Đường kính (mm)	150	100	100	100	100	100	100
Chiều sâu đổ nước h (mm)	1.000	800	500	500	200		



Hình 9.21. Hình vẽ chi tiết lỗ đổ nước

1. Ống thép $\varnothing 100\sim 150$;
2. Tiêu nối không chế mực nước



Hình 9.22. Quan hệ giữa lượng ngập nước, độ lún các cột và độ nghiêng của tháp nước

- Trục tung: Trị số lún và trị số nghiêng;
Trục hoành: Thời gian (ngày của tháng).
1. Cột A nghiêng về phía cột D;
 2. Cột A nghiêng về phía cột B;
 3. Lượng ngập nước

Sau một thời gian dùng đổ nước nắn thẳng, về phía ngập nước dùng cột đá vôi gia cố nền, hút nước dưới đáy móng, lỗ đổ nước dùng bê tông đầm chặt.

Sau khi nắn thẳng, quan sát qua nhiều năm, tháp nước vẫn sử dụng bình thường.

9.3. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BỂ CHỨA, NHÀ BƠM GIẾNG SÂU, GIÁ ĐỖ ĐƯỜNG ống

9.3.1. Xử lý sự cố nứt thấm đáy của bể chứa dầu

1. Khái quát công trình

Một địa phương có bốn bể chứa dầu 10.000m^3 hình tròn của tỉnh Liêu Ninh, đường kính của nó là 48m, cao 6,6m, bên trên lắp 0,3m đất. Tầm đáy bể chứa là bê tông cốt thép dày 15cm, cấp cường độ bê tông là C18, trong bê tông có thêm dầu chống thấm FeO_3 . Dưới tầm đáy là lớp đệm bê tông C8 dày 8cm. Thành bể dầu dùng gạch xây. Nóc bể là kết cấu dầm bản đổ tại chỗ, chống đỡ trên 49 cây cột bê tông cốt thép (hình 9.23).

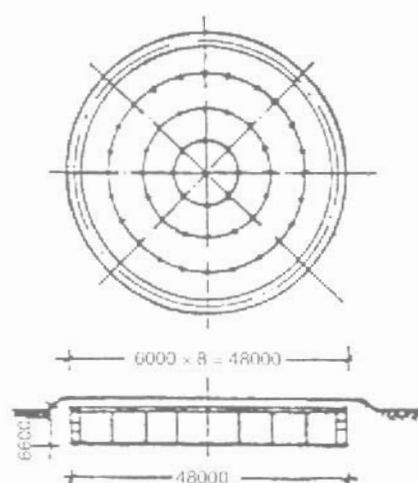
Nguyên vật liệu của bê tông: xi măng là xi măng poóc lăng thông thường M500, đường kính cốt liệu thô là 2~4cm, hệ số 2 dùng đá dăm granit, hệ số 3 dùng sỏi cuội, cốt liệu nhỏ là cát vừa, nồng độ của dung dịch phế liệu bột giấy là 50%, nồng độ của FeO_3 là 40~50%.

Cấp phối của bê tông: hệ số 2: xi măng: cát: đá dăm: FeO_3 : dung dịch bột giấy là 1: 2,41: 3,68: 0,012: 0,0015; tỉ lệ nước xi măng là 0,48; lượng dùng xi măng là $330\text{kg}/\text{m}^3$; cấp phối của hệ số 3 là: 1: 2,01: 3,74: 0,012: 0,0015, còn lại giống như hệ số 2. Độ sụt của bê tông là 3~5cm.

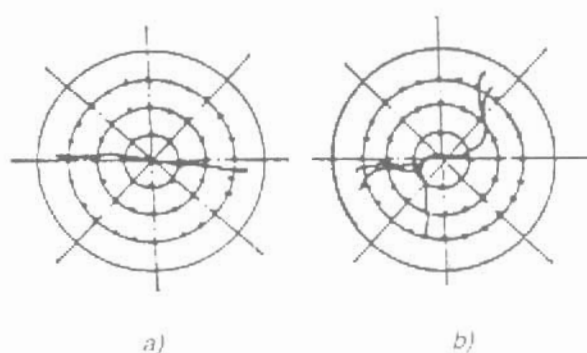
Khi thi công công trình này, tầm đáy đổ bê tông liên tục, sau khi đổ xong bê tông, bơm nước bảo dưỡng ngay, khi thi công nhiệt độ cao nhất khoảng 29°C .

2. Tình hình vết nứt

56 ngày và 58 ngày sau khi đổ bê tông xong tâm đáy lần lượt xuất hiện vết nứt. Hình dạng vết nứt sau khi ổn định như hình 9.24.



Hình 9.23. Mặt bằng và mặt cắt bể dầu



Hình 9.24. Tình trạng vết nứt tâm đáy
a. Bể số 2; b. Bể số 3.

Từ hình 9.24 có thể thấy, vết nứt xuyên qua bên cạnh cột giữa hoặc bên dưới cột giữa, kéo dài đến mép bể. Thời kỳ đầu của vết nứt hai bể chứa đều chỉ có một vết nứt thẳng vòng qua bên dưới cột giữa, chiều rộng vết nứt rộng khoảng 0,5mm, dọc theo đường kính kéo dài 15m thì mất, toàn bộ chiều dài vết nứt khoảng 30m, bể số 3 còn có một vết nứt vòng qua phần dưới cột kéo dài qua mép bể, rộng 0,3mm, quan trắc khoảng một tuần vết nứt ổn định, điểm đầu các mép bể khoảng 5m, hình dạng vết nứt là trên rộng dưới hẹp, vết nứt đã xuyên suốt toàn bộ tâm đáy.

3. Nguyên nhân vết nứt

Phân tích sự xuất hiện, mở rộng vết nứt và điều kiện thi công, nguyên nhân chủ yếu là do co ngót nhiệt độ quá lớn gây nên.

- Khi thi công bể chứa dầu số 2, 3 nhiệt độ không khí khoảng 29°C , nhiệt độ thấp nhất của tâm đáy khoảng 0°C , chênh lệch nhiệt độ lớn như vậy là nguyên nhân chủ yếu làm cho tâm đáy nứt. Còn hai tâm đáy của bể chứa dầu kia nhiệt độ thấp nhất khi thi công đã gần 0°C , mùa đông lại có biện pháp giữ nhiệt, không chỉ chênh lệch nhiệt độ nhỏ, mà nhiệt độ thay đổi cũng chậm, cho nên tâm đáy của hai bể chứa dầu này chưa xuất hiện vết nứt.

- Tâm đáy bể chứa dầu là bản mỏng diện tích lớn, ứng suất nhiệt độ xuất hiện sớm, trị số cũng tương đối lớn, mà tương đối đều. Do vậy dễ sinh ra vết nứt xuyên qua tương đối rộng.

- Sau khi trộn với FeO_3 , trị số co ngót của bê tông tăng lên. Thí nghiệm cho thấy, sau khi thêm 1% FeO_3 rắn, trị số co ngót tăng lên 67% so với vữa xi măng poóc lăng có độ dẻo tiêu chuẩn.

4. Xử lý vết nứt

Tiến hành gia cố sau khi ổn định vết nứt, gia cường đối với tấm dầm (hình 9.25). Chủ yếu dùng bê tông có xi măng nở phun vào khe nứt và dán vải sợi thủy tinh bằng êpôxy rêsin, những điểm chính của thi công là:

- Các điểm chính khi thi công phun khe nứt bằng bê tông xi măng nở thạch cao alumin:

- + Cấp phối bê tông: tỉ lệ nước xi măng 0,4; lượng sử dụng xi măng 400kg/m^3 ; cấp phối là 1:1,65:3.08.

- + Đục vết nứt thành rãnh trên hẹp dưới rộng, chiều rộng mặt trên của rãnh là 15cm, mặt dưới là 20cm. đầu cuối của vết nứt đục một lỗ hình trụ tròn có đường kính 25cm, để ngăn ngừa vết nứt tiếp tục phát triển.

- + Dùng nước áp lực và bàn chải sắt cọ rửa sạch sẽ, tưới ẩm 3 ngày.

- + Quét một lớp vữa xi măng thạch cao alumin nở, trát một lớp vữa xi măng thạch cao alumin nở 2cm.

- + Đợi cho lớp vữa này khô 7~8 phần, đổ bê tông xi măng thạch cao alumin nở, trát phẳng sau khi đầm chặt, tưới nước bảo dưỡng.

- Các điểm chính khi thi công dán vải thủy tinh bằng êpôxy rêsin:

- + Chuẩn bị bề mặt bê tông: bề mặt phải chắc phẳng, khô, sạch, không có vết dầu.

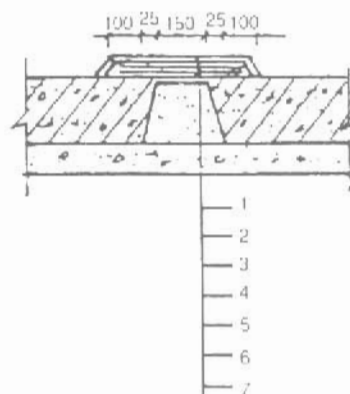
- + Cấp phối vật liệu gia cường êpôxy rêsin như bảng 9.8.

Bảng 9.8. Cấp phối vật liệu gia cường bằng êpôxy rêsin

Tên vật liệu	Xi măng êpôxy rêsin	Vữa êpôxy rêsin	Keo êpôxy rêsin
Êpôxy rêsin 601	100	100	100
Ethylenedimine	7~8	7~8	7~8
Dibutyl bezoate	20~30	20~30	20~30
Xi măng	100	100	
Cát		250	
Dimethyl benzene			30~60

- + Chuẩn bị vải sợi thủy tinh: có thể dùng phương pháp đốt nóng $300\sim 450^{\circ}\text{C}$ bong lớp nền, cũng có thể phơi khô sau khi dùng nước xà phòng đun nóng 4h. Vải sợi thủy tinh sau khi bong lớp nền, phải giữ khô ráo, không được gấp.

Cách dán, yêu cầu chất lượng và những điều chú ý về an toàn có thể tham khảo yêu cầu thi công công trình chống ăn mòn bằng vữa rêsin và thép thủy tinh



Hình 9.25. Sơ đồ cấu tạo gia cường tấm dầm

1. Hai lớp êpôxy rêsin; 2. Ba lớp vải sợi thủy tinh và bốn lớp êpôxy rêsin; 3. Vữa cát êpôxy M10; 4. Vữa xi măng êpôxy rêsin; 5. Bê tông xi măng thạch cao alumin nở 120; 6. Vữa xi măng thạch cao alumin M20; 7. Lớp đệm bê tông M80; 8. Quét một lớp vữa xi măng.

9.3.2. Xử lý sự cố thấm nước khe nứt giếng sâu của nhà bơm lấy nước

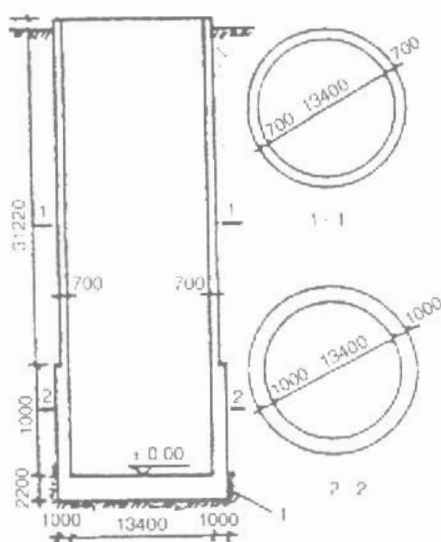
1. Khái quát công trình

Một gian bơm lấy nước giếng sâu của tỉnh Tứ Xuyên, đường kính trong là 13,4m, sâu 41,22m, là kết cấu bê tông cốt thép toàn khối, cường độ bê tông thiết kế yêu cầu là C23, cấp chống thấm là S8. Tầm đáy giếng sâu đáy 2,2m, thành giếng dày 0,7~1,0m, trong đó thành giếng ở cao độ $\pm 0 \sim 10$ m dày 1,0m (giả thiết cốt cao độ của mặt tầm đáy là -0), còn lại là 0,7m, đất của hố móng giếng sâu này phần lớn là nền đá phong hoá ít, sơ đồ mặt bằng và mặt cắt như hình 9.26.

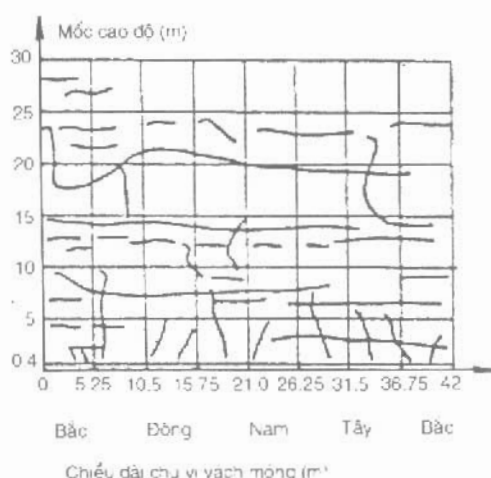
Tình hình thi công: tầm đáy và một đoạn thành giếng cao 0,4m cùng đổ bê tông một lần, ngày 10-4-1979 hoàn thành. Thành giếng dùng công nghệ ván khuôn trượt một mặt kiểu đỡ ở trên, tất cả dùng 24 nhóm (48 thanh) ti kích, dùng kích dẩu đỡ đồng thời nâng sàn thi công và ván khuôn. Từ 19-4 đến cuối tháng 5 năm đó đổ xong bê tông thành giếng. Bê tông dùng xi măng xi quặng mác 500, thêm 7‰ phụ gia kị nước NNO, cấp phối do phòng thí nghiệm của đơn vị thi công xác định, cường độ thực tế của bê tông và tính năng chống thấm đều đạt hoặc vượt quá yêu cầu thiết kế. Phía dưới sàn ván khuôn trượt bố trí đường ống có lỗ xung quanh tưới nước để bảo dưỡng bê tông thành giếng, để nâng cao hiệu quả bảo dưỡng, tất cả nước bảo dưỡng đều chảy vào giếng nước, bên trong không có biện pháp hút nước để thoát nước, khiến cho trong giếng tích tụ nước ngày càng nhiều, khi đổ xong bê tông, trong giếng nước sâu khoảng 10m, cuối cùng nước trữ trong giếng sâu 18m.

2. Tình hình vết nứt

Bê tông thành giếng đổ xong, sau khi tháo dỡ sàn công tác ván khuôn trượt, phát hiện thành giếng có vết nứt. Tháng 8 năm 1979 sau khi hút hết nước tích tụ ở trong giếng, tình hình vết nứt do thực tế ở thành giếng như hình 9.27. Tổng chiều dài vết nứt khoảng 600m.



Hình 9.26. Sơ đồ mặt bằng, mặt cắt giếng sâu
1. Nền đá phong hoá ít.



Hình 9.27. Hình triển khai vết nứt thành giếng giếng sâu

Đặc trưng chủ yếu của vết nứt

- + Tầm đáy giếng và vách giếng ở cốt cao độ $\pm 0 \sim 0,4\text{m}$ không có vết nứt.
- + Vết nứt dọc: vị trí đều bắt đầu từ chỗ $0,4\text{m}$, chủ yếu tập trung ở khu vực có cao độ $+0,4 \sim 7,0\text{m}$, có 12 vết nứt tương đối lớn, khoảng cách tương đối đều; khu vực cốt cao độ $7 \sim 16\text{m}$ cũng có một số vết nứt, trên cốt cao độ 16m chỉ có một số ít vết nứt, như hình 9.27.
- + Vết nứt ngang: vị trí vết nứt đều ở tại vị trí mặt giao tiếp bê tông cũ và mới khi nâng ván khuôn.
- + Chiều rộng vết nứt: dùng kính lúp có khắc độ để đo, chiều rộng vết nứt lớn nhất là $0,25\text{mm}$, chiều rộng các vết nứt ở đoạn dưới của giếng phần lớn vào khoảng $0,15 \sim 0,25\text{mm}$.
- + Tình trạng bề mặt của vết nứt: ngoài năm vết nứt đứng ở phía dưới có nước thấm rò rỉ ra ngoài, nước thấm của các vết nứt còn lại tương đối nhẹ, chỉ làm ẩm ướt một phần của thành giếng; bề mặt vết nứt có chất kết tinh màu trắng, thành phần hoá học chủ yếu là các chất CaO , MgO , Al_2O_3 sinh ra sau khi xi măng tác dụng với nước.
- + Chiều sâu vết nứt: do vết nứt đều thấm nước với mức độ khác nhau, do đó có thể đoán là phần lớn vết nứt đều xuyên qua thành giếng.
- + Quan hệ thấm nước vách giếng và mùa. Trước tháng 8, nước thấm làm cho thành giếng ẩm ướt, phần lớn ở cao độ dưới $+20\text{m}$; sau tháng 8 vách giếng ở phía trên cao độ $+9\text{m}$ đã không còn có vết nước; cuối trung tuần tháng 10, các vết nứt ở dưới cốt cao độ $+9\text{m}$ có thấm cục bộ, còn lại đều khô.

3. Phân tích nguyên nhân

Theo tìm hiểu, các công trình giếng sâu cùng loại đều có vết nứt ở những mức độ khác nhau, do đó, trong phê duyệt bản vẽ trước khi thi công đã đề xuất vấn đề này. Để tránh hoặc giảm nhẹ vết nứt, đã từng đề nghị chủ công trình dựa theo yêu cầu thiết kế cung cấp vật liệu, đơn vị thi công cần thi công cẩn thận, đồng thời đề nghị đơn vị thiết kế tính đến trường hợp xấu nhất, xem xét biện pháp cứu chữa sau khi vết nứt xuất hiện.

Dựa vào đặc điểm của công trình này để phân tích, nguyên nhân chủ yếu của vết nứt là:

- + Thanh chống của ván khuôn trượt chuyển dịch. Công trình này dùng công nghệ ván khuôn trượt một mặt kiểu đỡ ở trên, 48 ti kích $\varnothing 25$ độ cứng bản thân rất kém, lại không hàn với cốt thép vòng, do đó độ cứng tổng thể cũng kém. Những ti kích này không chỉ đòi hỏi chịu tải trọng thi công rất lớn, mà còn gánh chịu sự chấn động do ván khuôn không ngừng nâng lên sinh ra, cùng với tuyến trục bị vạy (lớn nhất tới 58cm), khiến cho bê tông đang đông kết nhiều lần chịu tác động nhiều. Trong thời kì đầu nâng lên (gần phía trên cốt cao độ $+0,4\text{m}$), sự dao động của ti kích ảnh hưởng rất lớn, do đó từ trên $0,4\text{m}$ bắt đầu xuất hiện vết nứt tương đối nhiều, tương đối nghiêm trọng.

- + Vách hố móng giếng sâu và đường dẫn nước bị thấm. Trước khi thi công, kiểm tra phát hiện phạm vi tây-bắc lệch sang phía đông, đá gốc vách hố móng ở dưới cốt cao độ $+35\text{m}$ nước thấm càng nghiêm trọng. Trong thời gian đổ bê tông, tuy dùng một số biện pháp nút nước, thải nước, nhưng không ngăn được nước thấm vào vách hố móng, điều đó không chỉ ảnh hưởng đến tỉ lệ nước xi măng của bê tông, mà còn làm tích tụ nước trên bề mặt bê tông mới đổ.

+ Ảnh hưởng của sự toả nhiệt của xi măng. Ở đoạn có cốt cao độ +0,4~10m chiều dày thành giếng là 1m, Sự toả nhiệt của xi măng trong kết cấu to dày như vậy khó phát tán, làm cho nhiệt độ bên trong của bê tông nâng lên cao, dựa theo các công trình tương tự dự tính nhiệt độ có thể nâng cao 20~25⁰C. Do đó sự chênh lệch nhiệt độ bên trong và bên ngoài được hình thành có thể làm cho bề mặt bê tông bị nứt. Sau này theo sự toả nhiệt lượng mà nhiệt độ giảm xuống, bê tông bị co ngót, nhưng đá nền của vách hố móng ngăn cản do co ngót mà sinh ra ứng suất nhiệt độ, dựa theo kinh nghiệm của các công trình khác, khi nhiệt độ giảm xuống quá 15⁰C, thành giếng có thể sinh ra các vết nứt bên trong.

+ Ảnh hưởng của sự tích tụ nước bên trong giếng sâu. Do việc tích tụ nước bảo dưỡng, nước tích tụ trong giếng sâu đến 18m, thiết kế cũ chưa xét tới vấn đề này. Vì bê tông vách giếng không thể sát với đá vách hố, do đó, nước tích tụ trong giếng làm cho thành giếng sinh ra vết nứt.

+ Sự co ngót của bê tông. Bê tông của công trình này dùng xi măng xỉ quặng có lượng co ngót tương đối lớn và cát mịn, thêm vào ảnh hưởng thấm nước của vách hố móng, do đó co ngót bê tông vách giếng lớn hơn bình thường. Vì co ngót nói chung ở mặt ngoài nhanh, bên trong chậm, trong điều kiện vách giếng tự ràng buộc, tạo ra ứng suất co ngót, đó cũng là một trong những nguyên nhân sinh ra vết nứt.

+ Vấn đề chủng loại xi măng. Thiết kế gốc yêu cầu dùng xi măng poóc lăng thông thường, thực tế dùng là xi măng xỉ quặng, sự thay đổi này không chỉ làm tăng thêm co ngót, mà cường độ ban đầu thấp, cũng không có lợi cho việc chống nứt; tính tiết nước ra của xi măng xỉ quặng rất rõ rệt, nếu thao tác thi công không tốt, ở mặt tiếp giáp giữa bê tông mới và bê tông cũ dễ sinh ra một lớp kẹ yếu, đó có thể là nguyên nhân các khe ngang đều xuất hiện ở mặt tiếp xúc giữa bê tông mới và cũ khi trượt ván khuôn lên.

+ Các vấn đề về công nghệ thi công và quản lí. Nếu dùng công nghệ ván khuôn trượt đổ bê tông từng lớp, không chú ý đầm kĩ chỗ liên kết giữa bê tông mới và bê tông cũ; trong quá trình thi công gặp mưa, không có những biện pháp thích đáng; mà trong quá trình thi công phát hiện mấy lần sự cố máy móc, tạo thành khe thi công, những cái đó đều tạo nên vết nứt ngang.

4. Biện pháp xử lí

Qua nhiều lần trao đổi giữa thiết kế, chủ công trình, đơn vị thi công, nhất trí cho rằng vết nứt của bê tông thành giếng không có ảnh hưởng lớn đến an toàn của kết cấu, chỉ cần cố gắng giảm nước thấm, vẫn có thể đáp ứng yêu cầu sử dụng. Do đó quyết định dùng phương pháp sửa chữa bên ngoài, phun vữa bên trong để sửa chữa vết nứt, đối với vết nứt ẩm ướt bơm dung dịch hoá chất propyl, vật liệu sử dụng và cấp phối như ở bảng 9.9; đối với các vết nứt khô phun vữa êpôxy rêsin, như bảng 9.10; sửa chữa bề mặt dùng mattít êpôxy rêsin dán hai lớp vải sợi thuỷ tinh, cấp phối của êpôxy rêsin như bảng 9.10.

Những điểm chính thi công phun vữa:

- Dọn sạch bề mặt. Dùng bàn chải sắt, bay dọn sạch những chất bẩn và vữa thừa bám trên bề mặt, dùng mattít lấp phẳng các chỗ lõm;

- Chôn ống phun vữa. Khoảng cách đường ống phun vữa xác định bằng thí nghiệm bán kính khuếch tán áp lực dung dịch vữa, sau khi cố định tạm thời đường ống phun vữa, đục

rãnh trên bề mặt vết nứt, dùng mattit epôxy resin lấp phẳng, bịt kín bằng cách dán một lớp vải sợi thủy tinh (rộng 20~25cm);

- Thùng đựng vữa. Nếu phun vữa acrylamide, phải dùng hai thùng đựng vữa, nếu phun vữa epôxy resin, chỉ cần một thùng đựng vữa;

- Phun dung dịch vữa. Nếu phun vữa acrylamide, hai loại dung dịch A, B phải phun với khối lượng, áp lực như nhau;

- Áp lực phun vữa. Thông thường là 0,2~0,5MPa, trị số cụ thể phải thông qua thí nghiệm trước khi thi công để xác định;

- Bố trí đường ống dẫn vữa và thùng đựng vữa. Để đạt được yêu cầu khối lượng, áp lực bằng nhau, đồng thời tránh lãng phí dung dịch vữa, đường kính và chiều dài đường ống dẫn vữa phải bằng nhau, thùng đựng vữa cố gắng bố trí ở gần vết nứt;

- Bảo quản vật liệu phun vữa. Nguyên vật liệu và dung dịch vữa đã điều chế xong đều cần phải để ở nơi thoáng mát;

- Bảo hộ lao động. Hai loại dung dịch đều có hại đối với người, nơi thi công cần thoáng gió, đồng thời cần làm tốt công tác bảo hộ lao động theo quy định.

Bảng 9.9. Cấp phối dung dịch vữa acrylamide

Số TT	Dung dịch A				Dung dịch B		Thời gian đông rắn (phút)
	Acrylamide	Dimethyl 2 acrylamide	Propionitrine gốc dimethylamide	Nước	Peroxosulfuric axit aminic	Nước	
1	47	2,5	2,0	220	2,0	220	3
2	47	2,5	2,0	220	1,5	220	5

Ghi chú: 1. Nhiệt độ môi trường khi điều chế là 23⁰C; Nhiệt độ đông kết là 45⁰C;
2. Các dung dịch A, B, C điều chế riêng, lưu giữ riêng;
3. Trước khi thi công, nên dựa vào điều kiện thực tế thi công, sau khi chế thử, xác định cấp phối.

Bảng 9.10. Cấp phối dung dịch vữa epôxy resin và mattit

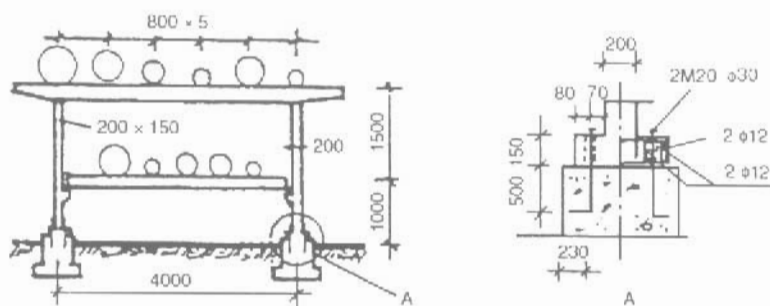
Công dụng	Epôxy resin	Ethylene diamine	Dibutyl phthalete	Dimethyl benzene hoặc asêton	Vật liệu mịn	Thời gian đông kết (h)
Cố định ống phun vữa, ngàm khe	100	10~12	10	-	100~300	24
Dung dịch phun	100	8	10	40~60	-	12~24
Dung dịch phun	100	8~10	10	40~60	-	
Sơn mặt và dán vải sợi thủy tinh	100	8~12	10	30~40	50~100	12~24

Ghi chú: 1. Lượng dùng ethylenediamine và vật liệu mịn, phải dựa vào nhiệt độ thời tiết và điều kiện thi công để tăng giảm;
2. Hỗn hợp có epôxy resin, không được thao tác ở môi trường có nhiệt độ thấp hơn 5⁰C~10⁰C;
3. Vật liệu mịn là xi măng hoặc bột đá.

9.3.3. Xử lý sự cố giá đỡ đường ống

1. Khái quát công trình và sự cố

Giá đỡ đường ống của một nhà máy dài khoảng 4.560m. Toàn bộ giá đỡ đường ống dùng kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép đúc sẵn, khẩu độ thông thường là 3~6m, kiểu hai cột hai dầm, chiều cao thông thường là 2,5~8m. Chân cột của giá đỡ đường ống hoạt động theo một hướng là dạng liên kết nửa khớp, mặt cắt cột là $15 \times 20\text{cm}$, mặt cắt dầm ngang là $15 \times 30\text{cm}$, chiều dài vươn ra hai phía của dầm trên thông thường là 1,0m, chân cột bố trí hai bu lông M20 (hình 9.28).



Hình 9.28. Hình bên ngoài của giá đỡ ống liên kết nửa khớp

Để cố định giá đỡ đường ống, theo chiều dọc bố trí thanh chống thép và dầm liên kết, chân cột dùng hình thức liên kết nửa khớp. Sau khi đưa vào sử dụng, giá đỡ liên tục xuất hiện hư hỏng, phân tích mức độ hư hỏng, cơ bản có thể chia thành năm loại sau:

- Về cơ bản bị sập đổ, chiếm khoảng 15% tổng số;
- Hư hỏng nghiêm trọng, bao gồm một phần bê tông bong rộp, chi tiết chôn sẵn bị dịch chuyển và vết nứt lớn hơn 0,5mm, chiếm khoảng 20% tổng số;
- Hư hỏng vừa phải, bao gồm đầu cột và chân cột nứt tương đối nhiều, phần lớn vết nứt lớn hơn 0,2mm, bu lông chân cột bị kéo dài ra, chiếm khoảng 25% tổng số;
- Giá đỡ đường ống bị hư hỏng nhẹ, bao gồm đầu cột, chân cột, dầm ngang xuất hiện vết nứt kết cấu cục bộ; chiều rộng vết nứt về cơ bản trong phạm vi cho phép; có vết nứt tuy đang phát triển, nhưng được gia cường cục bộ, vẫn có thể sử dụng bình thường, những giá đỡ đường ống như vậy chiếm khoảng 25%;
- Kết cấu chủ thể của giá đỡ đường ống về cơ bản tốt, như thân cột nghiêng nhưng nghiêng không lớn; chân cột tuy có vết nứt, nhưng chiều rộng vết nứt khoảng 0,1mm, tạm thời chưa cần sửa chữa, vẫn có thể tiếp tục sử dụng, giá đỡ đường ống loại này chiếm khoảng 15%.

2. Phân tích nguyên nhân

- Giá định của thiết kế không phù hợp với thực tế, làm cho chân cột bị hư hỏng;
- + Chân cột của giá đỡ đường ống thiết kế là nửa khớp, thông thường phải dùng nửa khớp có lớp đệm đàn hồi, nhưng trên thực tế bản vẽ thiết kế không có lớp đệm đàn hồi này.
- + Giá đỡ đường ống thiết kế liên kết nửa khớp, là dùng độ nghiêng của cột chống thích nghi với sự biến dạng của đường ống, thông thường chuyển vị của đỉnh có thể tới 20~50cm

đối với cột giả đỡ đường ống cao 2,5m; với cột cao 6,5m, chuyển vị của đỉnh cột có thể tới 80–110cm. Do những nguyên nhân trên làm cho cột nghiêng quá lớn, chân cột lại không có lớp đệm đàn hồi, do đó làm cho bê tông chân cột xuất hiện phá hoại nén cắt cục bộ.

- Chỗ góc quạt của giá đỡ ngoài lực ngang dọc đường ống do chuyển vị theo hướng dọc của đường ống truyền đến, còn có lực ngang hướng bên do chuyển vị theo hướng ngang truyền đến, làm cho giá đỡ đường ống bị sập đổ (hình 9.29).

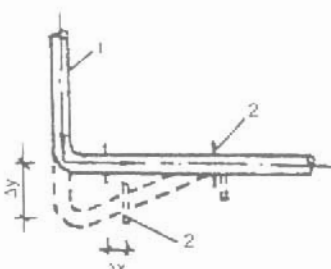
- Nút liên kết nửa khớp chân cột không thể thích ứng với nghiêng lệch tương đối lớn của cột đứng, sau khi chân cột biến dạng một lượng nhỏ, đã trở thành trạng thái bán cố định, mà đầu cột còn có biến dạng lớn, do đó với trạng thái ứng suất phức tạp, khiến cho nút dầm cột bị kéo đứt, bê tông bị bong dộp nghiêm trọng.

+ Diện tích của dầm ngang quá nhỏ, chất lượng bê tông lại kém, do đó xuất hiện nứt gãy dầm ngang.

+ Mặt cắt của cột đứng quá nhỏ, vì cột chuyển vị tương đối lớn, chân cột trở nên trạng thái bán cố định, khi đầu cột tiếp tục chuyển vị, làm cho cột bị đẩy gãy dưới tác động của lực ngang ở bên.

+ Chiều dài đỡ ống tương đối ngắn, không đáp ứng được yêu cầu biến dạng tương đối lớn do nóng dãn ra lạnh co ngót lại, làm cho lực ngang tương đối lớn sinh ra ở đầu giá ống truyền đến nút dầm ngang, khiến cho dầm ngang rơi xuống sau khi chỉ tiết chôn sẵn của nút bị kéo rời ra.

+ Do lực ngang khi nóng dãn ra lạnh co ngót lại sinh ra tác động ở một phía của đầu giá đỡ, từ đó làm cho một phía của giá ống chưa biến dạng, mà phía kia bị hư hỏng do bị vắn nghiêng.



Hình 9.29. Sơ đồ chuyển vị của góc quạt giá đỡ đường ống
1. Đường ống; 2. Giá đường ống.

3. Xử lý sự cố và biện pháp cải tiến

- Cải tiến-thiết kế

+ Khi nhiều ống cùng gác trên giá, các ống cùng đồng thời sinh ra tác động nhiệt độ là không thể, trong một thời điểm nào đó đường ống nào đó có tác động nhiệt độ đẩy giá đỡ đường ống chuyển vị, mà đường ống không có tác động nhiệt độ không những không đẩy giá đỡ đường ống chuyển vị, mà còn có tác dụng ngăn cản chuyển vị của giá đỡ đường ống. Do đó, khi thiết kế chỉ cần xem xét tác động nhiệt độ của một đường ống (đường ống có nhiệt độ cao và có đường kính lớn nhất), chỉ khi nào nhiệt độ của đường ống $t > 200^{\circ}\text{C}$, mới có thể xem xét là đường ống nóng).

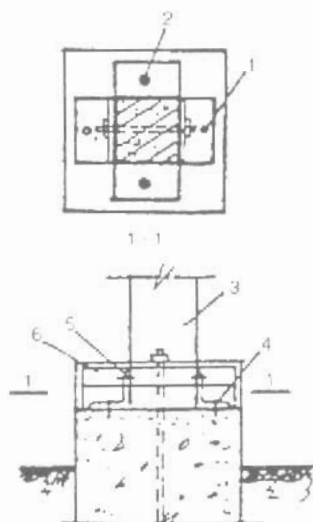
+ Trong thiết kế hệ đỡ ống dùng hệ đỡ ống lăn, có thể giảm lực đẩy ngang.

+ Tăng mặt cắt và bố trí cốt thép cho cấu kiện, để tăng khả năng chịu mô men uốn và chịu lực cắt.

+ Giá đỡ đường ống mới dùng thêm dùng cột thép, chân cột dùng 4 bu lông chôn dưới đất M20 để cố định. Đối với móng của giá đỡ đường ống cũ dùng bu lông chôn dưới đất

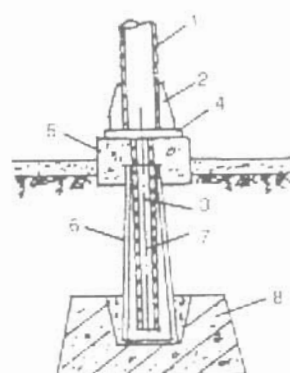
M18 để cố định (hình 9.30). Trên móng cột ống hình tròn bê tông, để lợi dụng móng cũ của giá đỡ đường ống, dùng biện pháp cải tiến như hình 9.31.

+ Theo yêu cầu thiết kế chống động đất, phải xem xét tải trọng động đất thẳng góc với chiều của tuyến đường ống. Ở nút dầm cột, làm dày thêm cột đai, nâng cao khả năng chống cắt; đối với các vết nứt không nghiêm trọng, dùng biện pháp như hình 9.32.



Hình 9.30. Đối nối nửa khớp của chân cột giá đỡ đường ống cũ thành nối cố định

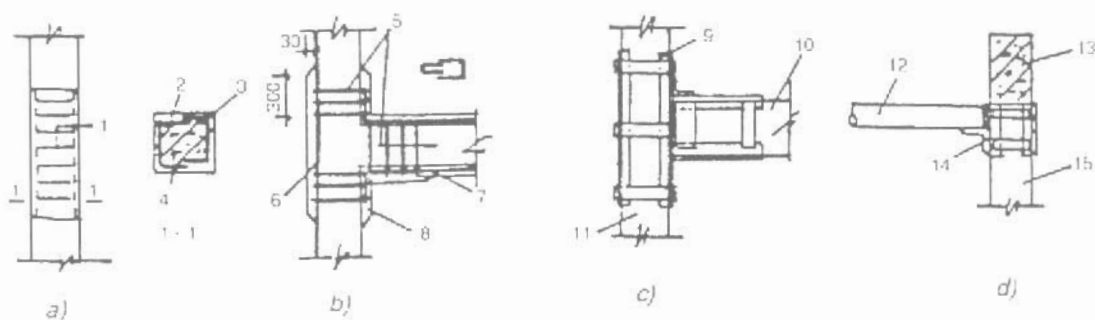
1. Bu lông neo nở M20 mới thêm; 2. Bu lông cũ; 3. Chân cột cũ; 4. Bu lông neo nở; 5. L 90 × 8; 6. Bê tông C18 có cốt thép.



Hình 9.31. Chi tiết nút móng cột ống

hình tròn lợi dụng móng cũ

1. Dg219 × 6; 2. 200 × 80 × 8; 3. Dg208 × 6; 4. 380 × 380 × 10; 5. Mũ trụ bê tông mới đổ; 6. Cột ống tròn bê tông cốt thép cũ; 7. Chèn bê tông đá nhỏ C18; 8. Móng giá đỡ đường ống cũ



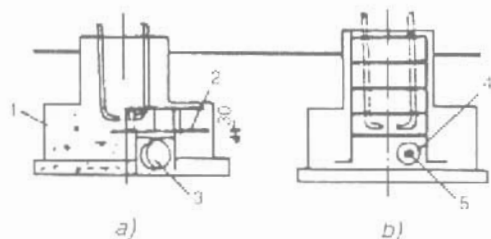
Hình 9.32. Chi tiết gia cố nút của giá đỡ đường ống

a. Gia cố tăng cường đối với vết nứt nhỏ hơn 0,2mm của cột giá đỡ đường ống;
b. Gia cố tăng cường đối với vết nứt nhỏ hơn 0,5mm của cột giá đỡ đường ống;
c. Gia cố tăng cường đối với vết nứt lớn hơn 0,5mm của cột giá đỡ đường ống;
d. Thêm cây chống ngang cho giá đỡ đường ống nghiêng quá lớn.

1. Cột đai gia cố; 2. Dùng vữa xi măng cát 1:1 ép và trát phẳng hai lần; 3. Cột giá đỡ đường ống cũ; 4. Hàn chắc cột đai Ø8 mới thêm; 5. Cột đai gia cường Ø8; 6. Đục xòe cột cũ; 7. Hàn chắc cốt thép gia cường vào cốt thép cũ; 8. Bê tông đá nhỏ C18; 9. L 50 × 5 gia cố; 10. Dầm ngang cũ; 11. Cột giá đỡ đường ống cũ; 12. Cây chống ống thép mới thêm hoặc thép hình chữ I; 13. Dầm giá đỡ đường ống cũ; 14. L 65 × 6; 15. Cột giá đỡ đường ống cũ.

- Yêu cầu khi thi công

+ Khi đào hố móng giả đỡ đường ống, nếu chất đất tương đối kém, đồng thời lại gắn với móng giả đỡ đường ống cũ, phải chống đỡ tạm thời giả đỡ đường ống cũ, bảo vệ các đường cáp điện và đường ống ngầm cũ. Nếu móng của giả đỡ đường ống gặp đường ống ngầm dưới đất có thể dùng biện pháp như hình 9.33.

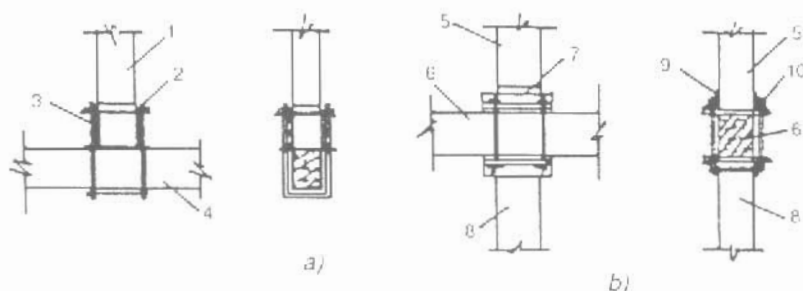


Hình 9.33. Đường ống, đường cáp điện ngầm đi qua móng giả đỡ đường ống

1. Mở rộng mặt đáy móng; 2. Cột thép gia cố; 3. Đường ống ngầm cũ; 4. Ống thép bảo vệ đường cáp điện; 5. Đường cáp điện cũ.

+ Nếu vai bô thép của giả đỡ cột ống thép hoặc tấm chân cột chế tạo tại xưởng đúc sẵn, nhất định phải hàn ghép tại hiện trường, để thuận lợi điều chỉnh chênh lệch cao độ.

+ Nếu trước đã có nổi cao giả đường ống, ngoài đáp ứng yêu cầu tính toán ra, nút chân cột của cột nổi cao phải chắc chắn tin cậy (hình 9.34).



Hình 9.34. Bản vẽ chi tiết nút nối cao chân cột

1. Cột đứng giả đỡ đường ống mới thêm; 2. Bu lông M16 hình chữ U; 3. Ống cột U16; 4. Tấm ngang giả đường ống cũ; 5. Cột đứng của giả đường ống mới thêm; 6. Tấm ngang cũ; 7. Hàn chắc; 8. Cột đứng của giả đường ống cũ; 9. $1.90 \times 56 \times 8$; 10. M16.