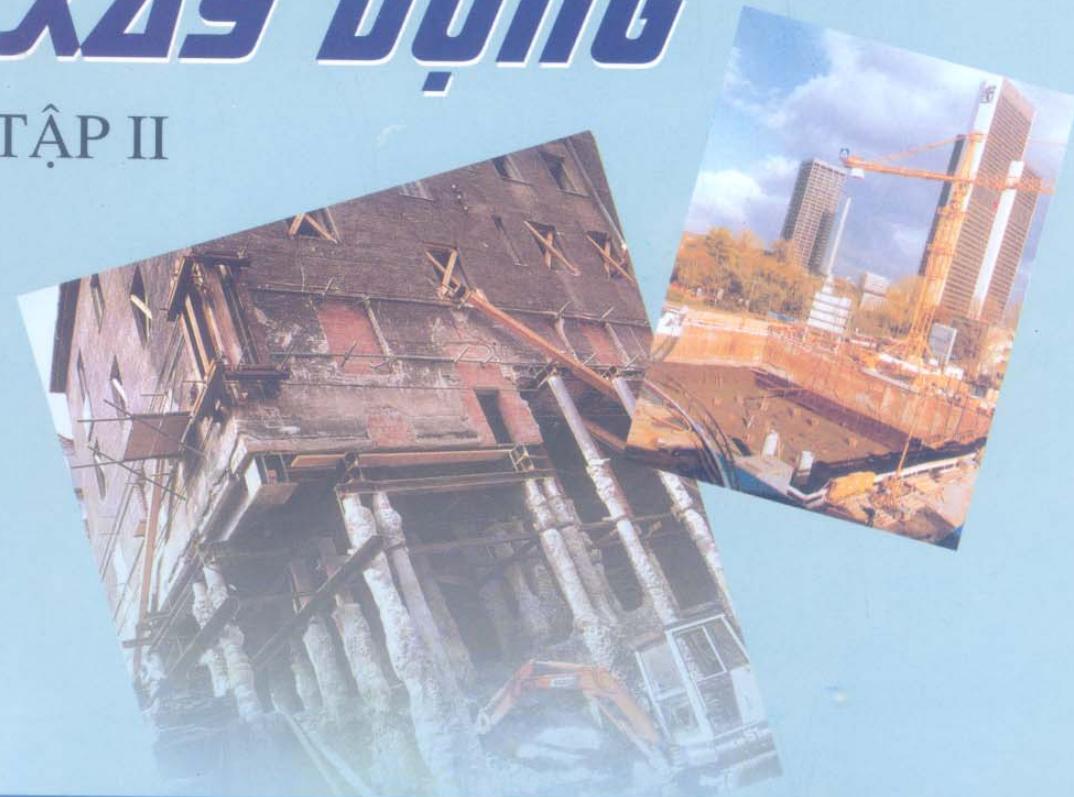


VƯƠNG HÁCH (*Chủ biên*)

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

TẬP II



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

VƯƠNG HÁCH (*chủ biên*)

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

Tập II

(*Tái bản*)

Biên dịch : Nguyễn Đăng Sơn

Hiệu đính : Vũ Trường Hạo

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010**

Dịch nguyên bản từ tiếng Trung Quốc

王赫 主編

建築工程事故處理手冊

第五章 砌體工程事故

第六章 鋼筋混凝土工程事故

第七章 預應力混凝土工程事故

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 lí 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 đầm hoặc nứt khỏi 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 kĩ sư xây dựng của chúng ta đã xử lí nhiều sự cố công trình và có nhiều kinh nghiệm, song chưa có tài liệu tổng kết, chưa đưa ra những kinh nghiệm xử lí sự cố, mặt khác những kinh nghiệm xử lí sự cố đều rời rạc ở từng đơn vị, từng cá nhân, chưa được thu thập phân tích, đánh giá.

Để giúp cho các kĩ sư xây dựng có một số kiến thức trong công tác xử lí sự cố công trình, Nhà xuất bản Xây dựng xuất bản cuốn "Sổ tay xử lí sự cố công trình xây dựng" của các tác giả Trung Quốc có kinh nghiệm li luận và thực tiễn biên soạn. Cuốn sổ tay này chủ yếu trình bày công tác kiểm định và xử lí hai loại sự cố lớn của công trình là kết cấu và nền móng, đưa ra nhiều ví dụ xử lí 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 sẽ được lần lượt ra mắt bạn đọc trong năm nay (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 kĩ 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 lí, do vậy mức độ khó khăn càng lớn. Về kĩ 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 kĩ 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 kĩ 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 many chức vị chuyên gia, giáo sư và công trình sư cùng tham gia, trải qua hơn ba năm, mấy lần viết bǎn 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 lí sự cố, giới thiệu một số ví dụ thực tế xử lí 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 lí 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 lí không tốt, có thể dẫn đến những sự cố xấu như sập đổ công trình. Nội dung chủ yếu xử lí 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 lí và lựa chọn cùng với tính toán kết cấu cần thiết. Để thuyết minh nguyên tắc và phương pháp cơ bản xử lí sự cố, có thêm một số ít ví dụ thực tế sự cố 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 lí 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 lí sự cố chất lượng công trình là kiểm định kĩ thuật sự cố. Do đó sổ tay có một chương riêng giới thiệu một số kĩ 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 kĩ thuật kiểm tra hữu hiệu và thường dùng, các nội dung khác chỉ giới thiệu sơ lược, để tránh sách sê quá dày.

Vật liệu dùng để xử lí 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 lí 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 kĩ 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 lí 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 GIÀ

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 kiềng cọc
- 3.7. Thay thế phun vữa
- 3.8. Thay thế chũa nghiêng
- 3.9. Phương pháp sửa chữa tổng hợp thoát nước, chấn đỗ, 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 lõi 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 khối xây bị nứt
- 5.2. Xử lý sự cố cường độ, độ cứng và tính ổn định của khối xây không đủ
- 5.3. Xử lý sự cố sập đổ 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 sai 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, lỗ cốt thép trong bê tông
 - 6.6. Xử lý sự cố sập đổ cục bộ
 - 6.7. Kỹ thuật gia cố tăng cường
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 rãnh lỗ để sẵn
 - 7.4. Xử lý sự cố nứt kết cấu bê tông ứng suất trước
 - 7.5. Xử lý sự cố khong khong chế được ứng suất trước
 - 7.6. Xử lý sự cố sập đổ cấu kiện ứng suất trước
 - 7.7. Xử lý các sự cố khác
- 8 XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU THÉP
- 8.1. Loại sự cố công trình kết cấu thép và nguyên nhân thông thường
 - 8.2. Xử lý sự cố biến dạng kết cấu thép
 - 8.3. Xử lý sự cố vết nứt và hỏng liên kết của cấu kiện kết cấu thép
 - 8.4. Xử lý ăn mòn của kết cấu thép
 - 8.5. Gia cố kết cấu thép
 - 8.6. Xử lý sự cố hệ thống mái nhà thép
 - 8.7. Xử lý sự cố đầm cầu chạy bằng thép
 - 8.8. Xử lý sự cố cột thép
9. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH KẾT CẤU ĐẶC CHỦNG
- 9.1. Xử lý sự cố công trình bể nước
 - 9.2. Xử lý sự cố công trình ống khói, dài nước
 - 9.3. Xử lý sự cố công trình bể chứa, gian bơm giếng chìm, giá đỡ đường ống
10. XỬ LÝ SỰ CỐ THẤM DỘT
- 10.1. Vật liệu bịt rò rỉ
 - 10.2. Xử lý sự cố thấm dột mái
 - 10.3. Xử lý sự cố thấm dột tường
 - 10.4. Xử lý sự cố thấm dột nhà tắm, gian vệ sinh
 - 10.5. Xử lý sự cố thấm dột tầng hầm
 - 10.6. Xử lý sự cố thấm dột công trình
11. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH TRANG TRÍ, CỬA VÀ SÀN
- 11.1. Xử lý bẩn mặt trang trí và đổi màu
 - 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 mái
 - 11.5. Xử lý sự cố công trình cửa
12. VẬT LIỆU DÙNG ĐỂ XỬ LÝ SỰ CỐ
- 12.1. Vật liệu phun vữa
 - 12.2. Chất kết dính kết cấu
 - 12.3. Vữa cát, bê tông có tính năng đặc biệt
 - 12.4. Vật liệu chống thấm bịt rò rỉ
 - 12.5. Các vật liệu hoá chất khác

MỤC LỤC (Tập II)

5. XỬ LÍ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH XÂY	13
 5.1. Xử lí khối xây bị nứt	13
5.1.1. Nguyên nhân nứt	13
5.1.2. Phân biệt tính chất vết nứt	13
5.1.3. Nguyên tắc xử lí vết nứt	24
5.1.4. Phương pháp xử lí vết nứt và lựa chọn	27
5.1.5. Ví dụ thực tế xử lí vết nứt khối xây	29
 5.2. Xử lí sự cố cường độ, độ cứng và tính ổn định của khối xây không đủ	38
5.2.1. Phân loại sự cố và nguyên nhân	38
5.2.2. Phương pháp xử lí và sự lựa chọn phương pháp xử lí sự cố cường độ, độ cứng, tính ổn định không đủ	38
5.2.3. Ví dụ thực tế xử lí sự cố cường độ, độ cứng, tính ổn định không đủ	40
 5.3. Xử lí sự cố sập đổ cục bộ	49
5.3.1. Các loại sự cố sập đổ cục bộ và nguyên nhân sự cố	49
5.3.2. Phương pháp xử lí sự cố sập đổ cục bộ và những điểm cần chú ý	50
5.3.3. Ví dụ thực tế xử lí sự cố sập đổ cục bộ	51
 5.4. Kỹ thuật gia cố khối xây	54
5.4.1. Phương pháp gia cố và lựa chọn	54
5.4.2. Phun vữa xi măng	58
5.4.3. Gia cố cột đỡ vách	62
5.4.4. Gia cố vữa xi măng lưới thép	68
5.4.5. Bê tông bọc ngoài gia cố cột gạch	73
5.4.6. Gia cố bọc thép ở ngoài	74
6. XỬ LÍ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP	77
 6.1. Xử lí sự cố nứt bê tông	77
6.1.1. Nguyên nhân nứt	78
6.1.2. Tính chất, đặc trưng, nhận biết vết nứt	78
6.1.3. Giới hạn xử lí vết nứt	96
6.1.4. Nguyên tắc xử lí vết nứt	100
6.1.5. Phương pháp xử lí vết nứt và lựa chọn	101
6.1.6. Xử lí bằng phương pháp sửa chữa bề mặt và ví dụ thực tế	102
6.1.7. Xử lí bằng phương pháp sửa chữa cục bộ và ví dụ thực tế	106
6.1.8. Xử lí bằng phương pháp phun vữa hoá chất và ví dụ thực tế	109
6.1.9. Xử lí bằng phương pháp giảm nội lực của kết cấu và ví dụ thực tế	113
6.1.10. Xử lí bằng phương pháp gia cường kết cấu và ví dụ thực tế	116
6.1.11. Các phương pháp khác xử lí vết nứt bê tông	127
6.1.12. Kiểm nghiệm hiệu quả sửa chữa vết nứt bê tông	130
 6.2. Xử lí sự cố biến dạng sai lệch vị trí	131
6.2.1. Phân loại sự cố biến dạng sai lệch vị trí và nguyên nhân	131
6.2.2. Phương pháp xử lí sự cố biến dạng sai lệch vị trí	131
6.2.3. Chọn phương pháp xử lí và những điều cần chú ý	133
6.2.4. Ví dụ thực tế xử lí sự cố biến dạng sai lệch vị trí	134

6.3. Xử lí sự cố công trình cốt thép	147
6.3.1. Phân loại sự cố công trình cốt thép và nguyên nhân	147
6.3.2. Phương pháp xử lí sự cố công trình cốt thép	148
6.3.3. Chọn phương pháp xử lí và những điều cần chú ý	149
6.3.4. Ví dụ thực tế xử lí sự cố công trình cốt thép	149
6.4. Xử lí sự cố cường độ bê tông không đủ	160
6.4.1. Ảnh hưởng của cường độ bê tông không đủ đối với các kết cấu khác nhau	160
6.4.2. Nguyên nhân thường gặp của cường độ bê tông không đủ	161
6.4.3. Phương pháp xử lí sự cố cường độ bê tông không đủ và lựa chọn	164
6.4.4. Ví dụ thực tế xử lí sự cố cường độ bê tông không đủ	165
6.5. Xử lí sự cố lỗ rỗng, lỗ cốt thép trong bê tông	174
6.5.1. Nguyên nhân sự cố lỗ rỗng, lỗ cốt thép, khe hở kẹp lớp cận	175
6.5.2. Phương pháp xử lí sự cố	175
6.5.3. Ví dụ xử lí sự cố	177
6.6. Xử lí sự cố sập đổ cục bộ	185
6.6.1. Tính chất, đặc trưng và nguyên nhân sập đổ cục bộ	185
6.6.2. Nguyên tắc chung xử lí sự cố sập đổ cục bộ	186
6.6.3. Phương pháp xử lí sự cố sập đổ cục bộ	186
6.6.4. Ví dụ thực tế xử lí sự cố sập đổ cục bộ	187
6.7. Kỹ thuật gia cố tăng cường	198
6.7.1. Yêu cầu chung	198
6.7.2. Kỹ thuật gia cố nhồi vữa hoá chất	200
6.7.3. Kỹ thuật gia cố phun bê tông	207
6.7.4. Kỹ thuật gia cố bọc ngoài bằng bê tông	211
6.7.5. Kỹ thuật gia cố bọc ngoài bằng thép	217
6.7.6. Kỹ thuật gia cố dán bản thép	222
6.7.7. Kỹ thuật gia cố thay đổi hệ thống chịu lực	227
6.7.8. Kỹ thuật gia cố thanh kéo ứng suất trước	235
6.7.9. Kỹ thuật gia cố bằng thanh chống ứng suất trước	245
7. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC	251
7.1. Xử lí sự cố công cụ neo không đạt yêu cầu	251
7.1.1. Thanh đầu có ren nứt gãy	251
7.1.2. Thanh đầu có ren biến dạng	252
7.1.3. Trượt cốt thép	253
7.1.4. Cốt thép co nhiều vào phía trong	253
7.1.5. Bản kẹp nứt vỡ	254
7.1.6. Bản kẹp không có răng cưa	255
7.1.7. Nút vòng neo	255
7.1.8. Trượt sợi	256
7.1.9. Trượt neo	256
7.1.10. Đứt đầu tán sợi thép và nứt vòng neo	257
7.1.11. Độ cứng của vòng neo hoặc bản neo không đủ	258
7.1.12. Kích thước kết hợp của thanh ren và vòng neo quá nhỏ	259
7.2. Xử lí sự cố cốt thép ứng suất trước	259
7.2.1. Bề mặt cốt thép bị gi	259
7.2.2. Cường độ cốt thép không đủ	260
7.2.3. Tính năng uốn nguội của cốt thép không tốt	261

7.2.4. Độ giãn dài của cốt thép kéo nguội không đạt yêu cầu	261
7.2.5. Tồn thương bề mặt sợi thép	261
7.2.6. Chiều dài thép không chính xác	262
7.2.7. Xẩy ra đan chéo nhau khi xuyên cốt thép	262
7.2.8. Đầu tán cốt thép không đạt yêu cầu	263
7.3. Xử lý sự cố rãnh lỗ để sẵn	263
7.3.1. Rãnh lỗ xệ xuống, bị lắp, uốn cong	263
7.3.2. Vị trí rãnh lỗ không đúng	268
7.3.3. Rút ống thép khó khăn	271
7.3.4. Vữa nhồi rãnh lỗ không đặc chắc	271
7.3.5. Nút bê tông dọc đường ống cầu kiện	273
7.3.6. Nứt rãnh lỗ chừa sẵn do đóng lạnh	274
7.4. Xử lý sự cố nứt kết cấu bê tông ứng suất trước	274
7.4.1. Vết nứt vùng neo cố định cốt thép	274
7.4.2. Mật đầu cầu kiện nứt	275
7.4.3. Vết nứt đứng ở vùng gối đỡ cầu kiện	276
7.4.4. Thanh cánh trên của vỉ kèo bị nứt	277
7.4.5. Sườn ngang đầu cầu kiện bị nứt	278
7.4.6. Nứt ngang và nứt xiên của mặt tấm	279
7.4.7. Một số vết nứt thường gặp của dầm mái và dầm cầu trục mỏng bụng	280
7.4.8. Nứt nút vỉ kèo kiểu vòm	281
7.4.9. Nứt dầm cầu trục kiểu đường gãy khúc	282
7.4.10. Ví dụ thực tế của một vài sự cố đặc biệt	283
7.5. Xử lý sự cố không khống chế được ứng suất trước	287
7.5.1. Sợi thép ứng suất trước của cầu kiện căng trước bị trượt khi dùng kéo	287
7.5.2. Độ giãn dài kéo căng cốt thép không phù hợp yêu cầu	288
7.5.3. Cầu kiện sản xuất xếp chồng không đủ trị số ứng suất trước	288
7.5.4. Sự cố kéo căng vượt quá	289
7.5.5. Sự cố đứt neo trong giai đoạn sử dụng của kết cấu căng sau	291
7.6. Xử lý sự cố sập đổ cầu kiện ứng suất trước	291
7.6.1. Sập gãy panel	291
7.6.2. Sập đổ vỉ kèo kiểu vòm	292
7.6.3. Tấm mái hình chữ V sập đổ	293
7.7. Xử lý các sự cố khác	294
7.7.1. Cầu kiện cong vênh	294
7.7.2. Cầu kiện không đủ độ cứng	295
7.7.3. Sự cố do cường độ bê tông không đủ khi kéo căng gây nén	295
7.7.4. Bê tông xệ xuống cục bộ	297
7.7.5. Sự cố hư hỏng vỉ kèo do cầu lắp gây nén	298
PHỤ LỤC	299
BẢNG ĐỐI CHIẾU THUẬT NGỮ HÓA CHẤT	300

5. XỬ LÍ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH XÂY

Sự cố công trình xây thường có bốn loại dưới đây:

1. Khối xây bị nứt;
2. Cường độ khối xây không đủ;
3. Khối xây sai lệch vị trí, biến dạng;
4. Khối xây sập đổ cục bộ.

Phương pháp xử lý thường dùng có mấy loại dưới đây:

1. Sửa chữa bề mặt, như chèn lắp vết nứt, ngầm cốt thép vào khe nứt;
2. Hiệu chỉnh biến dạng;
3. Tăng tiết diện khối xây;
4. Phun vữa chèn hoặc gia cường;
5. Xây thêm kết cấu để giảm tải;
6. Thay đổi phương án kết cấu, như: tăng tường ngang, đổi phương án đàm hồi thành phương án cứng, cột chịu lực đổi thành tường chịu lực, kết cấu xây đổi thành kết cấu bê tông;
7. Bao bên ngoài khối xây bằng xi măng lưới thép, hoặc kết cấu bê tông cốt thép, hoặc kết cấu thép;
8. Tăng cường tính toàn khối, như tăng cột cầu tạo, thanh giằng bằng thép;
9. Tháo dỡ làm lại.

5.1. XỬ LÍ KHỐI XÂY BỊ NỨT

5.1.1. Nguyên nhân nứt

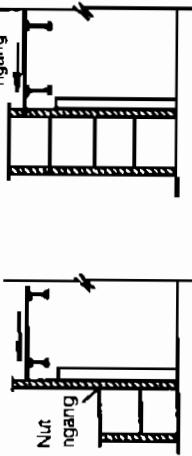
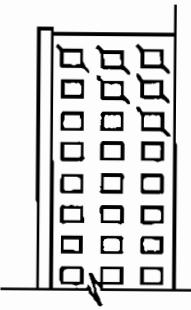
Nguyên nhân khối xây bị nứt và hình vẽ thí dụ tiêu biểu như bảng 5.1.

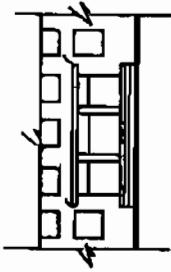
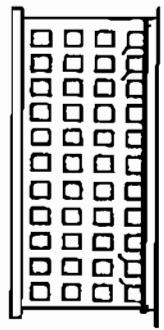
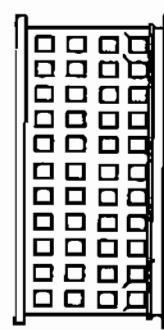
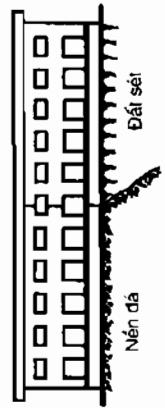
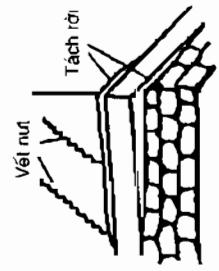
5.1.2. Phân biệt tính chất vết nứt

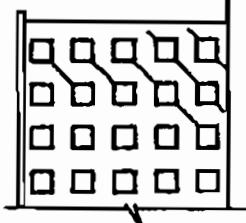
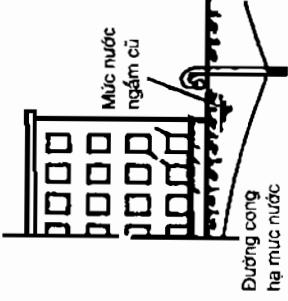
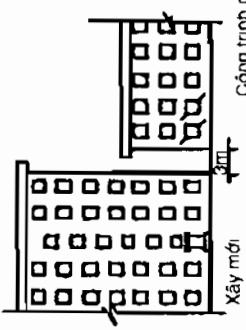
Vết nứt có cần xử lý hay không và xử lý như thế nào, chủ yếu quyết định ở tính chất và mức độ nguy hiểm của vết nứt. Như, cường độ chịu nén của khối xây không đủ mà sinh ra vết nứt dọc là một trong những đặc trưng quan trọng của cấu kiện đạt tới trạng thái tới hạn, phải nhanh chóng tìm biện pháp gia cố hoặc giảm tải; còn vết nứt nhiệt độ thường gặp, nói chung không nguy hiểm tới an toàn của kết cấu, thông thường không cần gia cố tăng cường. Do đó dựa vào đặc trưng của vết nứt, để phân biệt tính chất khác nhau của vết nứt là rất quan trọng.

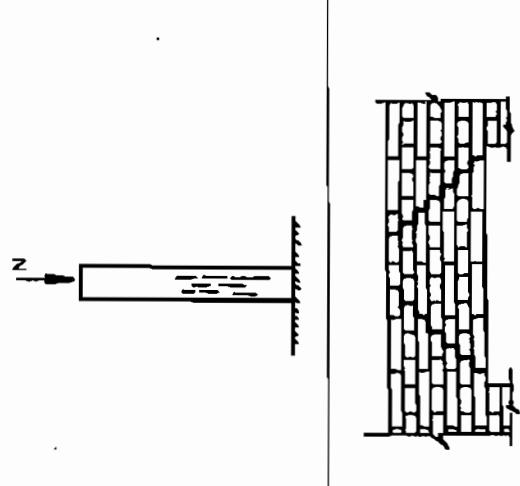
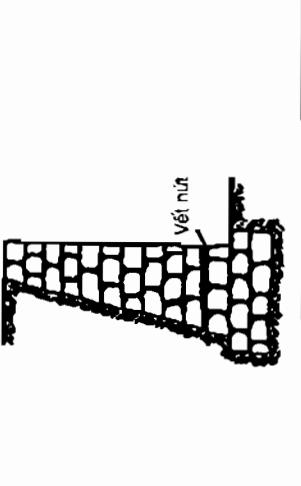
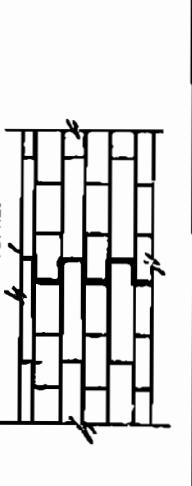
Nguyên nhân vết nứt của khối xây thường gặp nhất là sự thay đổi nhiệt độ và lún không đều của nền. Hai loại nứt này gọi chung là nứt biến dạng.

Bảng 5.1. Nguyên nhân nứt của khối xây và hình vẽ

Chủng loại	Số TT	Nguyên nhân	Ví dụ	Số đố nứt
Biến dạng nhiệt	1 2 3	Do ánh nắng và sự thay đổi nhiệt độ, biến dạng của vật liệu khác nhau và biến dạng của bộ phận kết cấu khác nhau là không giống nhau, đồng thời tồn tại sự ràng buộc tương đối lớn	Tường xây tầng mái của nhà mái bằng kết cấu gạch-bê tông, do ánh nắng và sự thay đổi nhiệt độ cùng với hệ số nở theo nhiệt độ của hai loại vật liệu này khác nhau, vết nứt sinh ra do biến dạng của mái và tường gạch khác nhau	5
	2	Nứt trên	Mái của nhà xương một tầng biến dạng nở do nhiệt độ, nứt tường đầu hồi của xương và tường xây của gian sinh hoạt	
	3	Chênh lệch nhiệt độ của thời tiết và chênh lệch nhiệt độ môi trường quá lớn	Chiều dài cửa nhà quá lớn, lại không bố trí khe co giãn, tạo ra vết nứt dọc xuyên suốt toàn bộ chiều cao nhà	
	4	Biến dạng nhiệt của tường gạch chịu sự ràng buộc của nền	Không sưởi ấm trong thời gian thi công vùng phương Bắc, co ngót của tường xây chịu sự ràng buộc của nền, sinh ra các vết nứt đứng và xiên trong khối xây ở bậu cửa sổ và dưới bậu cửa sổ	

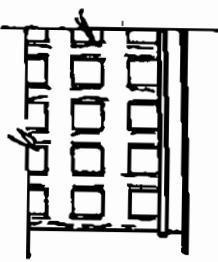
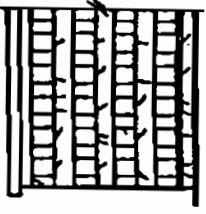
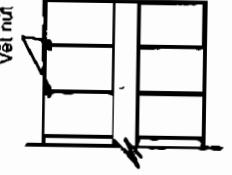
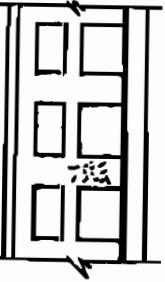
1	2	3	4	5
Biện dạng nhiệt	5	Cố ngói bê tông trong khói xây tường đổi lớn (nhiệt độ và cố ngói khô)	Vết nứt xiên sinh ra ở hai đầu tường do đầm ô văng đổ tại chỗ quá dài	
Nền lún không đều	6	Độ chênh lệch lún của nền lớn	Với nhà kẽi cầu gạch-bê tông mà tì lệ chiều dài/chiều cao tường đổi lớn, nếu độ lún của nền ở vùng giữa lớn hơn ở hai đầu, sinh ra vết nứt hình chữ V ngược	
			Nếu độ lún của nền ở hai đầu lớn hơn ở phần giữa, sinh ra vết nứt hình chữ V	
			Nên thay đổi đặt ngọt, nếu một đầu lún tường đổi nhiều, sinh ra vết nứt theo chiều dọc	
	7	Sát kín mọi phần nền	Khối xây nằm trên hầm phòng không hoặc giếng cổ, do nền sát lở một phần mà sinh ra nứt	

1	2	3	4	5
Nền lún không đều	8	Nền đóng băng thường nở	Chiều sâu chôn móng của nhà ở vùng phương bắc không đủ, đất nền lại trương nở khi đông lạnh, làm cho khối xây bị nứt	
9	9	Nền ngập nước	Nền đất dập hoặc nền hoàng thổ lún tืot sau khi một bộ phận ngập nước sinh ra lún không đều khiến cho tường nứt dọc	
10		Mực nước ngầm hạ xuống	Nền đất yếu mà mực nước ngầm tương đối cao, do hạ mực nước ngầm bằng thủ công sinh ra lún phụ thêm vào làm cho khối xây bị nứt	
11		Ảnh hưởng của công trình bên cạnh	Công trình đã có nằm cạnh công trình lớn mới xây làm cho công trình vốn có sinh ra lún phụ thêm vào từ đó sinh ra nứt	

1	2	3	4	5
Tải trọng của kết cấu quá lớn hoặc mặt cắt của khối xây quá nhỏ	12	Cường độ chịu nén không đủ	Nứt theo chiều đúng của cột gạch chịu nén trung tâm	
	13	Cường độ chịu uốn không đủ	Cường độ chịu uốn của vòm ngang xây gạch không đủ sinh ra các vết nứt theo chiều đúng hoặc chiều nghiêng	
	14	Cường độ chịu cát không đủ	Cường độ chịu cắt của tường chắn đất không đủ mà sinh ra các vết nứt ngang	
	15	Cường độ chịu kéo không đủ	Tường của bể chứa nước xây gạch nứt theo các mạch vữa	

1	2	16	Cường độ chịu tải cục bộ không đủ	Các vết nứt xiên hoặc các vết nứt theo chiều dọc ở dưới đệm dầm hoặc đầm lõm	5
Tải trọng của kết cấu quá lớn hoặc mặt cắt của khối xây quá nhô					
Thiết kế cầu tao không tốt	17	Bố trí khe lún không tốt	Vị trí khe lún không bố trí ở nơi có độ chênh lệch lún lớn nhất	1. Vị trí chính xác của khe lún; 2. Vị trí thực tế của khe lún; 3. Vết nứt.	
			Khe lún quá hẹp, sau khi biến dạng lún, khối xây bị chèn ép sinh ra nứt		
18		Tính toàn khối của kết cấu kiến trúc kém	Trong kiến trúc kết cấu gạch-bê tông, vết nứt sinh ra do giằng tường bằng bê tông cốt thép của tường gạch giان cầu thang không kín		

1	2	3	4	5
Thiết kế cầu tạo không tốn	19	Để lỗ rỗng ở trong tường	Nơi giao nhau của tường trong và tường ngoài của nhà ở để ống khói ảnh hưởng tới liên kết tường trong và tường ngoài, sau khi sử dụng, do nhiệt độ thay đổi sinh ra nứt 1. Vết nứt	
	20	Sử dụng hỗn hợp kết cấu khác nhau, lại không có biện pháp thích hợp	Độ vồng của dầm của tường bê tông cốt thép quá lớn khiến cho khối xây bị nứt 1. Dầm tường	
	21	Liên kết công trình mới và công trình cũ không thỏa đảng	Khi mở rộng công trình cũ, móng tách ra, tường gạch mới và cũ xây thành một khối, sinh ra vết nứt ở nơi liên kết 1. Công trình cũ; 2. Công trình mở rộng.	
	22	Cấu tạo khối tường để chứa các lỗ cửa sổ lớn không thỏa đảng	Phía dưới tường cửa bao cửa sổ lớn, các vết nứt đứng trên rộng dưới hẹp	

1	2	3	4	5
Chất lượng vật liệu không tốt	23	Thể tích vữa không ổn định	Tính ổn định của xi măng không đạt yêu cầu, dùng xi sátt lưu huỳnh có hàm lượng lưu huỳnh vượt quá tiêu chuẩn để thay cát dẫn đến nứt vữa	
	24	Thể tích gạch không ổn định	Sử dụng gạch với cát mới xuất xưởng để xây tường, dễ sinh ra nứt	
Chất lượng thi công kém	25	Phương pháp xây không hợp lý, đặt thiếu cốt thép cấu tạo	Tường trong và tường ngoài không đồng thời xây, lại không để sẵn chỗ nối tiếp theo đúng quy định, hoặc không đặt cốt thép liên kết, làm cho chỗ liên kết tường trong và tường ngoài sinh ra vết nứt chạy suốt theo chiều đứng	
	26	Trong khói xây để trùng mạch tường đối nhiều	Tường bao ngoài của một nhà xuống một tầng bị nứt do sử dụng nhiều gạch dày ở một chỗ	

1	2	3	4	5
Chất lượng thi công kém	27	Chùa sẫn các rãnh và các lỗ không thoát đáng	Một toà nhà thí nghiệm, tường giữa các cửa sổ rộng 500mm để lại các lỗ giàn gió, làm cho khối xây bị nứt	
Nguyên nhân khác	28	Động đất	Một kí túc xá kết cấu gạch-bê tông nhiều tầng, trong một trận động đất mạnh sinh ra các vết nứt nghiêng và cắt nhau	
	29	Chấn động của máy móc	Vết nứt do nổ mìn gần một công trình sinh ra nứt	

Bảng 5.2. Phân biệt nút thường gấp của khối xây

Cơ sở phân biệt	Chủng loại vết nứt			
	Biến dạng nhiệt	Nứt lún không đều	Nứt lún	Sức chịu tải không đều
1	Phản lớn xuất hiện gần phần mái của công trình, thường gấp nhất là ở hai đầu; cũng có thể xuất hiện ở tường dọc và tường ngang. Nhà ở vùng lạnh, càng lạnh mà không được sưởi ấm có khả năng xuất hiện vết nứt ở phía dưới. Vết nứt đứng ở gần phần giữa chiều dài ngôi nhà, cũng thuộc loại này.	Phản lớn xuất hiện ở tầng dưới nhà ở, khi phát triển đến tầng 2~3; đối với nhà dài có cùng chiều cao, vị trí vết nứt thường xuất hiện ở gần hai đầu; nhà các loại hình dạng khác, vết nứt đều ở gần chỗ lún thay đổi mạnh; thường xuất hiện ở tường dọc, ít xuất hiện ở tường ngang. Nếu tình chất nền thay đổi đột ngột (như nền đá sang nền đất), cũng có thể xuất hiện vết nứt ở mái công trình, đồng thời kéo dài xuống phía dưới, nghiêm trọng có thể xuyên suốt chiều cao của nhà.	Phản lớn xuất hiện ở vị trí ứng suất khói xây tương đối lớn, trong nhà nhiều tầng, thấy nhiều ở tầng dưới, nhưng với các tầng khác cũng có thể xảy ra. Vết nứt ở cột chịu nén dọc thường ở gần 1/3 chiều cao phía dưới cột, ít xuất hiện ở đầu trên và đầu dưới của cột. Vết nứt của dầm và khói xây đậm đậm phản lớn xảy ra là do cường độ chịu nén cục bộ không đều.	
Đặc trưng vết nứt	Thường gấp là vết nứt xiên, hình dạng có hai loại: một đầu rộng, một đầu hẹp và ở giữa rộng, hai đầu hẹp; tiếp đó là vết nứt đứng, cho dù là vết nứt phần trên của nhà, hoặc dưới bộ cửa, hoặc xuyên ở giữa rộng hai đầu hẹp, vết nứt ở nơi qua toàn bộ chiều cao nhà, hình dạng thông thường của nó là trên rộng dưới hẹp; ít gấp vết nứt ngang, có khi xuất hiện ở góc cửa sổ, vết nứt gần một đầu của lỗ cửa sổ tương đối nhiều, vết nứt thường liên tục, chiều rộng vết nứt thay đổi không nhiều; thứ ba là vết nứt đứng, phản lớn do co ngót dọc sinh ra, chiều rộng vết nứt thay đổi không lớn.		Thường gấp là vết nứt xiên, vết nứt đi qua lỗ cửa sổ tương đối rộng; tiếp đó là vết nứt đứng, cho dù là vết nứt phần trên của nhà, hoặc dưới bộ cửa, hoặc xuyên liên kết gian sinh hoạt và nhà xưởng có liên quan đến hình dạng của mái nhà, dáng gân như ngang tương đối nhiều, vết nứt thường liên tục, chiều rộng vết nứt thay đổi không nhiều; thứ ba là vết nứt đứng, phản lớn do co ngót dọc sinh ra, chiều rộng vết nứt thay đổi không lớn.	Hướng nứt của cấu kiện chịu nén trùng với hướng của ứng suất, vết nứt giữa rong hai đầu nhỏ; vết nứt chịu kéo thẳng góc với ứng suất, thường gấp là vết nứt dọc theo mạch vữa; vết nứt chịu uốn tương đối rộng ở mép ngoài vùng chịu kéo, ở vùng chịu nén không rõ rệt, phần lớn vết nứt phát triển dọc theo mạch vữa; vòm phẳng xây gạch cùng chịu tác động của mô men uốn và lực cắt có thể sinh ra vết nứt xiên; vết nứt chịu cắt trùng với phương tác động của ứng suất triếp.

		1	2	3	4
Thời gian xuất hiện vết nứt	Phản lớn hình thành sau khi qua mùa hè hoặc mùa đông.	Phản lớn xuất hiện sau khi xây nhà xong không lâu, có một số ít công trình trong thời gian thi công đã nứt rõ rệt, nghiêm trọng có thể không được nghiệm thu.	Phản lớn xuất hiện khi tài trọng tăng đột ngột, như tháo dỡ cây chống của dầm lớn; bê nước, silo đưa vào sử dụng.	Phản lớn xuất hiện khi tài trọng tăng đột ngột, như tháo dỡ cây chống của dầm lớn; bê nước, silo đưa vào sử dụng.	
Sự thay đổi và phát triển của vết nứt	Theo sự thay đổi của thời tiết và nhiệt độ môi trường, lúc nhiệt độ cao nhất hoặc thấp nhất, chiều rộng và chiều dài vết nứt lớn nhất, số lượng nhiều nhất, nhưng không thể phát triển xấu đi một cách không giới hạn.	Vết nứt lớn hơn, nhiều hơn theo sự biến dạng của móng và sự tăng của thời gian. Thông thường sau khi biến dạng nén ổn định, vết nứt không thay đổi, rất cá biệt nén xảy ra phá hoại cát, vết nứt phát triển làm cho công trình sập đổ.	Vết nứt nhỏ không liên tục mà xuất hiện bắt đầu ở cầu kiện chịu nén, chung thông với nhau theo sự tăng trưởng của tài trọng và thời gian tác động, chiều rộng tăng lên dần đến phá hoại. Vết nứt tài trọng khác cũng thay đổi theo sự tăng giảm của tài trọng.	Cầu kiện của kết cấu chịu lực tương đối lớn hoặc bô phận mà mất cắt yếu nghiêm trọng; vượt tài hoặc sản sinh nội lực phụ thêm, nếu như trong cầu kiện chịu nén xuất hiện mõ men uốn phu thêm.	
Đặc trưng công trình và điều kiện sử dụng	Giữ nhiệt, cách nhiệt của mái kém, mái ròng buộc đối với khói xay lòn; các nhân tố như chênh lệch nhiệt độ của địa phương lòn; công trình quá dài lại không có khe biến dạng, đều có thể dẫn đến nứt do nhiệt độ.	Nhà dài mà không cao, biến dạng của nền lớn, dễ sinh ra vết nứt lún. Độ cứng của nhà kém; chiều cao nhà hoặc tài trọng khác nhau nhiều, lại không bố trí khe lún; nền ngập nước hoặc mục nước ngâm trong nền đất yếu hala xuống; đào dài hoặc chất tài xung quanh nhà nhiều; xây dựng công trình mới gần công trình đã xây dựng.	Dùng biện pháp trắc đạc chính xác do đường cong lún, vết nứt xuất hiện ở vị trí độ cong của đường cong này tương đối lớn, có thể là nứt lún.	Dùng biện pháp trắc đạc chính xác do đường cong lún, vết nứt xuất hiện ở vị trí độ cong của đường cong này tương đối lớn, có thể là nứt lún.	Thường thường không có quan hệ rõ rệt với biến dạng theo chiều ngang và chiều dọc.
Biện dạng của công trình	Thông thường có liên quan với biến dạng ngang của công trình (dài hoặc rộng), không có liên quan với biến dạng (lún) theo hướng đứng của công trình.				

Vết nứt chịu lực do tải trọng quá lớn hoặc tiết diện quá nhỏ gây ra tuy không gặp nhiều, nhưng tính nguy hiểm thường rất nghiêm trọng. Do thiết kế cấu tạo không tốt, vết nứt do vật liệu hoặc chất lượng thi công kém gây nên tương đối dễ nhận biết, nhưng những trường hợp này tương đối ít gặp. Chính vì vậy ở đây chủ yếu trình bày cách phân biệt tính chất của ba loại vết nứt nói ở trên. Nội dung có liên quan của bảng 5.1 đã cung cấp một phần phương pháp và cơ sở phân biệt. Tính toán kiểm tra bằng lí thuyết cũng là một trong những phương pháp phân biệt. Như, dựa theo quy định của quy phạm thiết kế kết cấu khói xay, dùng phương pháp cơ học kết cấu, tính toán kiểm tra ứng suất của khói xay dưới tác động của tải trọng có cao quá không; đồng thời sử dụng một số thành quả nghiên cứu trong và ngoài nước, tiến hành phân tích tương tự đối với ứng suất nhiệt độ của kết cấu hồn hợp. Dưới đây chủ yếu lấy kinh nghiệm thực tiễn công trình làm cơ sở, từ các mặt vị trí vết nứt, đặc trưng hình dạng, thời gian nứt, sự phát triển, đặc trưng kiến trúc, điều kiện sử dụng và biến dạng của công trình để giới thiệu phương pháp phân biệt ba dạng vết nứt này để tham khảo, chi tiết xem ở bảng 5.2.

Cuối cùng cần phải chỉ ra rằng: cơ sở và phương pháp phân biệt nêu ở trên chỉ là trường hợp nói chung, khi sử dụng còn cần chú ý phân tích tổng hợp các nhân tố, mới có thể thu được kết luận tương đối chính xác.

5.1.3. Nguyên tắc xử lý vết nứt

I. Giới hạn vết nứt khói xay có cần xử lý hay không

1. Quy định của quy phạm tiêu chuẩn

- Tiêu chuẩn quốc gia “Quy phạm thiết kế kết cấu khói xay” (GBJ3-88) không có yêu cầu và quy định rõ rệt đối với vết nứt khói xay, trong mục “Biện pháp chủ yếu ngăn ngừa nứt khói xay”, các quy phạm thiết kế trước kia cũng quy định tương tự. Điều cần được lưu ý là thiết kế của rất nhiều công trình phù hợp yêu cầu của quy phạm, nhưng vết nứt khói xay vẫn thường gặp.

- Tiêu chuẩn quốc gia “Quy phạm kiểm định độ tin cậy của nhà xưởng công nghiệp” (GBJ140-90), những quy định đối với vết nứt khói xay có cần phải xử lý hay không, quy định như sau:

+ Vết nứt chịu lực: nếu kết cấu hoặc cấu kiện khói xay đã xuất hiện những vết nứt chịu lực rõ rệt như chịu nén, chịu uốn, chịu cắt, phải có biện pháp xử lý.

+ Vết nứt biến dạng: nếu cấu kiện hoặc kết cấu khói xay nứt do nhiệt độ, co ngót, biến dạng và nền lún không đều, tiêu chuẩn nên xử lý và cần phải xử lý như bảng 5.3.

Bảng 5.3. Giới hạn vết nứt biến dạng cần xử lý

Kết cấu hoặc cấu kiện	Nên xử lý	Cần phải xử lý
Tường, tường có cột tường	Vết nứt khói tường tương đối nghiêm trọng, chiều rộng vết nứt lớn nhất $W_r > 10\text{mm}$.	Khối tường nứt nghiêm trọng, $W_r > 10\text{mm}$.
Cột độc lập	Có vết nứt, nhưng chiều rộng vết nứt $W_r < 1,5\text{mm}$, mà chưa xuyên suốt mặt cắt cột.	Cột nứt gãy hoặc lệch vị trí theo chiều ngang.

- Trong “Tiêu chuẩn kiểm định nhà nguy hiểm” của Bộ Xây dựng (CJ13-86), những quy định có liên quan đến cấu kiện nguy hiểm của khối xây là:

+ Chiều dài vết nứt của khối tường lớn hơn 1/2 chiều cao tầng, vết nứt theo chiều đứng có chiều rộng lớn hơn 20mm, hoặc có nhiều vết nứt theo chiều đứng mà có chiều dài lớn hơn 1/3 chiều cao tầng.

+ Khối tường xây dưới gối đỡ đầm có vết nứt rõ rệt theo chiều đứng hoặc thân cột có nhiều vết nứt theo chiều đứng.

+ Lỗ cửa sổ hoặc tường giữa các cửa sổ có những vết nứt đan chéo, vết hút đứng hoặc vết nứt ngang rõ rệt.

+ Thân cột của khối xây có vết nứt ngang, hoặc có vết nứt đứng thông nhau mà chiều dài vết nứt lớn hơn 1/2 chiều cao của cột.

2. Ví dụ công trình thực tế

Không ít công trình do biến dạng nhiệt độ hoặc nền lún không đều sinh ra nứt tương đối nghiêm trọng, trong đó không ít chiều rộng khe nứt công trình lớn hơn 1,5mm rất lâu không được xử lý mà vẫn sử dụng bình thường. Có khe nứt lớn hơn 10mm chưa xử lý, như một ngôi nhà ở thành phố Nam Kinh nghiêm trọng do lún không đều, chiều rộng khe nứt có khi lớn hơn 10mm mà sử dụng bình thường trên 10 năm, đến nay vẫn chưa xử lý.

3. Kiến nghị giới hạn xử lý vết nứt khối xây

- Dựa vào những nội dung trên, phân biệt một cách chính xác i n i . ết ó tính chất khác nhau là chịu lực và biến dạng.

- Sau khi xác định là nứt chịu lực, phải tiến hành kiểm tra lại trên cơ sở cường độ và kích thước thực tế của khối xây, nếu kết quả phù hợp với công thức 5.1, nên tiến hành xử lý. Phù hợp công thức 5.2, cần phải tiến hành xử lý.

$$\frac{R}{\gamma_0 S} < 0,92 \quad (5.1)$$

$$\frac{R}{\gamma_0 S} < 0,87 \quad (5.2)$$

Trong đó: R - Năng lực chịu tải của khối xây (kN);

γ_0 - Hệ số tính quan trọng của kết cấu;

S - Nội lực của kết cấu (kN).

Đối với những vết nứt chịu lực rõ rệt đều cần phân tích một cách cẩn thận, trong đó cần chú ý vết nứt theo chiều đứng của khối xây chịu nén, vết nứt nghiêng hoặc vết nứt đứng dưới đầm hoặc đệm đầm, vết nứt ngang của thân cột. Chỉ khi nào thu được những cơ sở đầy đủ, mới có thể không cần tiến hành xử lý.

- Sau khi xác định là nứt biến dạng, phải dựa vào đặc trưng của kết cấu, điều kiện môi trường, yêu cầu sử dụng và sự nguy hiểm có thể gây nên để xử lý một cách thích đáng. Đối với những vết nứt biến dạng đã ổn định, nói chung không sửa chữa có tính kết cấu, mà chỉ sửa chữa cục bộ có tính chất khôi phục công năng của công trình, thậm chí không cần sửa chữa chuyên ngành. Đối với các vết nứt làm cho cột nứt gãy hoặc lệch ngang thì cần phải kịp thời gia cố xử lý.

- Nếu thân tường có vết nứt đan chéo nhau rõ rệt, phải phân tích xử lí một cách cẩn thận.

II. Nguyên tắc xử lí vết nứt

1. Nguyên tắc cơ bản xử lí vết nứt

- Tìm rõ nguyên nhân: bắt đầu từ loại bô nhân tố của vết nứt, ngăn ngừa nứt lại lần nữa. Như khống chế tải trọng, cải thiện tính năng cách nhiệt của mái. Có khi còn cần gia cố kèo, giảm độ giãn của thanh cánh dưới, giảm lực đẩy ngang của kèo đối với tường hoặc cột.

- Phân biệt tính chất vết nứt: dựa vào những nội dung có liên quan trong 5.1.2, phân biệt hai loại nứt có tính chất khác nhau là chịu lực hay biến dạng, cần chú ý tính nghiêm trọng và tính bức thiết của vết nứt chịu lực, tránh vết nứt mở rộng nhanh dẫn đến sự cố sập đổ.

- Quan trắc quy luật biến đổi của vết nứt: cần quan trắc vết nứt biến dạng, tìm quy luật thay đổi của vết nứt, hoặc xác định vết nứt đã ổn định hay chưa, làm chỗ dựa để chọn phương án xử lí.

- Làm rõ mục đích xử lí: trên cơ sở những điều nêu ở trên, làm rõ mục đích xử lí như bịt vết nứt, gia cố nền, tăng cường kết cấu, giảm tải trọng.

- Chọn thời gian xử lí thích đáng: vết nứt chịu lực phải xử lí kịp thời; biến dạng nền tốt nhất cần xử lí sau khi vết nứt ổn định; vết nứt biến dạng nhiệt độ nên xử lí lúc chiều rộng vết nứt lớn nhất.

- Chọn dùng phương pháp xử lí hợp lí: vừa cần có hiệu quả tin cậy, vừa thiết thực có thể thực hiện được, lại cần hợp lí kinh tế.

- Đảm bảo công tác xử lí an toàn: tiến hành kiểm tra cường độ và tính ổn định của kết cấu trong giai đoạn xử lí, khi cần thiết phải có biện pháp chống đỡ.

- Đáp ứng yêu cầu thiết kế: xử lí vết nứt phải tôn trọng các quy định có liên quan của tiêu chuẩn quy phạm, đồng thời đáp ứng yêu cầu thiết kế.

2. Nguyên tắc cụ thể xử lí vết nứt thường gặp

Vết nứt nhiệt độ, vết nứt lún và vết nứt tải trọng thường gặp có thể lần lượt xử lí theo nguyên tắc dưới đây:

- Vết nứt nhiệt độ: thông thường không ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu. Qua quan trắc một thời gian, sau khi tìm được thời gian vết nứt rộng nhất, thường xử lí bằng phương pháp bít lại để bảo vệ hoặc phục hồi cục bộ, có khi còn cần thay đổi kết cấu nhiệt của kiến trúc.

- Vết nứt lún: phần lớn vết nứt không xấu đi một cách nghiêm trọng mà nguy hiểm đến an toàn của kết cấu. Thông qua quan trắc lún và nứt, đối với các vết nứt từng bước giảm dần theo độ lún, đợi sau khi nền ổn định một cách cơ bản, từng bước sửa chữa hoặc bít kín vết nứt; nếu biến dạng của nền trong thời gian dài không ổn định, có thể ảnh hưởng tới sử dụng bình thường của công trình, trước tiên phải gia cố nền, sau đó xử lí vết nứt.

- Vết nứt tải trọng: vết nứt do năng lực chịu tải hoặc tính ổn định không đủ, ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu, phải kịp thời dùng các phương pháp xử lí như hạ tải hoặc gia cố tăng cường, đồng thời nhanh chóng dùng các biện pháp bảo vệ kịp thời.

5.1.4. Phương pháp xử lý vết nứt và lựa chọn

I. Phân loại phương pháp xử lý

Vết nứt thường gặp có mấy phương pháp xử lý dưới đây:

1. Chèn kín vết nứt: vật liệu thường dùng có vữa xi măng cát, vữa resin cát. Những loại vật liệu chèn khe cứng này có độ kéo giãn rất thấp, nếu khởi xay chưa ổn định, sau khi sửa chữa có thể nứt trở lại.

2. Che bê mặt: đối với các vết nứt không có ảnh hưởng rõ rệt đối với sử dụng bình thường của công trình, với mục đích mĩ quan, có thể dùng vật liệu trang trí che phủ bê mặt, mà không cần chèn các vết nứt.

3. Dùng cốt thép neo: nếu hai mặt tường gạch nứt, ở hai mặt cứ cách 5 hàng gạch đục một rãnh ở mạch vữa dài 1m (mỗi bên của hai phía vết nứt 0,5m), sâu 50mm, chôn một thanh thép Ø6, đầu thép uốn móc và ngầm vào mạch vữa dọc, sau đó dùng vữa xi măng cát cường độ M10 chèn chắc như hình 5.1. Khi thi công cần chú ý ba điểm dưới đây: ① Không nên đục một rãnh suốt hai mặt tường, tốt nhất cách hai hàng gạch; ② Phải xử lí tốt một mặt, đợi cho vữa có cường độ nhất định mới thi công mặt bên kia; ③ Mạch gạch đục ra trước khi sửa chữa phải được tưới đậm nước, sau khi sửa chữa phải tưới nước bảo dưỡng.

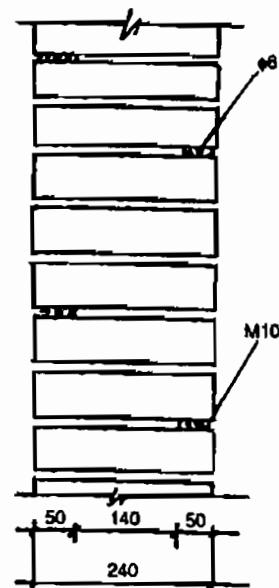
4. Nhồi vữa xi măng: có hai loại nhồi vữa: trọng lực và áp lực (xem mục 5.4.2). Do cường độ vật liệu vữa nhồi đều lớn hơn cường độ khối xây, do đó chỉ cần phương pháp và biện pháp nhồi vữa thích đáng, cường độ khối xây sau khi nhồi vữa xi măng đều có thể đáp ứng yêu cầu, mà còn có những ưu điểm như tăng độ tin cậy về chất lượng, giá thành tương đối thấp, nguồn vật liệu nhiều và thi công thuận lợi.

5. Tấm xi măng cốt thép kẹp tường: nếu mặt tường nứt tương đối nhiều, mà vết nứt xuyên qua chiều dày tường, thông thường ở hai phía mặt tường tāng lưới cốt thép (hoặc thép hình loại nhỏ), đồng thời sau khi dùng cốt thép hình “~” xuyên tường để kéo cố định, gia cố bằng trát hoặc phun vữa xi măng cát ở hai mặt (xem 5.4.4).

6. Gia cố bọc bên ngoài: thường dùng để gia cố cột, thông thường có hai loại: bọc bằng thép góc và bọc bằng bê tông cốt thép (xem 5.4.5 và 5.4.6).

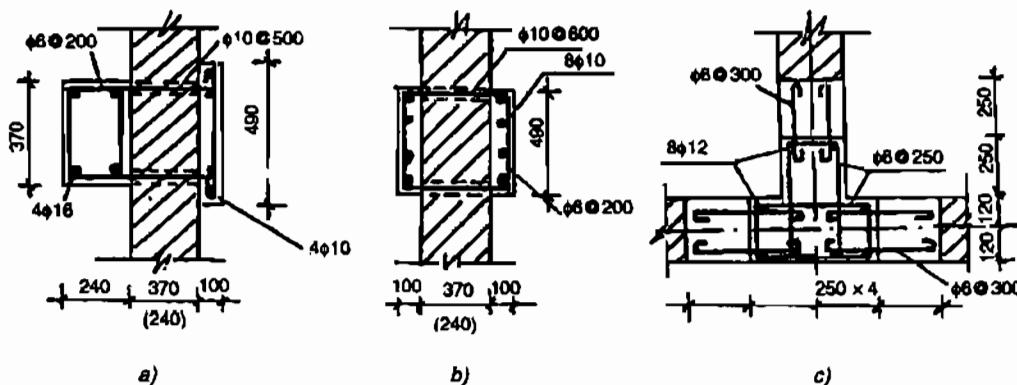
7. Thêm cột cầu tạo bê tông cốt thép: thường dùng để gia cường liên kết tường trong tường ngoài hoặc nâng cao sức chịu tải của thân tường hoặc độ cứng (hình 5.2).

8. Gia cố tổng thể: nếu vết nứt tương đối rộng và thân tường biến dạng rõ rệt, hoặc tường trong tường ngoài liên kết không tốt, chỉ dùng biện pháp chèn hoặc nhồi vữa khó thu được hiệu quả lí tưởng, lúc này thường đặt thêm thanh thép kéo, có lúc còn bố trí bê tông cốt thép hoặc đai thép vòng kín để gia cố tổng thể. Như vết nứt tách rời ở nơi liên kết tường



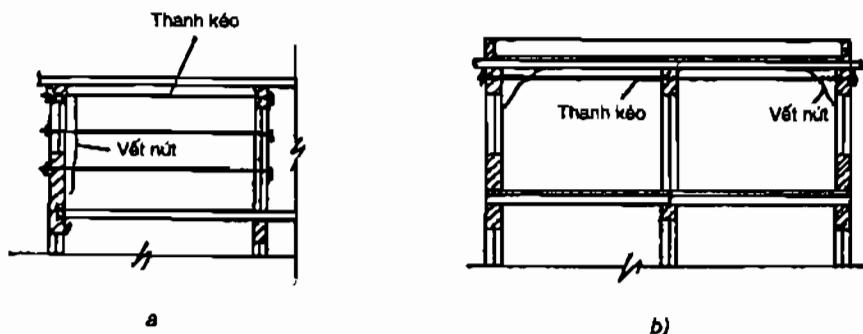
Hình 5.1. Sơ đồ ngầm cốt thép

trong và tường ngoài hoặc tường ngang xuất hiện vết nứt hình chữ V ngược có thể dùng phương pháp xử lí như hình 5.3.



Hình 5.2. Xử lí bằng cách thêm cột cẩu tạo

a. Điểm nút tường trong; b. Điểm nút tường ngoài; c. Điểm liên kết tường trong tường ngoài.



Hình 5.3. Sơ đồ phương pháp gia cố tổng thể

a. Chỗ liên kết tường trong và ngoài bị tách rời; b. Vết nứt hình chữ V ngược ở tường ngang.

9. Thay đổi dạng kết cấu: nếu sức chịu tải không đủ khiến cho khối xây bị nứt, thường dùng phương pháp này để xử lí. Thường gặp là cột chịu tải trọng đổi thành xây một bức tường làm tường chịu lực, hoặc dùng bê tông cốt thép thay thế khối xây.

10. Chuyển vết nứt thành khe co giãn: nếu ở tường ngoài xuất hiện những vết nứt thay đổi có tính chu kỳ theo nhiệt độ môi trường mà tương đối rộng, hiệu quả chèn thường không tốt, có thể sau khi sửa thẳng mép vết nứt biến thành khe co giãn.

11. Phương pháp khác: nếu dưới dầm không bố trí đệm bê tông cốt thép, làm cho cường độ chịu tải cục bộ của khối xây không đủ sinh ra nứt, có thể dùng phương pháp thêm đệm để xử lí. Đối với khối xây nứt tương đối nghiêm trọng có thể tháo dỡ cục bộ để xây lại

II. Chọn phương pháp xử lí

Thông thường có thể dựa vào đặc điểm và phạm vi sử dụng của phương pháp xử lí trình bày ở trên để chọn. Khi chọn phương pháp xử lí mà dựa theo tính chất vết nứt và mục đích xử lí có thể tham khảo bảng 5.4.

Bảng 5.4. Tham khảo chọn phương pháp xử lý vết nứt khối xây

Phương pháp xử lý	Phân loại lựa chọn					
	Tính chất vết nứt		Mục đích xử lý			
	Tài trọng	Biến dạng	Chống thấm, độ bền	Nâng cao sức chịu tải	Bề mặt bên ngoài	
Tường Cột	Tường Cột					
Chèn kín vết nứt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Che bề mặt						<input checked="" type="checkbox"/>
Thêm cốt thép neo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Nhồi vữa xi măng	<input type="checkbox"/>	Δ	Δ	<input type="checkbox"/>		
Lớp mặt xi măng lưới thép	<input type="checkbox"/>	Δ	Δ	<input type="checkbox"/>		Δ
Gia cố bọc ngoài	Δ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Thêm cột cầu tạo	Δ	Δ				
Gia cố tổng thể			Δ	Δ	Δ	
Thay đổi dạng kết cấu	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Chuyển vết nứt thành khe co giãn		\circ				
Đặt đệm dầm	Δ	Δ			Δ	
Tháo dỡ cục bộ xây lại	\circ	\circ	Δ	Δ	Δ	<input type="checkbox"/>

Ghi chú: . Ưu tiên chọn; Δ . Có thể chọn; \circ . Khi cần thiết mới chọn.

5.1.5. Ví dụ thực tế xử lý vết nứt khối xây

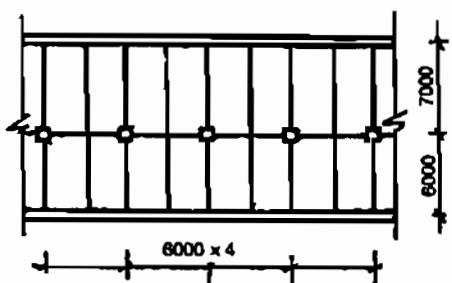
I. Cột gạch

1. Ví dụ thực tế xử lý thay đổi phương án kết cấu

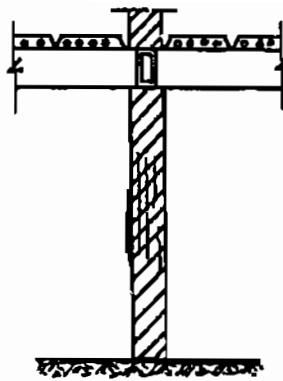
- Khái quát sự cố công trình: một nhà xưởng kết cấu hồn hợp ba tầng hai nhịp, mặt bằng cục bộ như hình 5.4. Tường gạch dày 370mm, xây vữa cát M2,5; cột gạch $500 \times 500\text{mm}^2$, gạch MU10, xây vữa cát M10. Sau khi hoàn thành kết cấu chủ thể xưởng, phát hiện ở tầng dưới có mấy cột gạch xuất hiện nứt dọc rõ rệt, nghiêm trọng nhất là cột tầng dưới của tuyến trục ⑧, chiều rộng vết nứt lớn nhất là 10mm (hình 5.5).

- Xử lý sự cố: sau khi phát hiện cột gạch bị nứt, bọc ngoài bằng bốn thép góc L 75×6 , giữa thép góc dùng bản mã liên kết, do biện pháp cầu tạo thép góc và cột gạch cùng làm việc không thoả đáng, công trình vẫn trong tình trạng nguy hiểm

Tính toán kiểm tra kết cấu của công trường này, hệ số an toàn mà quy phạm thiết kế quy định lúc đó là 2,3, mà hệ số an toàn thực tế của cột này chỉ là 0,785, tuy tải trọng thực tế nhỏ hơn nhiều so với tải trọng thiết kế, nhưng cột gạch đã tiếp cận trạng thái phá hoại. Ngoài ra, lực thực tế mà nền gánh chịu trong thiết kế nền móng lớn hơn rất nhiều so với sức chịu tải cho phép.



Hình 5.4. Mặt bằng cục bộ nhà xưởng



Hình 5.5. Sơ đồ vết nứt cột gạch

Vì thiết kế tồn tại vấn đề nghiêm trọng, gia cố rất khó khăn, danh phải dùng phương án thay đổi kết cấu để xử lý, nghĩa là cột gạch chịu lực chuyển thành tường gạch chịu lực, gian lớn đổi thành gian nhỏ, tất cả tường dọc và tường ngang mới tăng thêm đều trên móng mới thêm vào sau.

2. Ví dụ thực tế xử lý tháo dỡ cột bê tông

- Khái quát sự cố công trình: một khách sạn ở tỉnh Hồ Bắc là kết cấu gạch-bê tông bốn tầng, tổng chiều cao là 17m, tầng dưới có hai cột gạch, kích thước mặt cắt là 750×750 mm, cột cao 4,5m. Khi tiến hành trang trí công trình, phát hiện ra: cột đều có vết nứt nghiêm trọng theo chiều đứng, chiều rộng vết nứt lớn nhất là 30~40mm, có nguy hiểm sập đổ. Nguyên nhân cột có vết nứt nghiêm trọng như vậy chủ yếu là do cột chịu tải trọng đứng gần 590kN, mà chất lượng vật liệu gạch và vữa cát đều kém.

- Xử lý sự cố: vì các kết cấu khác và nền móng của công trình này đều không có vấn đề, do đó chỉ tháo dỡ hai cột này xây lại, các điểm chính trong thi công là:

+ Chia thành hai lần tháo dỡ thay đổi: đầu tiên tháo dỡ thay đổi cột nghiêm trọng nhất, đợi khi đã khôi phục được sức chịu tải, tháo dỡ thay thế cột kia.

+ Bố trí chống đỡ chắc chắn cho kết cấu bên trên: dựa vào tính toán kết cấu để xác định tải trọng chống đỡ và điểm chống hợp lí, đầu chống đỡ dùng đệm gỗ mở rộng mặt chịu lực, giữa các cây chống bố trí giằng xiên.

+ Ống thép chèn ruột: sau khi hoàn thành hệ thống chống đỡ, tháo dỡ cột gạch, đồng thời lắp đặt một ống thép có chiều dày 5mm ở vị trí tim cột, phía trên hàn một tấm thép 200×200 mm, phía dưới dùng kích để kín ống thép sát vào đầm, sau đó xay cột gạch ngoài ống.

+ Chèn bê tông: ở chỗ tiếp xúc giữa cột gạch và đầm dùng bê tông khô cuen, để chúng liên kết chặt chẽ với nhau.

+ Quan trắc biến dạng: ở góc tường các tầng bố trí điểm quan trắc, luôn quan trắc biến dạng của các gian.

- Hiệu quả xử lý: chỉ cần thời gian 3 ngày và chi phí tương đối thấp đã đạt được hiệu quả mong muốn.

II. Tường giữa các cửa sổ

Ví dụ thực tế xử lý vết nứt tường ở giữa các cửa sổ

1. Khái quát sự cố công trình

Một nhà học hai tầng kết cấu hàn hợp, sơ đồ cục bộ mặt bằng nhu hình 5.6. Sàn bê tông cốt thép đổ tại chỗ, mái gỗ, tường dọc chịu lực dày 370mm, dùng gạch đất sét MU7,5 và vữa hàn hợp M1 để xây. Sau khi xây xong không lâu phát hiện trên tường giữa các cửa sổ rộng 1m có vết nứt ngang chạy thông suốt, chiều rộng vết nứt khoảng 1mm.

Dán thạch cao để quan sát, vết nứt vẫn tiếp tục phát triển.

Nguyên nhân chủ yếu của vết nứt là hệ số an toàn của cường độ tường giữa các cửa sổ và tỉ lệ chiều cao/chiều dày đều không phù hợp quy định của quy phạm thiết kế lúc đó, thêm nữa độ cứng tăng thể của nhà kém, hai đầu vì kèo gỗ của nhà dùng bu lông cố định, mà một đầu chưa tạo thành gối di động, sau khi vì kèo chịu tải trọng thanh cánh dưới giãn ra, tạo thành lực đẩy ngang đối với tường. Ngoài ra cường độ thiết kế vữa xây tường giữa các cửa sổ thấp cũng là một trong những nguyên nhân

2. Xử lý sự cố

Vì vết nứt của khối xây ảnh hưởng đến an toàn kết cấu, cần phải xử lý gia cố. Những điểm chính trong thiết kế thi công công trình này là:

- Sau khi dùng thanh chống xiên đỡ diêm mái mới tiến hành xử lý gia cố, ngăn ngừa xảy ra sự cố an toàn.

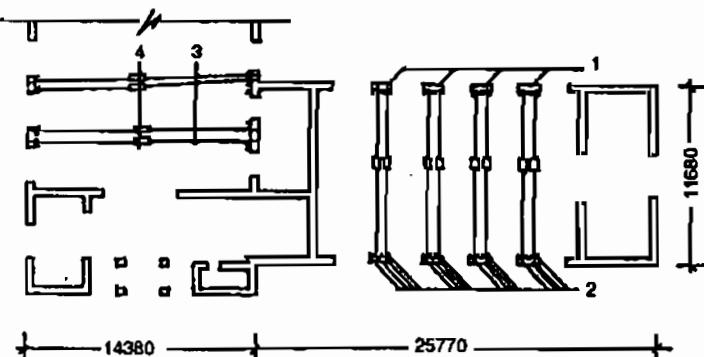
- Lắp đặt thanh kéo ngang thép gai Ø22 và thanh treo thẳng đứng Ø8, đầu tiên dùng tảng đỡ kéo căng thanh kéo ngang, chú ý khi mặt tường có biến dạng, phải lập tức dừng kéo, đồng thời phải điều chỉnh để mức căng của mỗi nhóm thanh kéo tương đương nhau, sau đó lại kéo căng thanh treo thẳng đứng, đảm bảo thép gai Ø22 luôn ở vị trí nằm ngang.

- Phía trong mỗi bức tường giữa các cửa sổ lắp đặt bốn thanh thép gai Ø16 chịu kéo, sau khi kéo căng cốt thép, bên ngoài bao bằng bê tông cốt thép dày khoảng 60~80mm, dùng bê tông C18, cốt thép lưới vuông Ø6, @ 200.

- Gia cố đầu nối của thanh cánh dưới vì kèo, tất cả đầu nối thanh cánh dưới đều gia cố bằng thanh kéo Ø22 và thép góc L 100 x 75 x 10 (hình 5.7), để giảm biến dạng ở đầu nối.

3. Hiệu quả xử lý

Sau khi dùng biện pháp nói ở trên, mặt tường không xuất hiện vết nứt nữa.



Hình 5.6. Sơ đồ mặt bằng cục bộ

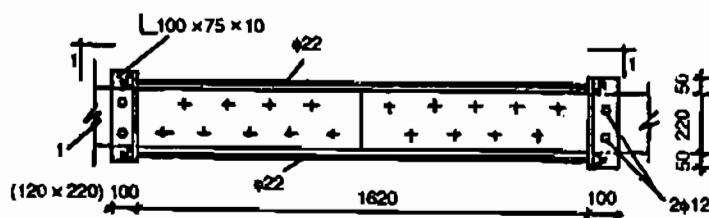
1. Tường giữa các cửa sổ rộng 1m;
2. Thép gai Ø16;
3. Thép gai Ø22;
4. Tảng đỡ.

III. Tường gạch và tường đá

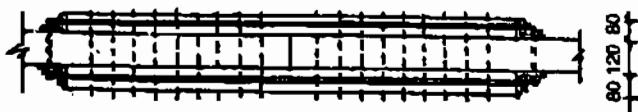
Vết nứt của tường gạch rất phổ biến, có nhiều phương pháp xử lý, dưới đây giới thiệu các ví dụ thực tế xử lý thường dùng: chèn kín vết nứt, làm lớp mặt xi măng lưới thép, thêm cột cầu tạo, thêm đệm dầm và cột tường cùng với việc loại bỏ nguyên nhân nứt, mỗi loại một thí dụ.

1. Ví dụ thực tế chèn kín vết nứt

- Khái quát sự cố công trình: một nhà học ở tỉnh Giang Tô là kết cấu gạch-bê tông bốn tầng, cục bộ là năm tầng, sơ đồ mặt bằng như hình 5.8b, tường gạch chịu lực, mái bằng bê tông cốt thép, không có lớp cách nhiệt. Sau khi hoàn công sử dụng, hai đầu tường dọc tường ngang tầng mái xuất hiện vết nứt hình chữ V ngược rất rõ rệt, gần phần giữa ngôi nhà xuất hiện các vết nứt đứng. Vết nứt trên tường dọc như hình 5.8a.



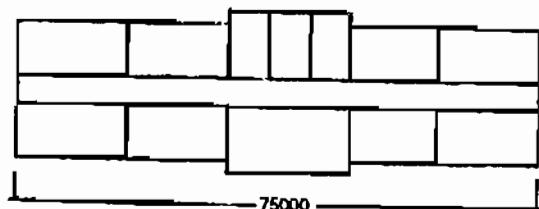
Mặt đứng cục bộ thành cảnh dưới



Hình 5.7. Sơ đồ già cỗi đầu nối thanh cảnh dưới của vỉ kèo
1. Thanh cảnh dưới.



a. Mặt đứng



b. Mặt bằng

Hình 5.8. Mặt bằng, mặt đứng nhà học và sơ đồ vết nứt

Từ đặc trưng các vết nứt, rất dễ nhận thấy đều là vết nứt nhiệt độ tương đối điển hình.

- Xử lý sự cố: do vết nứt khói xây của tầng mái thời gian dài thay đổi phát triển, gây nên thấm dột mặt tường, bong dộp lớp trát, ảnh hưởng tới sử dụng bình thường, nên cần xử lý. Nhằm vào đặc điểm vết nứt và mục đích sửa chữa, phương pháp chọn dùng là: trước tiên đục bô vết nứt và lớp vôi tường trong gân lớp bong dộp, sau khi rửa sạch và làm ướt mặt tường, chèn các vết nứt và khôi phục lớp trát mặt tường. Vết nứt mặt tường ngoài chưa chèn lấp, thời gian xử lý vào tháng 8. Vì nhiệt độ vào thời điểm này tương đối cao, vết nứt rộng nhất, thêm nữa nhà trường đang nghỉ hè.

- Hiệu quả xử lý: sau khi xử lý, mặt tường trong không bị nứt nữa, mặt tường cũ không bị thấm.

2. Ví dụ thực tế xử lí bằng lớp xi măng lưới thép

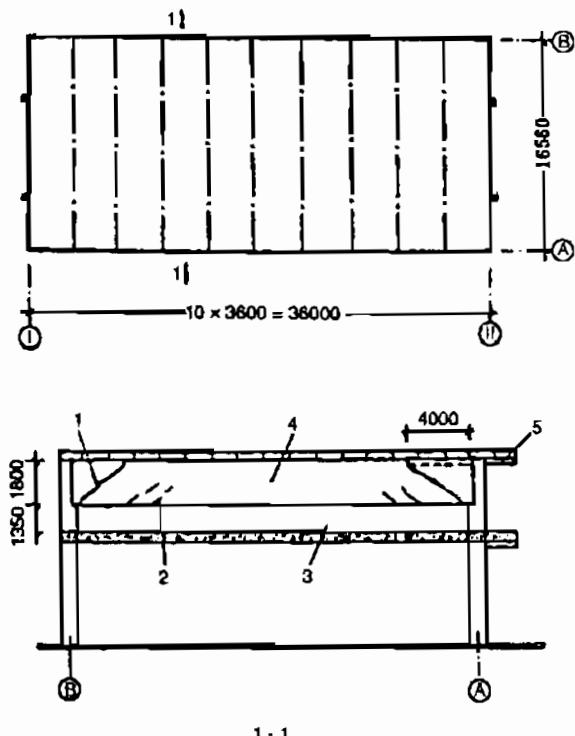
- Khái quát sự cố công trình: tầng dưới của một công trình ở tỉnh Hà Nam là nhà xưởng kết cấu khung đổ tại chỗ, tầng hai là kho kết cấu hồn hợp. Khi công trình gần hoàn công, phát hiện mặt trát tường ngang tầng hai xuất hiện các vết nứt hình chữ V ngược, sơ hoạ vết nứt điển hình như hình 5.9. Vết nứt đợt một tương đối rộng, xuất hiện khoảng nửa năm sau khi xây xong tường; vết nứt đợt hai tương đối nhỏ, xuất hiện khoảng 10 tháng sau khi xây xong tường. Vết nứt không ngừng phát triển theo thời gian, qua 9 tháng vẫn chưa ngừng. Tường dọc tuyến trục A, B và một phần tường ngang tuyến trục xuất hiện vết nứt ngang.

Theo phân tích của nhân viên kỹ thuật địa phương, vết nứt không liên quan đến lún của nền, nguyên nhân chủ yếu của nó là phương án kết cấu không hợp lý. Khâu độ dầm của công trình này lớn hơn 16m, tường gạch chỉ cao 1,80m, không hình thành được “dầm tổ hợp bê tông cốt thép-khối xây gạch”, ứng suất kéo chính của bộ phận đầu tường vượt quá cường độ chịu kéo của khối xây sinh ra nứt. Nguyên nhân thứ yếu của vết nứt là chất lượng lớp giữ nhiệt xi măng xỉ của mái kém, làm cho biến dạng nhiệt độ, thêm nữa dầm lớn tháo ván khuôn quá sớm.

- Xử lí sự cố: qua thẩm tra lại thiết kế, kết cấu bê tông cốt thép không có vấn đề. Nhưng các vết nứt ở khối xây tầng hai có thể phát triển theo sự tác động của tải trọng sử dụng, ảnh hưởng đến sử dụng bình thường. Phương án xử lí của công trình này là đục bỏ lớp trát tường gạch, rửa sạch, hai phía mặt tường dùng vữa xi măng cát 1:3 dày 30mm, bên trong gia cố lưới cốt thép Ø4, @ 250 × 250, cách 500mm dùng thép Ø6 hình chữ “S” xuyên qua tường để giằng hai lưới cốt thép, như hình 5.10.

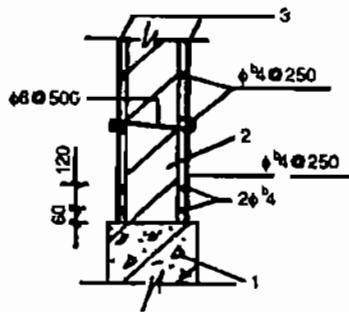
3. Ví dụ thực tế xử lí lớp xi măng có thép góc và cốt thép

- Khái quát sự cố công trình: một cửa hàng bách hóa bốn tầng ở tỉnh Giang Tô, toàn bộ nhà cao 15,8m, mặt bằng cầu thang chính như hình 5.11, bậc cầu thang gác trên tường gạch xây có chiều dày là 120mm, cao 15,7m, sau khi sử dụng công trình, tường gạch xuất hiện vết nứt rõ rệt.



Hình 5.9. Sơ đồ mặt bằng, mặt đứng và vết nứt

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Vết nứt đợt một; | 2. Vết nứt đợt hai; |
| 3. Dầm 300 × 1350; | 4. Tường gạch dày 240; |
| 5. Dầm đua. | |

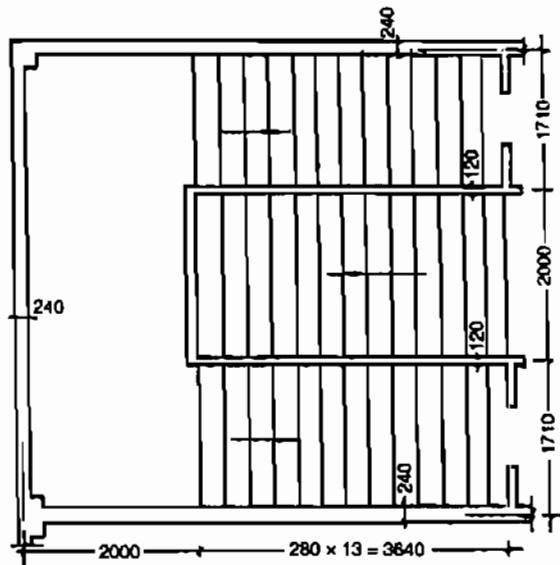


Hình 5.10. Sơ đồ gia cát

xi măng lưới thép

1. Dâm bê tông cốt thép; 2. Tường gạch;
3. Xi măng cát 1:3 dày 30mm.

Hình 5.11. Măt bằng cùc bộ
gian cầu thang (tầng dưới)



- Xử lý sự cố: do sức chịu tải của tường này thiếu nghiêm trọng, cần tiến hành gia cố. Phương án gia cố như hình 5.12, khi gia cố cần chú ý những điểm chính dưới đây:

- + Đúc bê tông vữa trát cù;

+ Thép Ø8 bố trí xuyên suốt tấm bê tông (khoan lỗ);

- Cốt thép Ø6 xuyên qua mạch vữa, dùng vữa xi măng M10 chèn chặt;

+ Thép L 56 x 8 cấn 11x11, ép quai lõi sàn đồng thời hàn chắc với thép góc ở tầng trên;

+ Hàn điện liên kết thép góc bọc ở hai đầu tường với cốt thép Ø8;

+ Phía ngoài thép góc thêm lưới thép hình chữ U, hai chân của lưới dài 120mm;

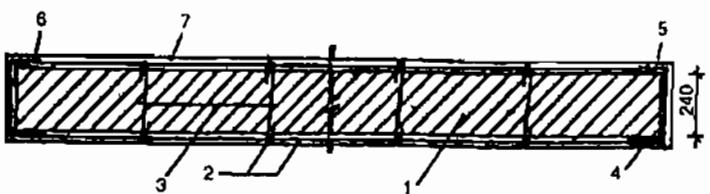
+ Trước khi trát tường, cần tưới đậm nước, trát 2~3 lần, trát xong cần tưới nước bảo dưỡng 14 ngày.

Hình 5.12. Sơ đồ mặt bằng giàn cẩu thang

1. Tường gạch 120mm; 2. Ø8 @ 250 x 250;
 3. Ø6 @ 500 x 500; 4. Thép góc 56 x 8;
 5. Hàn thép góc và cốt thép; 6. Lưới thép ở đầu tường;
 7. Vữa xi măng cát M10 dày 40mm.

4. Ví dụ thực tế xử lý thêm cột câu tạo

- Khái quát sự cố công trình: một công trình nhà ở - nhà làm việc kết cấu hỗn hợp 5 tầng ở Vũ Hán Hồ Bắc, mặt bằng và mặt cắt cục bộ như hình 5.13. Tuyến trục ①~⑥ là nhà ở gia đình, tầng dưới của tuyến trục A là tường xây gạch đặc dày 240mm, tầng hai trở lên là tường xây gạch rỗng, nơi tiếp giáp giữa tường dọc và tường ngang bố trí 4 đường ống khói, tầng hai và tầng bốn có giằng tường bê tông cốt thép, giằng tường của phần nhà ở chỉ có ở tường ngoài (không bố trí ở tường ngang trong).



Hình 5.12. Sơ đồ mặt bằng giài cỡ tương gian cầu thang

1. Tường gạch 120mm; 2. Ø8 @ 250 × 250;
 3. Ø6 @ 500 × 500; 4. Thép góc 56 × 8;
 5. Hàn thép góc và cốt thép; 6. Lưới thép ở đầu tường;
 7. Vữa xi măng cát M10 dày 40mm.

Khi công trình còn chưa bàn giao sử dụng, đã phát hiện khói xà bị nứt, trong thời gian gần nửa năm sử dụng kiểm tra nhiều lần, nơi giao nhau của tường tuyến trục A tầng 2~4 và tường ngang của tuyến trục ②~⑦ bị nứt, vết nứt rộng 6~8mm, tạo thành một đường dọc lặp trên tuyến trục A cao hơn 9m, dài hơn 15m (hình 5.13). Ngoài ra, một phần các tường ngang của ngôi nhà gần đầu tuyến trục A đều xuất hiện vết nứt xiên khoảng 45^0 , dài ngắn khác nhau khoảng 830~1.250mm, miệng trên vết nứt rộng 12mm, lớp vôi bị bong dở, trong khói xà có chõ gạch bị nứt gãy.

Nguyên nhân chủ yếu tạo ra vết nứt là bốn đường ống khói làm yếu nơi tiếp giáp tường dọc tường ngang, thêm nữa tường ngang của phần nhà ở không bố trí giằng tường, do vậy tính toàn khói của nhà kém. Khi thi công, tường rỗng xà xây từ tầng hai trở lên không xây đồng thời cùng với tường dọc, chõ tiếp giáp chưa xây tốt, mà dùng nêm âm liên kết, không có thanh giằng, trùng mạch nghiêm trọng, xây không no vữa. Tất cả điều đó đều khiến cho chất lượng liên kết tường dọc với tường ngang kém. Sau khi sử dụng bếp đốt lửa, có biến dạng nhiệt độ của khói tường, đó cũng là một trong những nguyên nhân nứt.

- Xử lý sự cố: vì trên tường dọc hình thành tấm tường dọc lặp mang lớn dễ bị sập đổ, do đó cần sớm được xử lý. Công trình này dùng phương pháp bổ sung thêm cột cầu tạo bê tông cốt thép, gia cường liên kết tường dọc và tường ngang, các điểm chính xử lý là:

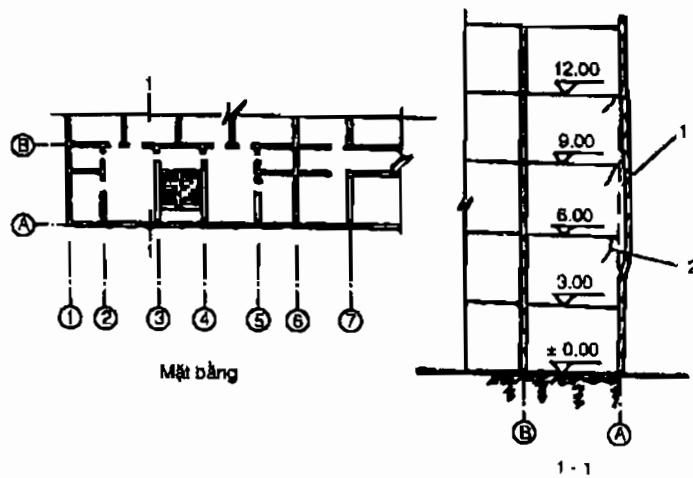
+ Tháo dỡ chõ liên kết tường dọc và tường ngang tuyến trục ②~⑦ thành dạng so le, tăng thêm cột cầu tạo bê tông cốt thép hình chữ T, trong cột có thép chờ Ø6, tăng cường sự liên kết với tường (hình 5.14).

+ Tất cả đầu dưới của cột cầu tạo đều neo cứng trong giằng của mặt phia trên của móng, đầu trên neo cứng với giằng của bốn tầng, cốt thép của cột cầu tạo có đường dẫn khói hàn liền với cốt thép của giằng.

- Hiệu quả xử lý: qua một năm kiểm tra quan trắc không phát hiện có vết nứt. Ngoài ra phương pháp xử lý này thi công tương đối an toàn khi thao tác trong nhà, chi phí cũng tương đối thấp.

5. Ví dụ thực tế xử lý thêm đệm dầm và cột vách

- Khái quát sự cố công trình: một nhà ở độc thân là kết cấu gạch-bê tông bê tông, tường dọc chịu lực, tường ngang không chịu lực. Mái là tấm đúc sẵn hình máng đỡ trên dầm ngang đổ tại chỗ. Tường chịu lực dày 240mm, dùng gạch MU7,5 xây bằng vữa vôi.



Hình 5.13. Mất bằng và mặt cắt cục bộ

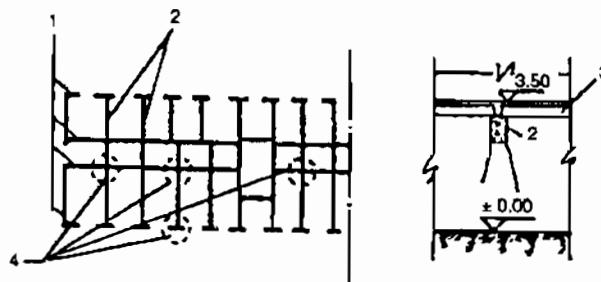
1. Nút ở nơi tiếp giáp tường dọc và tường ngang;

2. Vết nứt xiên 45^0 trên tường ngang.

Khi tường gạch tầng ba chưa xây xong, phát hiện tường dọc trong (tường hành lang) có một số vết nứt, vị trí của nó như hình 5.15. Hình dạng vết nứt là trên rộng dưới hẹp, rộng nhất là 1,5mm dài nhất trên 2m, chiều vết nứt phân lớn có dạng đường thẳng đứng, chỉ có hai nơi kéo dài xuống theo hình chữ V ngược, vết nứt điển hình như hình 5.15. Dưới gối đầm của tường dọc ngoài cũng có vết nứt tương tự, nhưng không rõ rệt.

Nguyên nhân chủ yếu sinh ra vết nứt là do thay thế vữa hòn hợp M2,5 của thiết kế bằng vữa vôi, lại bỏ đệm dầm bê tông cốt thép, làm cho cường độ chịu nén cục bộ của khối xây thiếu nghiêm trọng. Các nguyên nhân khác còn có như chất lượng khối xây kém, chất lượng trộn vữa xây kém, mạch vữa quá dày lại không đều, không no vữa, phương pháp xây không tốt.

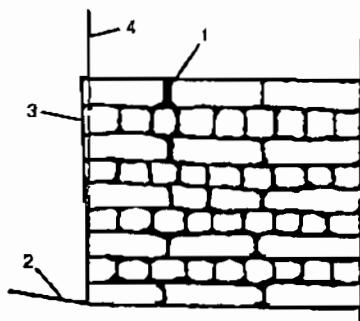
- Xử lý sự cố: công trình này đã dùng phương án tăng thêm cột vách và đệm dầm bê tông cốt thép, sơ đồ giàn đỡ tường dọc trong như hình 5.16.



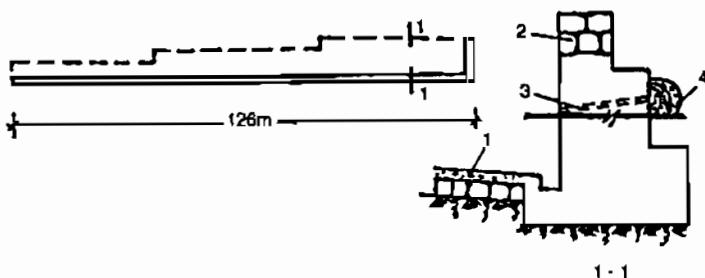
Sau khi công trình hoàn công, liên tục mưa máy trận lớn, phát hiện tường chắn đất nhiều nơi bị nghiêng ra phía ngoài (nghiêng về phía đường), ở đoạn đầu có thể nhìn thấy thân tường nứt theo mạch vữa, vết nứt phía trên rộng, phía dưới hẹp, rộng nhất là 25mm, chỗ gần cốt cao độ mặt đường, không còn vết nứt (hình 5.18).

Kiểm tra không thấy có vấn đề thiết kế, nên là lớp đá phong hoá vừa, vật liệu thân tường và chất lượng xây đều không có sai sót rõ rệt. Do thấy rằng lỗ thoát nước của tường không có vết nước, nghĩ rằng lỗ đã bị bịt kín, do đó đào lớp đất dắp sau tường kiểm tra, phát hiện lớp lọc nước bằng cát đá chưa làm, mặt sau tường đọng nước nghiêm trọng, cùng chịu tác động của áp lực đất và áp lực nước làm cho tường chắn đất bị nghiêng và bị nứt.

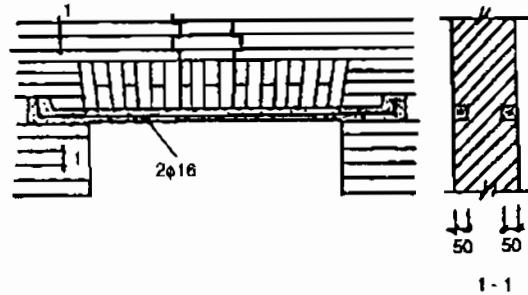
- Xử lý sự cố: đào lại lớp đất dắp sau tường, làm lớp lọc nước theo yêu cầu thiết kế; đối với tường cao trên 3m có thể dùng bê tông đổ tại chỗ để gia cường, cấu tạo và kích thước cụ thể do đơn vị thiết kế đề xuất.



Hình 5.18. Mặt đứng tường chắn đất
1. Vết nứt; 2. Tuyến mặt đường; 3. Đường viền sau khi tường chắn đất nghiêng ra ngoài; 4. Đường thẳng đứng.



Hình 5.17. Mặt hàng và mặt cắt tường chắn đất
1. Đường đi trong nhà máy; 2. Tường chắn đất xây đá;
3. Lỗ thoát nước $\varnothing = 2\sim 3m$; 4. Tầng lọc nước bằng cát đá.



Hình 5.19. Xây gạch cốt thép xử lí lanh tô

IV. Lanh tô gạch

Lanh tô nứt cũng cần dựa vào tính chất và đặc trưng vết nứt để chọn phương pháp xử lý thỏa đáng, thông thường có thể tham khảo yêu cầu dưới đây:

- Chèn bằng vữa xi măng: nếu khẩu độ lanh tô nhỏ hơn 1m, vết nứt tương đối nhỏ mà đã ổn định, có thể dùng vữa xi măng để chèn.
- Đổi thành lanh tô gạch cốt thép: nếu vết nứt tương đối rộng, lanh tô gạch đã giàn bị hỏng, có thể sau khi đục rãnh ở hai bên lỗ cửa, đặt cốt thép, dùng vữa xi măng M10 để chèn hình thành lanh tô gạch cốt thép (hình 5.19).

- Đổi thành lanh tô bê tông cốt thép đúc sẵn hoặc lanh tô thép: nếu khẩu độ lớn hơn 1m, vết nứt tương đối nghiêm trọng, có hiện tượng rơi xuống rõ rệt, nên dùng phương pháp này để xử lý. Khi thay đổi, nên bố trí cây chống tạm thời, ngăn ngừa khói tường và kết cấu bên trên sập đổ.

- Đổi thành khung cửa sổ bê tông cốt thép: nếu khẩu độ lanh tô tương đối lớn, khói xảy ra phía trên và phía dưới cửa sổ có vết nứt nghiêm trọng, nên dùng khung cửa sổ bê tông cốt thép gia cố.

5.2. XỬ LÍ SỰ CỐ CƯỜNG ĐỘ, ĐỘ CỨNG VÀ TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA KHỐI XÂY KHÔNG ĐỦ

5.2.1. Phân loại sự cố và nguyên nhân

1. Sự cố cường độ không đủ

Cường độ khối xây không đủ, có thể biến dạng, có thể nứt, nghiêm trọng có thể sập đổ. Việc xử lý sự cố sập đổ sẽ được trình bày ở phần 5.3. Đối với sự cố cường độ không đủ phải đặc biệt chú ý sự cố có tính khuyết tật mà không thể hiện rõ rệt ở bên ngoài.

Nguyên nhân chủ yếu gây nên cường độ khối xây không đủ có: mặt cắt thiết kế quá nhỏ; nước, điện, sưởi ấm và thiết bị để chữa lại các lỗ các rãnh làm yếu mặt cắt quá nhiều; chất lượng vật liệu không đạt yêu cầu, chất lượng thi công kém, như cường độ vữa xây thấp, độ nở vữa xi măng thiếu trầm trọng.

2. Sự cố tính ổn định của khối xây không đủ

Loại sự cố này là tỉ lệ chiều cao/chiều dài của tường hoặc cột quá lớn hoặc nguyên nhân thi công, làm cho kết cấu trong giai đoạn thi công hoặc trong giai đoạn sử dụng biến dạng do mất ổn định. Sự cố sập đổ do tính ổn định không đủ gây nên sẽ được trình bày ở 5.3.

Nguyên nhân chủ yếu làm cho tính ổn định của khối xây không đủ có: khi thiết kế, không kiểm tra tỉ lệ chiều cao/chiều dài, không phù hợp với quy định có liên quan đến trị số giới hạn trong quy phạm thiết kế; cường độ thực tế của vữa xây không đạt được yêu cầu thiết kế, trình tự thi công không thoả đáng, như tường dọc không đồng thời xây cùng với tường ngang, làm cho tường dọc mới xây bị mất ổn định; công nghệ thi công không thoả đáng, như tưới nước khi xây gạch vôi cát, làm cho khối xây mất ổn định; tính ổn định chống lật, chống trượt của tường chắn đất không đủ.

3. Sự cố độ cứng toàn khối của nhà không đủ

Các công trình rộng như nhà kho, do những nguyên nhân như cấu tạo thiết kế không tốt, hoặc phương án tính toán được chọn không thoả đáng, hoặc lỗ cửa, lỗ cửa sổ làm yếu quá nhiều đối với mặt tường, đã làm cho độ cứng của nhà không đủ trong sử dụng, dễ bị rung.

5.2.2. Phương pháp xử lí và sự lựa chọn phương pháp xử lí sự cố cường độ, độ cứng, tính ổn định không đủ

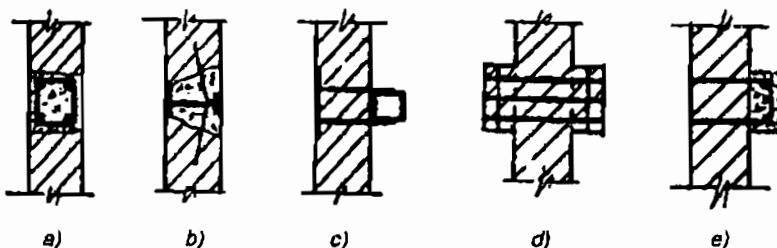
Loại sự cố này có thể ảnh hưởng đến an toàn trong giai đoạn thi công hoặc sử dụng, do đó đều cần phải phân tích xử lí một cách cẩn thận, phương pháp thường dùng có mấy loại sau:

1. Biện pháp ứng cứu và gia cố tạm thời: đối với các công trình mà cường độ hoặc tính ổn định không đủ có thể dẫn đến sập đổ, phải kịp thời chống đỡ để ngăn chặn sự cố xấu đi, nếu gia cố tạm thời có nguy hiểm, thì không nên làm việc một cách mạo hiểm, phải vạch ra tuyến an toàn, nghiêm cấm người không có nhiệm vụ không được vào, ngăn ngừa thương vong không cần thiết.

2. Hiệu chỉnh biến dạng của khối xây: sau khi chống đỡ kích nén, dùng dây thép hay cốt thép hiệu chỉnh biến dạng của khối xây, tiếp đó dùng các phương thức gia cố để xử lí.

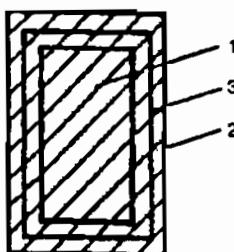
3. Chèn lấp các lỗ hổng: sự cố do lỗ trống của thân tường quá lớn gây nén, có thể dùng biện pháp xử lí bịt lấp các lỗ hổng một cách cẩn thận, khôi phục tính toàn khái của khối tường, cũng có thể ở các lỗ hổng tăng cường các khung bê tông cốt thép.

4. Bố trí thêm cột vách: có hai loại bố trí ngầm và bố trí nổi, vật liệu cột vách có thể cùng loại với khối xây, hoặc dùng bê tông cốt thép, hoặc dùng kết cấu thép (hình 5.20)



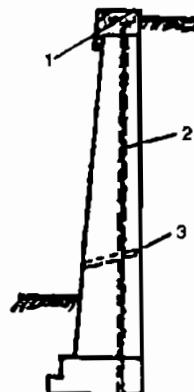
Hình 5.20. Sơ đồ cấu tạo tăng thêm cột vách

a. Gia cường bằng cột ngầm bê tông cốt thép; b. Gia cố bằng cột thép ngầm, đồng thời dùng thép tròn cắm vào mạch gạch xây để gia cường liên kết; c. Gia cố bằng cột thép vuông rỗng ruột, dùng thép dẹt neo cố định vào tường gạch xây; d. Đặt thêm cột vách xây gạch, bên trong bố trí lưới cốt thép; e. Gia cố bằng cột bê tông cốt thép bên ngoài.



Hình 5.21. Tăng tiết diện cột gạch

1. Cột gạch cũ;
2. Vòng xây thêm;
3. Lưới cốt thép đặt thêm.



Hình 5.22. Thanh neo ứng suất trước gia cố tường chắn đất

1. Dâm bê tông cốt thép;
2. Lỗ khoan Ø74 @ 1m; thanh neo Ø26;
3. Lỗ thoát nước

5. Tăng tiết diện khối xây: dùng cùng loại vật liệu tăng tiết diện cột gạch, cũng có khi bố trí cốt thép (hình 5.21).

6. Bọc ngoài bằng bê tông cốt thép hoặc thép: thường dùng để gia cố cột (xem mục 5.4.4 và mục 5.4.5).

7. Thay đổi phương án kết cấu, như tăng tường ngang, chuyển phương án đan hồi thành phương án cứng; cột chịu tải chuyển thành tường chịu tải; tường đầu hồi bố trí thêm giằng tường chống gió (với tường không dài).

8. Đặt thêm kết cấu giảm tải: như cột tường đặt thêm thanh chống ứng suất trước.

9. Gia cố bằng thanh neo ứng suất trước: như tường chắn đất trọng lực sau khi dùng thanh neo bê tông ứng suất trước, nâng cao khả năng chống lật và chống trượt (hình 5.22).

10. Tháo dỡ cục bộ làm lại: dùng cho cột mà cường độ, độ cứng thiếu nghiêm trọng.

Chọn các phương pháp xử lí có thể tham khảo bảng 5.5.

Bảng 5.5. Chọn phương pháp xử lí cường độ, độ cứng, tính ổn định không đủ của khối xây

Phương pháp xử lí	Tính chất và đặc tính sự cố				
	Cường độ không đủ		Biến dạng		Nhà rung do độ cứng hoặc tính ổn định không đủ
	Tường	Cột	Tường	Cột	
Hiệu chỉnh biến dạng			<input type="checkbox"/>		
Chèn bịt lỗ hổng	Δ				<input type="checkbox"/>
Đặt thêm cột vách	Δ		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tăng diện tích mặt cắt		Δ		Δ	
Gia cố bọc ngoài	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Δ	Δ	
Thay đổi phương án kết cấu		Δ		<input type="checkbox"/>	
Đặt thêm kết cấu giảm tải	Δ	Δ			
Tăng thêm thanh neo ứng suất trước	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tháo dỡ thay cục bộ		Δ	Δ	<input type="checkbox"/>	

Ghi chú: . Ưu tiên chọn; Δ . Có thể chọn; . Khi cần thiết mới chọn.

5.2.3. Ví dụ thực tế xử lí sự cố cường độ, độ cứng, tính ổn định không đủ

I. Sự cố cường độ không đủ

1. Ví dụ thực tế xử lí chèn lấp lỗ hổng

- Khái quát sự cố công trình: một nhà ở kết cấu hồn hợp ba tầng, gian có ban công dùng sàn bê tông cốt thép đổ tại chỗ, tường ngang và tường dọc đều là tường chịu lực, mặt bằng cục bộ và mặt đứng như hình 5.23.

Khi xây tường rộng 500mm giữa cửa sổ tầng dưới có lỗ giàn giáo rộng 240mm, khiến cho mặt cắt của khối tường xây này giảm đi gần 1/2, lỗ giàn giáo chịu tải trọng khoảng 81kN, do đó mức độ an toàn thiếu nghiêm trọng.

- Xử lí sự cố: sau khi phát hiện vấn đề, lập tức bố trí cây chống dưới lanț tô cửa sổ, giảm tải tường chỗ có lỗ giàn giáo, sau đó dùng gạch MU10 và vữa M10 chèn lấp các lỗ giàn giáo một cách cẩn thận.

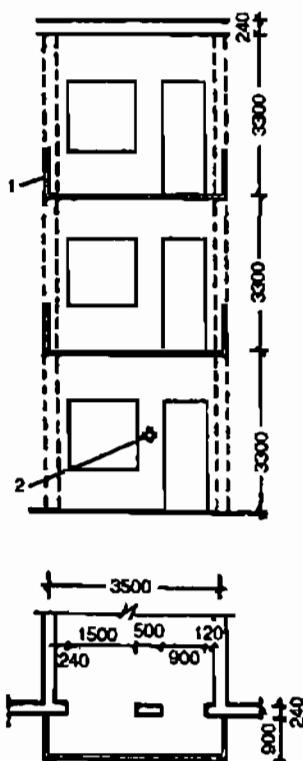
2. Ví dụ thực tế xử lí đặt thêm cột vách

- Khái quát sự cố công trình: một nhà làm việc kết cấu hồn hợp ba tầng, tường gạch chịu lực, gạch MU7,5, vữa hồn hợp M2,5. Tầng một và tầng hai là gian nhỏ (có tường ngang),

tầng trên là phòng lớn. Sau khi hoàn công sử dụng, phát hiện tường ngoài của tầng ba phình ra ngoài (hình 5.24).

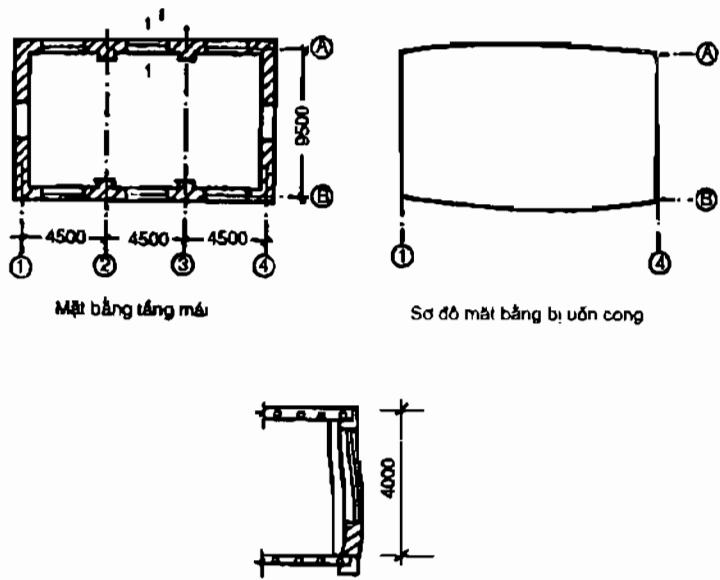
Dựa theo kết luận kiểm tra tính toán, tỉ lệ chiều cao/chiều dài tường của tuyến trực A và B phù hợp quy định của quy phạm lúc đó, nhưng sức chịu tải của tường giữa các cửa sổ không đủ (thiểu khoảng 6%).

- Xử lý sự cố: đầu tiên dùng phương pháp như hình 5.25, dùng tảng đỡ để hiệu chỉnh mặt tường, sau đó đặt thêm cột vách như hình 5.26.

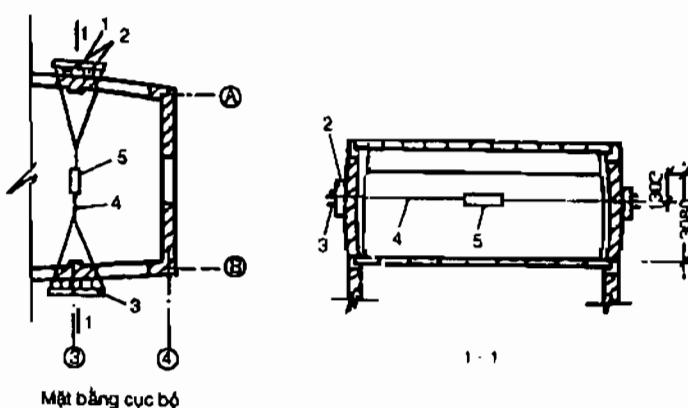


Hình 5.23. Sơ đồ mặt bằng cục bộ và mặt đứng

1. Ban công; 2. Lỗ giàn giáo $180 \times 240\text{mm}$

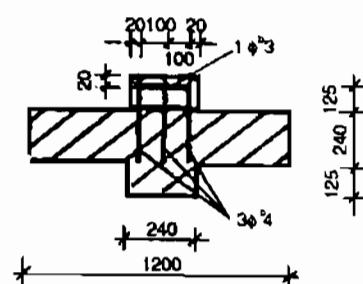


Hình 5.24. Mặt bằng tầng mái và sơ đồ đường cong tường ngoài



Hình 5.25. Sơ đồ hiệu chỉnh thân tường

1. Cột vách bổ sung;
2. Cục gỗ $150 \times 150 \times 1000$;
3. Thép chữ [16a]; 4. Cáp thép;
5. Tảng đỡ.



Hình 5.26. Sơ đồ mặt bằng bổ sung cột vách

- Những điều chú ý khi xử lí:
 - + Khối gõ hiệu chỉnh nên là hai khối, lần lượt đặt ở hai bên cột vách bổ sung;
 - + Hiệu chỉnh thân tường phải tiến hành từ từ, chú ý quan sát biến dạng và nứt, ngăn ngừa những sự cố không lường trước;
 - + Sau khi hiệu chỉnh thân tường, đầu tiên thi công cột vách gia cường, sau đó tháo dỡ công cụ và vật liệu dùng để hiệu chỉnh;
 - + Thép Ø4 thêm vào trong cột vách gia cường nên dùng khoan điện khoan lỗ trên thân tường, vị trí lỗ phải nằm trên mạch vữa, khoảng cách lưỡi thép khoảng 240mm, dùng gạch MU7,5, vữa hòn hợp cát M5.

3. Ví dụ thực tế gia cố bọc ngoài cột

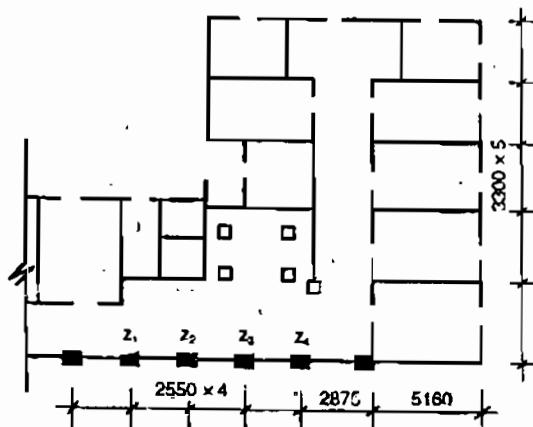
- Khái quát sự cố công trình: một nhà khách tỉnh Sơn Tây thiết kế cũ là kết cấu hồn hợp bốn tầng, trong thi công chuyển thành năm tầng, mặt bằng cục bộ như hình 5.27. Sau khi hoàn công sử dụng phát hiện nhiều chỗ của cột gạch Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 tiền sảnh tầng dưới bị nén nứt, đồng thời thân cột có biến dạng nghiêng.

- Phân tích nguyên nhân:

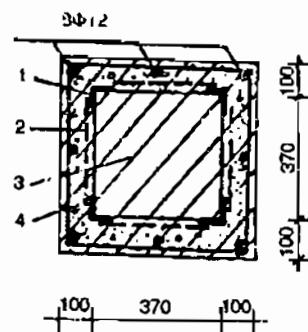
- + Mặt cắt cột gạch tiền sảnh theo thiết kế cũ là 370×370 mm, khả năng chịu tải không đủ. Sau khi chuyển thành năm tầng, khiến cho vấn đề tồn tại của thiết kế cũ càng nghiêm trọng.
- + Sau khi sử dụng, cách nhà 2m xây dựng công trình đường thoát nước thành phố, do dùng phương pháp thủ công hạ mực nước ngầm để thi công, mực nước ngầm hạ xuống khoảng 6m, khiến cho nền sinh ra lún không đều một cách nghiêm trọng.

- Biện pháp xử lí giàn:

- + Dùng ống gang làm cây chống tạm thời, giảm một phần tải trọng của cột gạch.
- + Bọc bằng thép góc L 65×6 ở bên ngoài bốn góc của cột gạch, liên kết bằng thanh giằng, thép góc đặt từ móng bê tông đến dầm móng.
- + Sau khi bọc thép bên ngoài, lại bọc bê tông cốt thép, như hình 5.28.
- + Giữa bộ phận giàn bọc ngoài và kết cấu cũ dùng nêm thép chèn kít.



Hình 5.27. Sơ đồ mặt bằng cục bộ



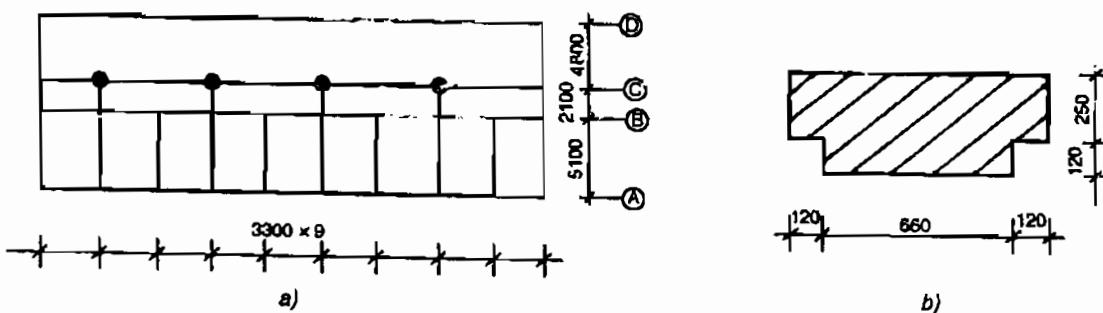
Hình 5.28. Sơ đồ giàn bọc ngoài cột gạch
1. 4 L 65 x 6; 2. Thanh giằng 350 x 50 x 6,
@400; 3. Cột gạch; 4. Bê tông bọc ngoài.

4. Ví dụ thực tế gia cố bọc ngoài tường giữa cửa sổ

- Khái quát sự cố công trình: một nhà kết cấu hồn hợp bốn tầng, tầng dưới là cửa hàng, chiều cao tầng 4,2m, tầng 2-4 là các gian làm việc khẩu độ nhỏ, tầng cao 3,3m, dùng hệ thống kết cấu khung trong, sơ đồ mặt bằng cục bộ như hình 5.29. Khi thi công đến tầng bốn, lúc chưa lắp đặt các kết cấu như cột, dầm, phát hiện tường giữa cửa sổ tuyến trục A của tầng dưới bị nứt vỡ, bong dở phần trát. Mỗi một tường giữa các cửa sổ có 3~5 vết nứt theo chiều đứng, chiều rộng vết nứt là 1~5mm, chiều dài vết nứt lớn nhất tới 1,7m (tường giữa các cửa sổ cao 2,7m).

- Phân tích nguyên nhân: mặt cắt tường giữa các cửa sổ quá nhô, kết quả kiểm tra cho thấy, khả năng chịu tải thực tế chỉ đạt khoảng 50% giá trị quy định của quy phạm, mà chiều rộng tường giữa các cửa sổ tầng dưới chỉ có 900mm, trái với quy định của quy phạm thiết kế chống động đất về quy định chiều rộng của tường chịu lực giữa các cửa sổ ở khu vực động đất cấp 7 không nên nhỏ hơn 1.000mm.

- Xử lý sự cố: phía trong tường giữa các cửa sổ tầng một và hai bố trí cột thép, bên ngoài bê tông cốt thép để gia cố (hình 5.30), cột thép kích kích dầm, đồng thời chống đỡ trên móng sau khi gia cố (hình 5.31). Bê tông cốt thép bọc ngoài làm liên tục từ mặt móng lên đến sàn tầng ba.



5. Ví dụ thực tế gia cố bọc xi măng lưới thép tường ngoài

- Khái quát sự cố công trình: một tòa nhà học và thí nghiệm tỉnh Giang Tô là kết cấu hồn hợp ba tầng, tầng một và tầng hai là phòng học, tầng ba là phòng thí nghiệm, chiều dày tường dọc và ngang là 200mm, đều xây bằng gạch MU7,5 và vữa hồn hợp M2,5. Kiểm tra nghiệm thu sau khi hoàn thành phần chính phát hiện cường độ mẫu thí nghiệm vữa khoảng 1~1,5MPa, dùng tay bóp nhẹ vỡ thành hột. Nguyên nhân cường độ vữa không đủ là do sử dụng xi măng quá thời hạn và hàm lượng bùn trong cát mịn nhiều hơn 20%.

- Xử lý sự cố: do cường độ vữa thấp, làm cho cường độ chịu nén của khối xây giảm đi khoảng 8%, cường độ chịu kéo dọc mạch vữa giảm đi khoảng 40% đã để lại hậu quả nghiêm trọng, cần phải xử lý gia cố. Biện pháp gia cố mà công trình này dùng là hai phía tường ngoài và tường trong của toàn bộ tầng hai và ba đều bố trí lưới cốt thép Ø6 @600 theo hai hướng, hai phía tấm lưới dùng cốt thép hình “~” Ø6 @600 xuyên qua tường, sau đó nén và trát bê tông đá nhỏ C15 dày 15mm, tiếp đó lát vữa xi măng cát 1:2 dày 5mm, trang trí bề mặt vẫn thi công theo yêu cầu của thiết kế cũ.

- Những điểm chính thi công gia cố:

+ Xử lý tầng dưới: đục lớp trát mặt tường sâu 10mm, dùng bàn chải sắt kết hợp với nước có áp phun rửa sạch, đồng thời tưới ướt;

+ Yêu cầu chất lượng vật liệu: mác xi măng ≥ 325, hàm lượng bùn trong cát vừa < 2%, hàm lượng bùn trong đá dăm < 1%;

+ Bố trí cốt thép: cốt thép dọc phía trên và phía dưới vòng qua giằng, chiều dài nối cốt thép ngang không được nhỏ hơn 60mm, hàn nối một mặt. Toàn bộ hai cạnh của bốn cạnh tấm lưới cốt thép đều hàn điểm, ở giữa hàn ngắt quãng. Cốt thép xuyên tường phải kéo căng và hàn chắc;

+ Thi công lớp mặt: đầu tiên quét một lớp xi măng, sau đó lát một lớp bê tông đá nhỏ có độ sụt là 20~30mm, sau khi sơ nín lát một lớp vữa xi măng cát 1:2, lát phẳng đánh mịn. Sau 20h tưới nước bảo dưỡng không được ít hơn 7~10 ngày, cần giữ cho lớp mặt luôn ẩm ướt.

- Hiệu quả xử lý: qua thời gian quan sát trên 3 năm, không có hiện tượng khác thường.

6. Ví dụ thực tế xử lý thanh chống ứng suất trước

- Khái quát sự cố công trình: một gian xưởng kết cấu hồn hợp bốn tầng ở Liên Xô (cũ), vì chất lượng gạch không tốt, cường độ khối xây của tường ngoài chịu lực thấp, đã gần đến giới hạn sập đổ. Trong điều kiện không thể ngừng sản xuất, dùng thanh chống ứng suất trước để đỡ tải đối với tường (hình 5.32).

- Những điểm chính trong xử lý:

+ Mỗi nhóm thanh chống dùng hai thanh thép chữ U lắp đặt ở gối darm dựa vào tường, sức chịu tải của mỗi nhóm thanh chống khoảng 900kN;

+ Dùng thiết bị kéo căng của thanh chống (điểm nút A trên hình 5.32) dùng bu long vận cảng để kéo dài thanh chống, đầu chống lên darm lớn của sàn để giảm tải trọng của tường biến từ tường chịu lực thành tường bảo vệ, chỉ chịu tải trọng bán thân;

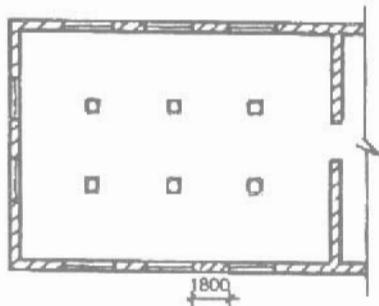
+ Thanh chống lắp dần từ dưới lên trên, thanh chống tầng dưới chống lên móng;

+ Sau khi lắp đặt xong thanh chống, bọc lưới thép, ngoài bọc bằng lớp bê tông bảo vệ kín (2-2 của hình 5.32);

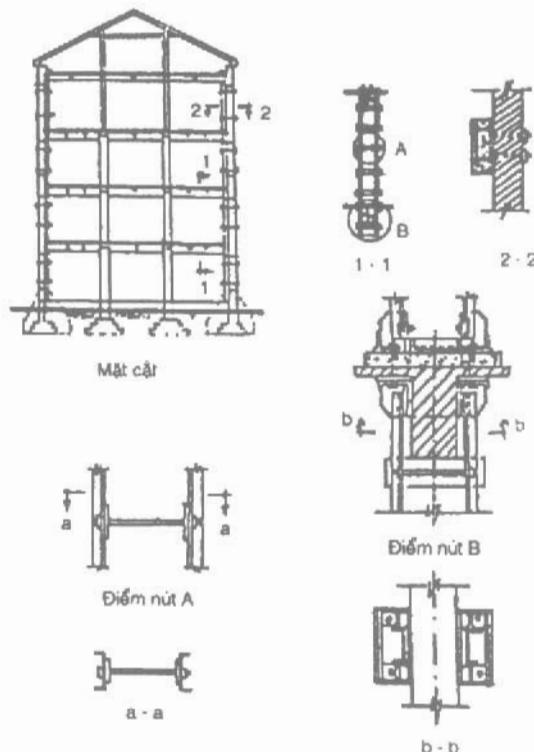
+ Tiến hành sửa chữa thích đáng đối với tường ngoài chịu lực cũ.

7. Ví dụ thực tế tháo dỡ thay cục bộ

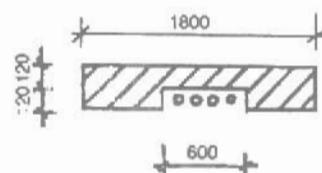
- Khái quát sự cố công trình: một gian xưởng là kết cấu ba tầng khung trong, mặt bằng cục bộ như hình 5.33, thiết kế cũ là hai tầng, mỗi bức tường giữa các cửa sổ đặt đường ống động lực nối, trong thi công, bên A đã đổi thành đường ống ngầm, cách làm như hình 5.34. Mặt cắt tường có tới gần 1,4m chiều cao bị yếu nghiêm trọng, do đó sức chịu tải của tường giữa các cửa sổ không đủ, lúc này tường tầng hai đã xây xong.



Hình 5.33. Mặt bằng cục bộ



Hình 5.32. Sơ đồ dùng thanh chống ứng suất trước giảm tải đối với tường



Hình 5.34. Mặt cắt tường giữa các cửa sổ sau khi chuyển thành đường ống ngầm

- Xử lý sự cố: tháo dỡ tường gạch tầng hai, ở chỗ đặt đường ống điện chuyển thành bê tông cốt thép, tường gạch còn lại tăng cường độ vừa xi măng, hình thành mặt cắt tổ hợp (hình 5.35).

II. Sự cố tình ổn định không đủ hoặc khởi tường biến dạng

I. Ví dụ thực tế tăng thêm cột vách để xử lý

- Khái quát sự cố công trình: tường đầu hói của một công trình ở Thượng Hải biến dạng cong ra phía ngoài, nguyên nhân chủ yếu là tỉ lệ chiều cao/chiều dài vượt quá quy định (cường độ đáp ứng yêu cầu).

- Xử lí sự cố: dùng phương án đặt thêm cột vách, nâng cao tính ổn định của tường để xử lí (hình 5.36).

- Những điểm chính xử lí:

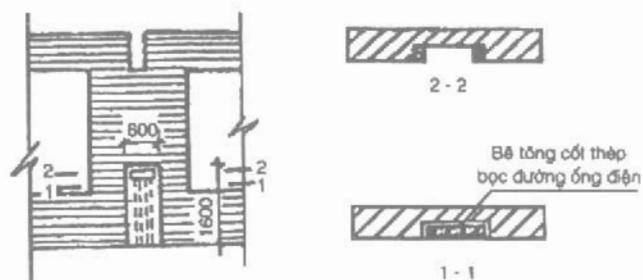
+ Dùng thanh chống xiên và nêm gỗ để hiệu chỉnh biến dạng của tường;

+ Đục bỏ lớp trát, rửa sạch bằng nước, đồng thời tưới đẫm;

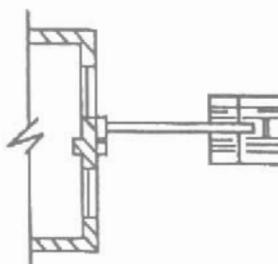
+ Trong mạch vữa đóng dây thép Ø4 vào, khoảng cách dọc theo chiều cao là @240, đồng thời buộc dây thép Ø3 theo kích thước của bản vẽ;

+ Dùng gạch MU7,5, vữa hỗn hợp M5 xây cột vách bổ sung sau.

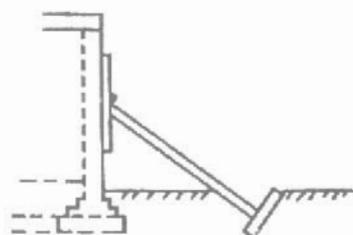
- Hiệu quả xử lí: kiểm tra tỉ lệ chiều cao/chiều dày của kết cấu phù hợp yêu cầu của quy phạm. Sau khi sử dụng, thân tường không biến dạng, thi công tương đối đơn giản.



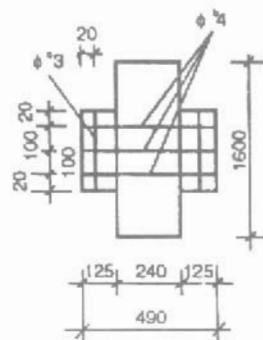
Hình 5.35. Sơ đồ cấu tạo mặt cắt tổ hợp



Mặt bằng



Mặt cắt

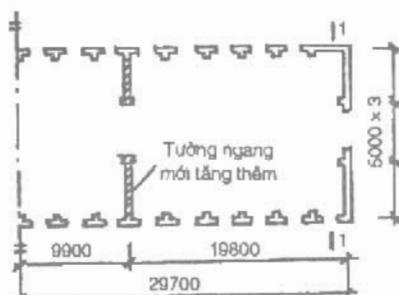


Mặt bằng tăng thêm cột vách

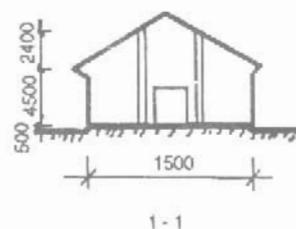
Hình 5.36. Sơ đồ hiệu chỉnh và gia cường thân tường biến dạng

2. Ví dụ thực tế xử lí xây thêm tường ngang

- Khái quát sự cố công trình: sơ đồ mặt bằng và mặt cắt một kho như hình 5.37, tường đầu hối và tường dọc đều dày 240mm, cột vách giáp tường là 240 × 370mm (bao gồm chiều dày tường là 240mm), khoảng cách tim của cột vách tường dọc là 3,3m. Dùng gạch



Mặt bằng cục bộ



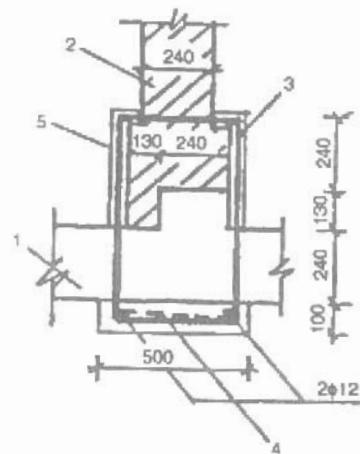
Hình 5.37. Mặt bằng và mặt cắt cục bộ

MU10, vữa cát M1,5 để xây, tổng chiều dài của kho > 59m, ở giữa không có tường ngang.

Sau khi xây dựng xong nhà kho, phát hiện tỉ lệ chiều cao/chiều dài của tường dọc và tường đầu hói vượt quá quy định của quy phạm, tính ổn định không đủ, cường độ đáp ứng yêu cầu.

+ Xử lý sự cố: theo hướng chiều dài của kho bố trí tăng thêm hai bức tường ngang, cao 4,5m (hình 5.37). Cấu tạo liên kết của tường ngang mới tăng thêm và tường dọc như hình 5.38. Sau khi tăng thêm tường ngang, phương án đàn hồi của thiết kế cũ chuyển thành phương án cứng; độ cao tính toán của tường giảm đi, tỉ lệ chiều cao/chiều dài đáp ứng yêu cầu của quy phạm.

Cột vách tường phụ cũ của tường đầu hói làm lớn hơn (hình 5.39). Xây cao tới đỉnh tường đầu hói.



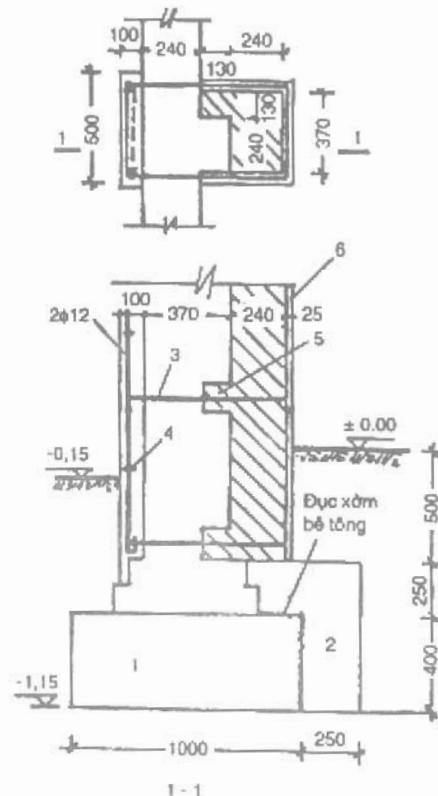
Hình 5.38. Sơ đồ liên kết tường dọc và tường ngang

1. Tường dọc; 2. Tường ngang xây thêm; 3. Thép đai Ø6, khoảng cách cốt đai là 10 hàng gạch; 4. Thép đai hình chữ S Ø6 đặt xen kẽ cùng cốt đai Ø6; 5. Mát trát bằng vữa xi măng cát.

3. Ví dụ thực tế gia cố tổng thể

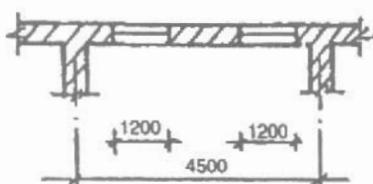
- Khái quát sự cố công trình: một công trình kết cấu gạch-bê tông, phương án cứng, tường dọc cao 14m, mặt bằng cung bộ như hình 5.40. Do phá hoại sự liên kết của tường dọc và tường ngang, tường dọc trở thành tường độc lập cao 14m, tỉ lệ chiều cao/chiều dài vượt quá xa với quy định của quy phạm, tính ổn định rất kém.

- Xử lý sự cố: phía ngoài ở nơi tiếp giáp tường dọc và tường ngang đặt thép góc L 63 x 6 chạy suốt chiều dài, cao độ của nó ở dưới mái bằng, đồng thời bố trí 2 thanh kéo Ø18, dùng tảng đỡ để kéo căng (hình 5.41).

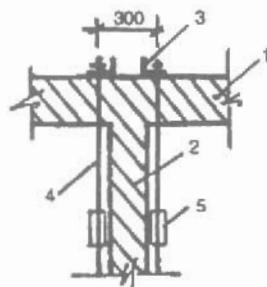


Hình 5.39. Sơ đồ gia cố cột vách tường đầu hói

1. Móng cũ; 2. Móng mở rộng bằng bê tông C8;
3. Thép đai Ø6, khoảng cách 10 hàng gạch;
4. Thép hình S Ø6; 5. Lỗ khoét 130 x 130 x 240;
6. Mát trát bằng vữa xi măng cát.



Hình 5.40. Sơ đồ mặt bằng cục bộ



Hình 5.41. Sơ đồ giàn cõi

1. Tường dọc; 2. Tường ngang;
3. L. 63 × 6; 4. Ø18; 5. Tảng đỡ.

III. Sự cố rung động trong sử dụng nhà

1. Khái quát sự cố công trình: một nhà kho một tầng ở Thượng Hải, dài 30m, cột tường gạch chịu lực, sàn dạng lắp ghép toàn bộ, mặt bằng cục bộ như hình 5.42, bên trong bố trí cầu trục 3t, cốt cao độ mặt đường rav là 4m, cốt cao độ thanh cánh dưới của vò kèo là 5,5m, cao độ đỉnh tường là 6,5m.

Công trình này thiết kế theo phương án cứng, sau khi hoàn công sử dụng, khởi động cầu trục làm rung động nhà.

- Phân tích nguyên nhân: công trình này thiết kế theo phương án cứng, đầu tiên phải kiểm tra lại xem toàn bộ có phù hợp yêu cầu liên quan của quy phạm hay không. Quy định chọn phương án tính toán tĩnh lực nhà của "Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây" hoặc "Quy phạm thiết kế kết cấu gạch đá" và yêu cầu của tường ngang là nhất trí. Công trình này dài 30m, hai đầu là tường gạch dày 240mm, dựa theo quy định của quy phạm có thể tính toán theo phương án cứng, nhưng tường ngang của phương án cứng, quy định của quy phạm phải phù hợp yêu cầu dưới đây:

+ Nếu trong tường ngang có mỏ lỗ, diện tích mặt cắt ngang của lỗ không được vượt quá 50% diện tích mặt cắt tường ngang (công trình này đã tới hoặc vượt quá 50%);

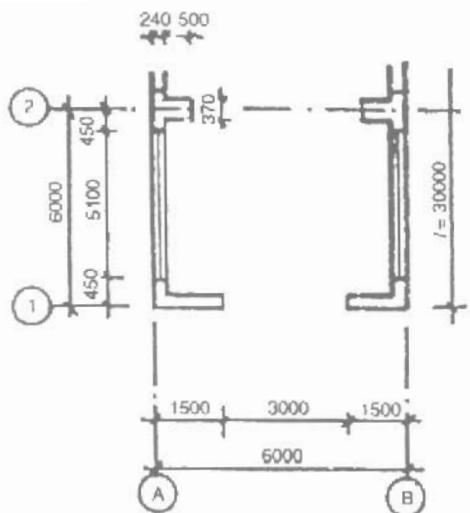
+ Chiều dày tường ngang không được nhỏ hơn 180mm (công trình này phù hợp quy định);

+ Chiều dài tường ngang của nhà một tầng không nên nhỏ hơn chiều cao của nhà đó (công trình này không phù hợp quy định).

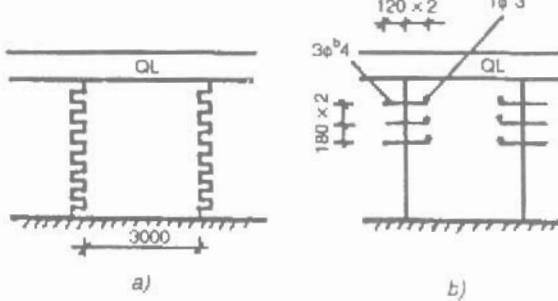
Vì tường ngang không thể đồng thời phù hợp những yêu cầu nói trên, phải tiến hành tính toán kiểm tra đối với độ cứng của tường ngang theo quy định của quy phạm. Sau sự việc, tính toán kiểm tra cho thấy, chuyển vị ngang lớn nhất của tường ngang này đã vượt quá $H/4.000$ theo quy định của quy phạm một cách nghiêm trọng (H là chiều cao tường), do đó không thể coi tường ngang là phương án cứng.

- Xử lý sự cố: chủ yếu là tăng cường độ cứng của tường đầu hồi, để chúng đáp ứng toàn bộ yêu cầu nói trên. Biện pháp dùng cho công trình này có hai vấn đề:

+ Lỗ cửa lớn rộng 3m trên tường đầu hồi lắp bằng tường gạch dày 240mm, liên kết giữa tường mới và tường cũ dùng phương pháp tháo dỡ gạch của một phần tường cũ hoặc bố trí cốt thép (hình 5.43).



Hình 5.42. Mô hình kết cấu khung bê tông



Hình 5.43. Sơ đồ cải tạo khung lỗ cửa
a. Tháo đỡ cọc bộ ; b. Cốt thép đặt thêm.

Vì sau khi lắp lỗ trên tường, độ cứng tường đầu hói được nâng cao, mỏm men quan tính mặt cắt chống chuyển vị ngang của tường tăng lên rất nhiều, qua kiểm tra, chuyển vị ngang của tường sau khi xử lý đã nhỏ hơn giới hạn của quy phạm quy định ($H/4.000$).

+ Tường đầu hói mở rộng mặt cắt khối xây để gia cường (hình 5.44).

5.3. XỬ LÝ SỰ CỐ SẬP ĐỔ CỤC BỘ

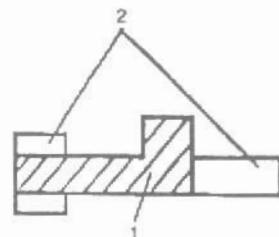
5.3.1. Các loại sự cố sập đổ cục bộ và nguyên nhân sự cố

Sập đổ cục bộ của kết cấu khối xây nhiều nhất là công trình cột, tường. Sập đổ vòm gạch cũng có khi xảy ra, nhưng nguyên nhân rất đơn giản, hầu như đều là không thiết kế hoặc có sai phạm trong thiết kế, thêm nữa dùng vòm gạch ngày càng ít, ở đây chỉ trình bày xử lý sập đổ cục bộ do cột tường hư hỏng gây nên.

Nguyên nhân sập đổ do khối xây của cột, tường hư hỏng chủ yếu có mấy loại dưới đây:

- Sai sót trong phương án cấu tạo thiết kế hoặc biểu đồ tính toán: như chiều dài nhà một tầng tuy không lớn, nhưng một đầu không có tường ngang, vẫn tính toán theo phương án cứng, sẽ dẫn đến sập đổ; như dầm lớn có khâu độ tương đối lớn ($>14m$) lắp đặt trên tường giữa các cửa sổ, dầm lõi và dầm dầm đỡ tại chỗ tạo thành một khối. Nút liên kết của dầm với tường tính toán thiết kế vẫn theo phương án khớp, cũng có thể dẫn đến sập đổ; như một dầm đơn ngang gọi lên tường hoặc cột gạch, phương án cấu tạo hoặc tính toán đều không thỏa đáng, dưới tác động của phản lực ngang cũng gây nên sập đổ;

- Cường độ thiết kế khối xây không đủ: rất nhiều cột, tường sập đổ là do không tính toán thiết kế gây nên. Tính toán kiểm tra sau sự việc, độ an toàn của nó đều không đạt theo quy định của quy phạm thiết kế. Ngoài ra tính toán sai cũng có khi xảy ra;



Hình 5.44. Sơ đồ gia cường
tường đầu hói
1. Tường đầu hói cũ;
2. Khối xây gia cường.

- Sửa chữa thiết kế một cách bừa bãi: như tuỳ tiện giảm kích thước mặt cắt khối xây, làm cho sức chịu tải không đủ hoặc tỉ lệ chiều cao/chiều dày vượt quá quy định của quy phạm mà sập đổ do mất ổn định; hoặc chuyển dầm đúc sẵn thành dầm đổ tại chỗ, tường dưới dầm nguyên là tường không chịu lực biến thành tường chịu lực mà sập đổ;

- Mất ổn định trong thời gian thi công: như gạch vôi cát có hàm lượng nước quá cao, vữa quá lỏng, trong khi xây mất ổn định mà sập đổ; công nghệ xây tường đá kém, vừa không đủ lực liên kết, cũng dễ sập đổ trong khi xây. Khi chưa lắp đặt tốt một số cấu kiện đầu tường của tường tương đối cao, hình thành một đầu tự do, dễ sập đổ dưới tác động của tải trọng ngang như gió lớn;

- Chất lượng vật liệu kém: với những nguyên nhân như cường độ của gạch không đủ hoặc xây bằng gạch vỡ, cường độ thực tế của vữa cát thấp cũng có thể dẫn đến sập đổ;

- Công nghệ thi công sai sót hoặc chất lượng thi công kém: như tháo dỡ ván khuôn đổ tại chỗ quá sớm, phần tải trọng này truyền vào khối xây mới xây xong chưa lâu, sập đổ do cường độ của khối xây không đủ; xử lý không tốt sau khi tuyển trực của tường lệch vị trí; dùng gậy bẩy để nắn thẳng sau khi khối xây biến dạng; trong khối xây có cốt thép nhưng để sót cốt thép; trong mùa đông dùng phương pháp đóng kết để thi công, thời kì hết đông kết không có biện pháp thích đáng, đều có thể dẫn đến sập đổ khối xây;

- Thêm tầng cho nhà cũ: không có luận chứng thêm tầng trên công trình cũ, làm cho tường cột bị phá hoại dẫn đến sập đổ.

5.3.2. Phương pháp xử lí sự cố sập đổ cục bộ và những điểm cần chú ý

Sự cố sập đổ cục bộ chỉ do sai sót trong thi công gây nên, thông thường xử lí bằng phương pháp xây lại theo thiết kế cũ. Nhưng rất nhiều sự cố sập đổ đều có liên quan đến cả hai mặt thiết kế và thi công, sau khi thiết kế lại, loại sự cố này đều phải xây lại theo yêu cầu của quy phạm thi công một cách nghiêm ngặt.

Trong xử lí sự cố sập đổ cục bộ cần chú ý những điểm dưới đây:

- Công việc loại bỏ nguy hiểm: sau khi sự cố sập đổ cục bộ xảy ra, đối với những cấu kiện kết cấu tuy chưa sập đổ nhưng có thể rơi vỡ, đều cần theo yêu cầu dưới đây để loại bỏ nguy hiểm khi tháo dỡ:

+ Công việc tháo dỡ phải tiến hành từ trên xuống dưới;

+ Xác định bộ phận tháo dỡ một cách thích đáng, đồng thời phải đảm bảo an toàn cho phần kết cấu chưa tháo dỡ và yêu cầu cấu tạo liên kết của bộ phận sửa chữa và công trình cũ;

+ Trước khi tháo dỡ tường cột chịu tải trọng, phải tính toán kiểm tra kết cấu, đảm bảo an toàn trong tháo dỡ, khi cần thiết phải bố trí cây chống chắc chắn.

- Kiểm tra bộ phận chưa sập đổ: đối với bộ phận chưa sập đổ phải kiểm tra toàn diện từ thiết kế đến thi công, khi cần thiết còn cần kiểm định đo đạc, để xác định có thể sử dụng được hay không, sử dụng như thế nào, có cần gia cố tăng cường hay không.

- Xác định nguyên nhân sập đổ: công trình xây lại hoặc sửa chữa, đều phải tìm rõ nguyên nhân, đồng thời sau khi dùng các biện pháp có tính trực tiếp mới được tiến hành, tránh xử lí không triệt để, thậm chí dẫn đến sự cố không lường trước được.

- Chọn biện pháp gia cường: nếu bộ phận công trình cũ cần gia cường, phải tiến hành tính toán kiểm tra từ khâu nền móng, ngăn ngừa xuất hiện các mặt cắt hoặc điểm nút yếu. Phương pháp gia cường cần thiết thực có thể thực hiện được, đồng thời thực thi ngay, để tránh làm nhỡ thời cơ xử lí.

5.3.3. Ví dụ thực tế xử lí sự cố sập đổ cục bộ

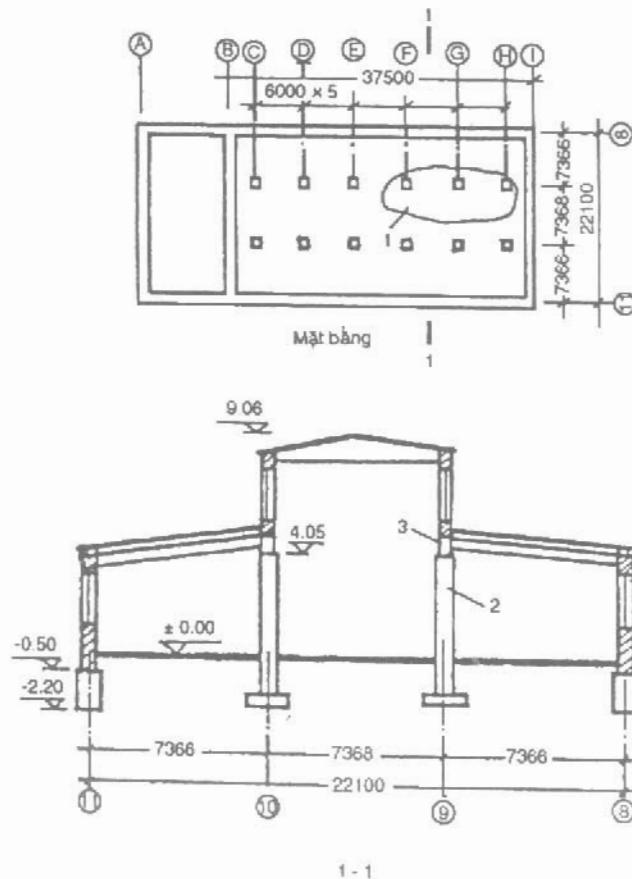
1. Ví dụ thực tế tháo dỡ xây lại

1. Ví dụ thực tế khói tường sập đổ do công nghệ xây không thỏa đáng

Tường xây gạch silicát của một công trình ở tỉnh Tứ Xuyên, do mưa liên tục nhiều năm làm cho độ ẩm của gạch silicát tương đối cao, mặt ngoài đọng nước, sau khi xây xong tường biến dạng cong nghiêng, sập đổ cục bộ nghiêm trọng. Khi tháo dỡ xây lại, biện pháp sử dụng là: độ dẻo của vữa hạ thấp khoảng 50mm; không xây khi trời mưa; chiều cao xây mỗi ngày không được vượt quá 1,20m; tránh sử dụng gạch có độ ẩm tương đối cao để xây.

2. Ví dụ thực tế xử lí sập đổ do sửa đổi thiết kế bừa bãi và công nghệ thi công không tốt.

Một kí túc kết cấu hồn hợp bốn tầng của tỉnh Hắc Long Giang dùng tường bếp sưởi ấm. Chiều dài tường bếp thiết kế gốc có hai loại dài 1,75m và 2,32m. Đinh tường dùng lanh tó bê tông cốt thép dúc sẵn, hai đầu dầm gối lên trên tường dọc trong, chiều dài gác dầm dài 240mm. Do trong thi công gần như đều tăng chiều dài tường bếp thêm 300mm, làm cho chiều dài gác dầm giảm xuống còn khoảng 90mm; đồng thời lại chuyển dầm trên tường bếp từ dúc sẵn thành đổ tại chỗ, làm cho tường bếp theo thiết kế cũ không chịu tải trọng biến thành tường bếp chịu tải trọng. Ngoài ra, công trình thi công vào mùa đông, xây không tuân theo quy phạm thi công, vữa cát vừa xây vừa đóng băng, cuối cùng khi tan băng làm cho khối xây mất ổn định mà sập đổ. Công trình này sau khi dọn sạch toàn bộ hiện trường sụp đổ, đã xây lại để bàn giao sử dụng.



Hình 5.45. Mặt bằng và mặt cắt công trình

1. Vùng sập đổ cục bộ;
2. Cột gạch đổ vỡ;
3. Dầm và đệm dầm bê tông cốt thép.

II. Ví dụ thực tế dùng cột bê tông cốt thép xây lại để thay thế cột gạch

1. Khái quát sự cố công trình

Một công trình là kết cấu gạch-bê tông một tầng ba nhíp, tường ngoài là tường chịu lực dày 490mm, ở giữa là hai hàng cột gạch cốt thép chịu lực $730 \times 730\text{mm}$. Mái là kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn. Mặt bằng, mặt cắt công trình như hình 5.45.

Sắp đổ cục bộ xảy ra trong giai đoạn thi công, đầu tiên là sập đổ ba cột nơi giao nhau của tuyến trục F, G, H với Θ , tiếp đó là dầm dọc, tường mái và mái sập đổ theo, diện tích sập đổ khoảng 300m^2 .

2. Nguyên nhân sự cố

Nguyên nhân chủ yếu sập đổ là:

- Cục bộ mái vượt tải nghiêm trọng: trước lúc đổ vỡ, trên mái giữa các tuyến trục $\Theta \sim \Theta$ và $E \sim I$ có giàn giáo thép để xây tường, 6m^3 ván, 7 tấm bê tông cốt thép lắp ghép, hai xe vận chuyển để dây gạch và tấm trang trí đất nung, tất cả những tải trọng đó đã gây nên vượt tải nghiêm trọng;

- Cường độ gạch thấp: thiết kế yêu cầu dùng gạch MU10, thực tế dùng MUS làm cho cường độ khối xây giảm đi 20-35%:

- Tự ý huỷ bỏ lưới cốt thép trong cột gạch: thiết kế quy định dọc theo chiều cao của cột cứ 150mm trong mạch ngang của cột gạch đặt một lưới cốt thép hai chiều $\varnothing 6 @ 50\text{mm}$, khi thi công đã bỏ toàn bộ làm cho sức chịu tải của cột giảm đi khoảng 50%.

3. Xử lý sự cố

- Cột gạch đã đổ vỡ chuyển thành cột bê tông cốt thép có tiết diện $400 \times 400\text{mm}$;

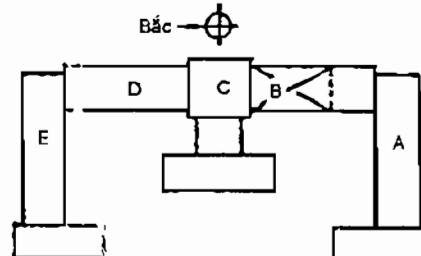
- Cột gạch chưa bị đổ vỡ dùng 4 thép góc 75×8 bao bên ngoài để gia cố, giữa các thép góc dùng thép dẹt hàn thành một khối;

- Mái sửa lại theo thiết kế cũ.

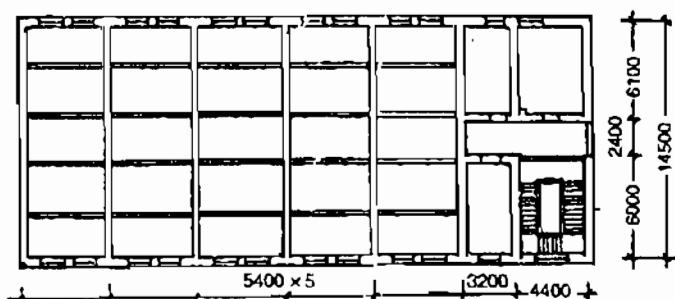
III. Ví dụ thực tế thay đổi phương án xây lại

1. Khái quát sự cố công trình

Một nhà học của thành phố Bắc Kinh là kết cấu hồn hợp 5~6 tầng tường gạch chịu lực, sàn và mái bê tông cốt thép, bố trí mặt bằng của nó như hình 5.46. Toàn bộ công trình chia thành 7 đoạn trên mặt bằng, đoạn B, D trong hình là như nhau, từ mặt đất trở lên là 5 tầng, cục bộ có tầng ngầm, mặt bằng đoạn B như hình 5.47.



Hình 5.46. Sơ đồ tổ hợp mặt bằng nhà học



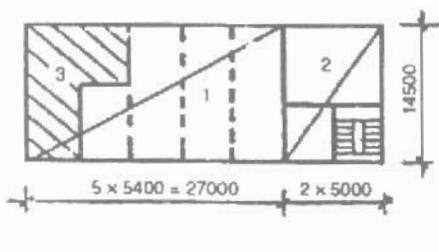
Hình 5.47. Mặt bằng đoạn B

Công trình này trong giai đoạn thi công trang trí, đoạn B sập đổ toàn bộ trừ 4 gian nhà cầu thang. Đoạn D có kết cấu hoàn toàn như đoạn B nhưng không bị sập đổ.

2. Nguyên nhân sập đổ

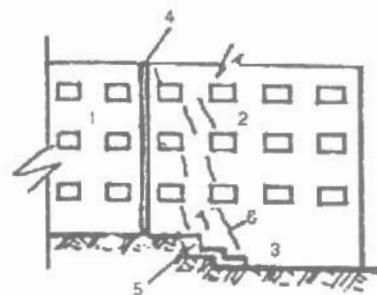
Nguyên nhân sập đổ cục bộ rất phức tạp. Bộ công trình xây dựng cũ đã mòn chuyên gia điều tra phân tích, nhưng ý kiến khác nhau. Chu yếu có những mặt dưới đây:

- Nền lún không đều sinh ra ứng suất phụ thêm vào tường đối lớn: bộ phận sập đổ có nhịp tương đối lớn, gian trống dài 27m, dưới đất bố trí các phòng ngầm cục bộ có mặt bằng không quy cách (hình 5.48). Chênh lệch lún tường đối lớn ở nơi cắt nhau của móng có tầng ngầm và không có tầng ngầm, làm cho ứng giao các cửa sổ xuất hiện các vết nứt cắt qua tường tương đối sớm và tập trung (hình 5.49) do đó làm sập đổ các gian phòng.



Hình 5.48. Bản vẽ mặt bằng dưới tầng trệt đoạn B

1. Bộ phận sập đổ; 2. Bộ phận chưa sập đổ;
3. Vùng không có tầng ngầm.



Hình 5.49. Mô hình cục bộ phiếu đóng

1. Đoạn C; 2. Đoạn B; 3. Tường gian tầng ngầm;
4. Khe lún; 5. Bê tông vôi đất; 6. Vết nứt mặt tường

- Chọn sơ đồ tính toán kết cấu không thoả đáng: nút liên kết của dầm lớn và tường thiết kế gốc tính theo khớp. Do dầm lớn 1.200×300 mm đổ tại chỗ gối lên toàn bộ chiều dày của tường gạch, chiều dài đệm dầm là chiều rộng của tường giữa các cửa sổ, là 2m, cũng đổ tại chỗ với dầm, nghĩa là đệm dầm cao 1,2m. Nút liên kết loại này đã gần như là liên kết cứng. Trường đại học Thanh Hoa đã từng làm thí nghiệm, đo được mô men uốn của mặt cắt ở đầu mút trên tường giữa các cửa sổ trong điều kiện cấu tạo loại này, mô men uốn tính được so với mô men uốn tính theo khớp lớn hơn 8 lần. Dùng mô men uốn sinh ra trong thực tế và lực dọc trục kiểm tra tính toán lại tư ng giữa các cửa sổ thì sức chịu tải của nó thiếu nghiêm trọng, đây chính là nguyên nhân chủ yếu của sự sập đổ.

- Chất lượng thi công kém: chất lượng xây nhôm tường giữa các cửa sổ kém, lắp các lỗ giàn giáo không tốt; lõi bê tông có lỗ rỗng; lõi đường ống dẫn hơi ám làm yếu quá nhiều diện tích mặt cắt của tường.

3. Xử lý sự cố

- Phương án thay đổi kết cấu của đoạn B sập đổ cục bộ: dùng hai nhịp khung bê tông cốt thép thay thế kết cấu gạch bê tông của phần đã sập đổ

- Tiến hành xử lý gia cố đoạn D bị yếu: sát với tường giữa các cửa sổ xây dựng thêm cột bê tông cốt thép, đồng thời giữa các nhịp của dầm lớn tăng thêm một cây cột bê tông cốt thép, để giảm tải trọng của tường giữa các cửa sổ.

Sau khi xử lý công trình này đã sử dụng 20 năm, vẫn bình thường.

5.4. KĨ THUẬT GIA CỐ KHỐI XÂY

5.4.1. Phương pháp gia cố và lựa chọn

I. Phương pháp đổ vữa xi măng

Xem mục 5.4.2, chủ yếu dùng gia cường khối xây sau khi bị nứt.

II. Phương pháp mở rộng mặt cắt khối xây

Chủ yếu phù hợp với trường hợp sức chịu tải của khối xây không đủ, nhưng khối xây chưa bị nén nứt, hoặc chỉ có vết nứt nhỏ, mà đòi hỏi mở rộng diện tích mặt cắt không lớn lắm. Cột xây độc lập thông thường, cột vách xây, tường giữa các cửa sổ và khi sức chịu tải của tường chịu lực khác không đủ, đều có thể dùng phương pháp này để gia cố.

1. Yêu cầu gia cố

- Yêu cầu vật liệu: cấp cường độ gạch của bộ phận mở rộng khối xây tương đương với khối xây cũ, cường độ của vữa xây cao hơn một cấp so với vữa khối xây cũ và không được thấp hơn M2,5.

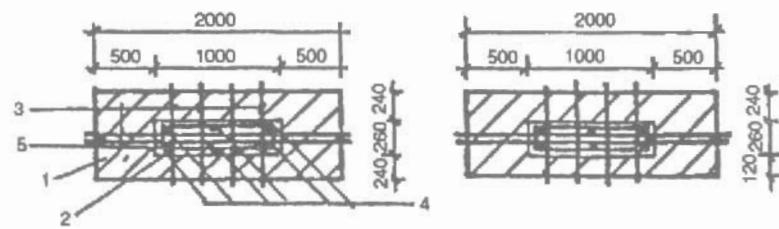
- Cấu tạo liên kết: phương pháp gia cố mở rộng mặt cắt khối xây, thông thường xem xét tới khối xây mới và cũ cùng chịu tải trọng, do đó, hiệu quả gia cố quyết định ở tình trạng liên kết giữa chúng, cấu tạo liên kết thông thường có hai loại dưới đây:

+ Liên kết kiểu xây răng cưa: khối xây cũ cứ cách bốn hàng gạch theo chiều cao, lại để một rãnh sâu 120mm, pháo khối xây mở rộng liên kết cắn thân với các rãnh để sẵn đó, khối xây mới và cũ hình thành liên kết kiểu răng cưa (hình 5.51)

+ Liên kết bằng cốt thép: khối xây cũ cứ cách sáu hàng gạch theo chiều cao, lại khoan một lỗ hoặc đục một viên gạch dùng ống M5 neo cố định cốt thép Ø6, liên kết khối xây cũ và mới thành một khối (hình 5.52).

2. Tính toán kiểm tra sức chịu tải

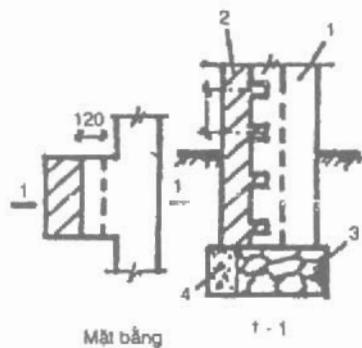
Tính toán kiểm tra sức chịu tải sau khi mở rộng mặt cắt khối xây, có thể dùng một trong hai phương pháp dưới đây.



Hình 5.50. Sơ đồ cột gạch tổ hợp bê tông cốt thép
1. Tường giữa các cửa sổ; 2. Lõi bê tông; 3. Cốt thép Ø4
cách 10 hàng gạch đặt một lớp; 4. ØØ10; 5. Ø6 @300mm.

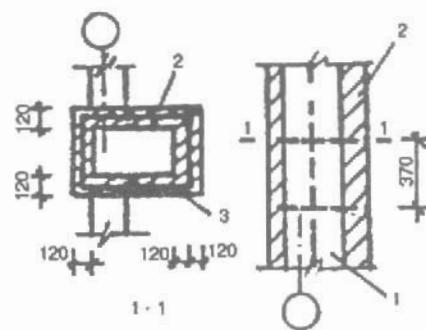
- Tính toán đơn giản: xem khối xây mới và cũ như một tổng thể, dựa vào những quy định có liên quan trong “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây” để tiến hành tính toán kiểm tra, tất cả cường độ vữa xây đều dùng trị số cường độ thực tế của vữa khối xây cũ.

- Tính toán có xem xét ứng suất chậm lại sau: sức chịu tải sau khi mở rộng khối xây gồm hai bộ phận, một là sức chịu tải của khối xây cũ, tính toán theo cường độ thực tế của vật liệu và kích thước thực tế của khối xây; hai là sức chịu tải của bộ phận xây mới, do đó, sức chịu tải thực tế của bộ phận xây mới phải nhân với hệ số chiết giảm 0,90.



Hình 5.51. Cấu tạo liên kết răng của gach

1. Khối xây cũ; 2. Khối xây mở rộng;
 3. Móng cũ; 4. Móng mở rộng.



Hình 5.52. Cấu tạo liên kết bằng cốt thép

1. Khối xây cũ; 2. Khối xây mở rộng;
3. Cột thép Ø6.

3. Những điều chú ý trong thi công

- Dỡ tải kết cấu và chống đỡ tạm thời: do sức chịu tải khối xây cũ của phương pháp gia cố này đã không đủ, khi gia cố lại cần một phần chiết giảm hoặc đục bỏ, khiến cho mặt cắt hữu hiệu giảm đi, do đó gia cố nên tiến hành sau khi dỡ tải kết cấu. Nếu dỡ tải có khó khăn, phải chống đỡ một cách tin cậy kết cấu bên trên rồi mới thi công.

- Chuẩn bị khối xây cũ: sau khi đục bỏ khối xây cũ, cần phải vệ sinh sạch sẽ, tưới nước đồng thời đảm bảo đầm nước.

- Xây khói xay mở rộng: độ ẩm của khói xay mới phải trong phạm vi 10~15%. Vữa xay phải có độ dẻo tốt, khi xay phải đảm bảo liên kết khói xay cũ mới một cách nghiêm ngặt, độ nồng của mạch đứng và mạch ngang đều phải đảm bảo trên 90%.

III. Tường kèp tám xi măng cốt thép

Chủ yếu dùng gia cố tường có sức chịu tải không đủ (xem kí 5.4.4). Tường giữa các cửa sổ hoặc tường chịu tải trọng của bậc cầu thang mà sức chịu tải thiếu nghiêm trọng khi dùng phương pháp này gia cố, thông thường dùng thép góc bọc bốn góc bên ngoài của tường, để tăng khả năng chịu tải.

IV. Bọc ngoài bằng bê tông cốt thép

Chú ý: dùng gia cố sức chịu tải của cột gạch không đù (xem 5.4.5).

V. Xây thêm hoặc làm to cột vách đỡ

Cột vách đỡ có hai loại xây gạch và bê tông cốt thép (xem 5.4.2), chủ yếu dùng để nâng cao sức chịu tải và tính ổn định của khối xây.

VI. Bọc thép bên ngoài

Chủ yếu dùng để gia cố cột xây hoặc tường giữa các cửa sổ mà sức chịu tải không đủ (xem mục 5.4.6).

VII. Thêm đậm

Chu yếu dùng gia cố khả năng chịu tải cục bộ của khối xây dưới đầm không đủ, đệm đầm có hai loại đúc sẵn và đổ tại chỗ

1. Phương pháp thêm đệm dâm đúc săn (hình 5.53)

- Dùng cây chống dưới đầm: thông qua tính toán xác định chủng loại, số lượng và kích thước mặt cắt của cây chống cần dùng, tải trọng trên đầm tạm thời do cây chống gánh chịu.

- Tháo dỡ từng phần xây lại: tháo dỡ khối xây gạch dưới đáy đầm bị nén nứt, nén vỡ, xây lại bằng gạch cùng cường độ và vữa có cường độ cao hơn một cấp, đồng thời để lại vị trí của đệm đầm.

- Lắp đặt đệm dầm: sau khi vữa đạt cường độ nhất định (thông thường không thấp hơn 70% cường độ thiết kế cũ), tưới nước giữ ẩm cho tường gạch xây mới, phủ lớp vữa xi măng cát 1:2 sau đó lắp đặt đệm dầm đúc sẵn. đồng thời nén ép thích đáng, khiến cho đệm và khối xây gạch tiếp xúc chật chẽ.

- Chèn chật và nêm chật khe hở giữa đàm và đệm đàm: giữa bê mặt phía trên và đệm đàm và mặt đáy đàm để khe hở khoảng 10mm, dùng không ít hơn 4 nêm thép nêm chật, sau đó dùng vữa xi măng cát 1: 2 tương đối khô chèn chật vào khe hở.

- Tháo dỡ cây chống: đợi cường độ vừa chèn khe đạt 5 MPa và vừa xây đạt cường độ thiết kế gốc, thì tháo dỡ cây chống.

2 Phương pháp thêm đệm dàn đỡ tại chỗ

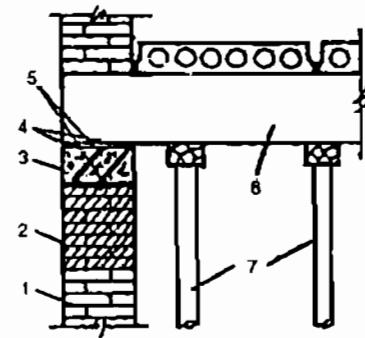
- Hai thao tác đầu như trên.

- Đỗ đệm dầm tại chỗ: dùng ván khuôn đỡ đệm dầm bê tông C20, chiều cao của nó nên cao hơn đáy dầm 50mm (hình 5.54)

- Tháo dỡ cây chống: sau khi cường độ bê tông đèn: đảm bảo tại chỗ đạt 14MPa, tháo dỡ cây chống.

VIII. Đối đầu đỗ hoặc thêm vào.

Chủ yếu dùng cho trường hợp sức chịu tải của khối xây thiếu nghiêm trọng, khối xây nứt vỡ nghiêm trọng có thể đổ vỡ.

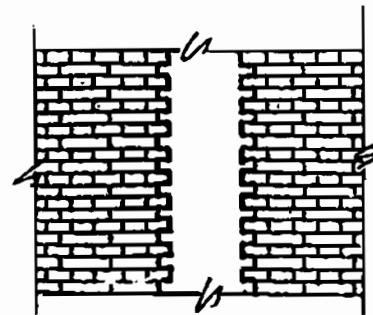
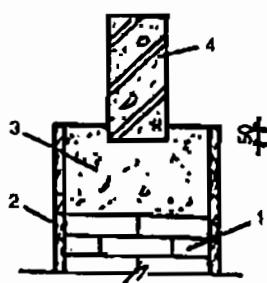


Hình 5.53. Giả vương đệm đầm
đúc sẵn

- Khối xây cũ; 2. Phần tháo dỡ xây lại; 3. Tấm đệm bê tông cốt thép;
 - Nêm thép; 5. Vữa xi măng cát 1: 2; 6. Dầm lớn bê tông cốt thép;
 - Chống đỡ tam thời.

- Thay cột đỡ dầm: chủ yếu dùng cho sức chịu tải của cột gạch độc lập thiếu nghiêm trọng. Đầu tiên lắp đặt cây chống tạm thời, đỡ tải trọng cột gạch, sau đó dựa vào tính toán xác định cường độ và kích thước mặt cắt của cột gạch xây mới, đồng thời làm đệm dầm ở trên đầu cột dưới dầm, phương pháp thi công xem mục thêm đệm dầm.

- Thêm cột đỡ dầm: chủ yếu dùng cho sức chịu tải của tường giữa các cửa sổ dưới dầm lớn thiếu nghiêm trọng. Đầu tiên dựng cây chống tạm thời, sau đó dựa vào quy định của “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông (GBJ10-89)”, đồng thời xét theo nguyên tắc toàn bộ tải trọng đều do cột bê tông cốt thép mới tăng thêm gánh chịu, tính toán xác định mặt cắt và cốt thép của cột thêm. Phân tường gạch cũ tháo đỡ, tạo thành hình răng cưa (hình 5.55). Sau đó buộc cốt thép, dựng ván khuôn và đổ bê tông. Ngoài ra, còn phải chú ý tính toán kiểm tra sức chịu tải của nền móng, nếu không đủ cần mở rộng móng.



Hình 5.54. Đệm dầm đỡ tại chỗ gác cường

1. Cột gạch; 2. Ván khuôn; 3. Đệm dầm đỡ tại chỗ; 4. Dầm bê tông cốt thép.

Hình 5.55 Tháo dỡ một phần tường gạch để thêm cột

IX. Dụng thêm cây chống ứng suất trước

Chủ yếu dùng cho sức chịu tải của khối xây dưới dầm lớn thiếu nghiêm trọng. Thông qua cột chống bằng thép hình ứng suất trước dụng thêm, đạt được mục đích gia cố đối với kết cấu cũ (hình 5.32).

X. Dụng thêm thanh kéo bằng thép

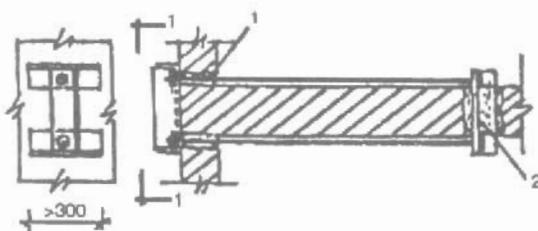
Chủ yếu dùng để gia cố khi liên kết tường dọc tường ngang không tốt, tính ổn định của tường không đủ. Phương pháp liên kết kéo một phần bằng thanh kéo bằng thép như hình 5.56. Gia cố liên kết kéo chạy suốt như hình 5.57. Nói chung đều dùng liên kết kéo chạy suốt để gia cố. Nếu mỗi gian đều thêm một thanh kéo, đường kính cốt thép thanh kéo tham khảo bảng 5.6. Đường kính cốt thép và kích thước bản đệm hoặc thép hình xem bảng 5.7.

Bố trí mây thanh kéo dọc theo chiều dài của tường, phải dựa vào tình hình thực tế để xác định. Nếu nơi tiếp giáp tường dọc và tường ngang bị nứt nghiêm trọng, nói chung mỗi mét theo chiều cao tường bố trí một thanh kéo.

XI. Phương án thay đổi kết cấu

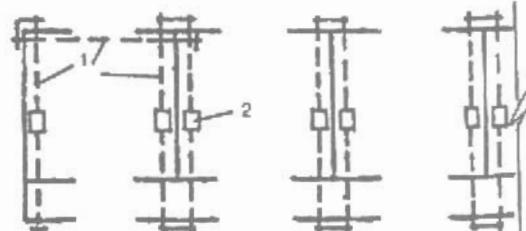
- Tăng thêm tường ngang. Đối với phòng rộng bố trí thêm tường ngang có đủ độ cứng, khoảng cách của nó không vượt quá quy định của “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây (GBJ 3-88)”, chuyển phương án tính toán tĩnh lực của gian phòng từ liên kết đàn hồi thành liên kết cứng.

- Cột gạch chịu tải chuyển thành tường gạch chịu tải: nguyên là nhà kho, gian xưởng hoặc gian lớn có cột gạch chịu tải, do sức chịu tải của cột gạch thiếu nghiêm trọng đã chuyển thành tường gạch chịu tải, trở thành các gian nhỏ.



Hình 5.56. Gia cố liên kết kéo cục bộ tường dọc tường ngang

1. Sau khi đục tường luồn thanh kéo, chèn bằng vữa xi măng cát 1:1; 2. Bé tông đá nhỏ C20.



Hình 5.57. Sơ đồ bố trí mặt bằng thanh kéo chạy suốt

1. Thanh kéo bằng thép chạy suốt;
2. Tăng đỡ.

Bảng 5.6. Quan hệ giữa thanh kéo bằng thép và chiều rộng của gian nhà

Chiều sâu của gian phòng (m)	5~7	8~10	11~14
Thanh kéo bằng thép (mm)	2Ø16	2Ø18	2Ø20

Bảng 5.7. Quan hệ giữa đường kính thanh kéo với kích thước tấm đệm thép hoặc thép hình

Đường kính thanh kéo	Ø16	Ø18	Ø20
Tấm đệm thép góc	L 90 × 8	L 100 × 10	L 125 × 10
Tấm đệm thép chữ U	U 100 × 48	U 100 × 48	U 120 × 53
Bản đệm thép	80 × 80 × 8	90 × 90 × 9	100 × 100 × 10

5.4.2. Phun vữa xi măng

I. Phương pháp phun vữa xi măng

Phun vữa xi măng chủ yếu dùng để gia cố cho khối xây bị nứt, phương pháp phun vữa thường dùng có hai loại: phun vữa trọng lực và phun vữa áp lực.

1. Phương pháp phun vữa trọng lực

Lợi dụng trong lượng bùn thắn của dung dịch vữa phun đầy vào khe nứt của khối xây đạt được mục đích gia cường.

- Những điểm chính thi công nhồi vữa trọng lực:

+ Vệ sinh khe nứt: tạo thành đường dẫn phun vữa.

+ Lắp vết nứt ở bề mặt: dùng vữa xi măng cát 1:2 (có thêm phụ gia đông cứng nhanh) lắp vết nứt ở bề mặt tường, hình thành một không gian phun vữa.

+ Đặt miệng phun vữa: đục bỏ nửa viên gạch ở chỗ phun vữa vào, chôn vào đó phieu để phun vữa (hình 5.58).

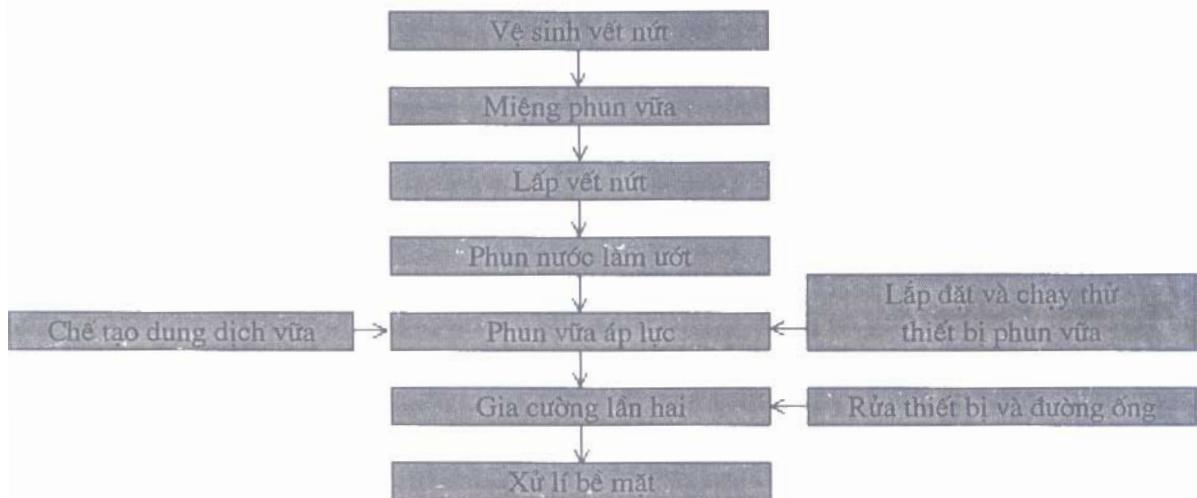
+ Xối rửa vết nứt: dùng vữa toàn xi măng với tỉ lệ xi măng-nước là 1:10 để xối rửa, đồng thời kiểm tra tình hình chuyển dịch vữa trong vết nứt.

+ Phun vữa: ở miệng phun vữa phun vào đó vữa toàn xi măng có tỉ lệ xi măng-nước là 3:7 hoặc 2:8, phun đầy đồng thời sau khi bảo dưỡng một thời gian nhất định, lại tiến hành thí nghiệm áp lực đối với khối xây, trên cơ bản có thể đạt được hoặc vượt quá cường độ khối xây cũ, nghĩa là có hiệu quả tốt.

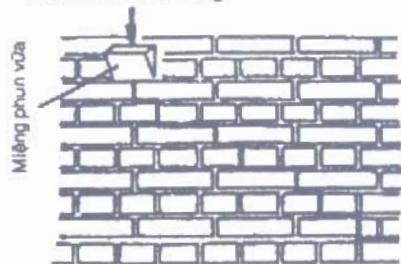
2. Phun vữa áp lực

Dùng bơm vữa nén vữa vào trong vết nứt để đạt được mục đích gia cường, phương pháp này ở các địa phương như Bắc Kinh, Thiên Tân, Thượng Hải đã sử dụng, đồng thời đã làm thí nghiệm chứng minh hiệu quả sửa chữa là tốt.

- Trình tự công nghệ phun vữa áp lực như sơ đồ sau:



Phun vữa toàn xi măng



Hình 5.58. Sơ đồ nhồi vữa trọng lực

- Những điểm chính trong thao tác

+ Vệ sinh vết nứt: mục đích vệ sinh là để hình thành đường dẫn vữa thông suốt.

+ Đặt miệng phun vữa: phun vữa xi măng áp lực có thể thông qua lỗ phun vữa hoặc miệng phun vữa để sẵn. Phương pháp lỗ phun vữa để sẵn là: đầu tiên dùng khoan điện khoan lỗ trên tường, đường kính lỗ 30~40mm, chiều sâu lỗ 10~20mm, xối nước rửa sạch, sau dùng ống thép 1/2in dài 40mm làm lõi, đặt vào trong lỗ, sau đó dùng vữa xi măng 1: 2 hoặc 1: 2,5 chèn và trát phẳng, khi vữa sơ nín, tháo lõi ống thép để tạo thành lỗ phun vữa. Phương pháp làm miệng phun vữa tương tự như lỗ phun vữa, khác nhau là đường kính ống thép thường là 5~10mm, sau khi chôn không tháo dỡ ống, để hình thành miệng phun vữa.

+ Bố trí lỗ phun vữa: ở phần đầu và chỗ cắt nhau của khe nứt đều nên để lỗ phun vữa, khoảng cách lỗ phun vữa như bảng 5.8. Nếu tường dày ≥ 370mm, hai mặt tường đều phải bố trí lỗ phun vữa.

Bảng 5.8. Bảng tham khảo khoảng cách lỗ phun vữa

Chiều rộng khe nứt (mm)	<1	1~5	>5
Khoảng cách lỗ phun vữa (mm)	200~300	300~400	400~500

+ Lắp khe: sau khi làm sạch lớp trát gần khe nứt, xối nước rửa sạch, dùng vữa xi măng cát 1:2 hoặc 1:2,5 chèn bề mặt vết nứt, tạo thành không gian phun vữa.

+ Phun nước tưới ướt: sau khi vữa chèn đạt tới cường độ nhất định, dùng bơm vữa nén nước vào lỗ đỗ vữa, áp lực là 0,2~0,3MPa (cũng có thể dùng nước máy trực tiếp phun vào lỗ phun vữa), để đường phun vữa được thông suốt.

+ Chế tạo vữa phun: dung dịch vữa phun có thể tham khảo dùng theo bảng 5.9.

Bảng 5.9. Bảng tham khảo chiều rộng vết nứt và chọn dùng chủng loại dung dịch vữa

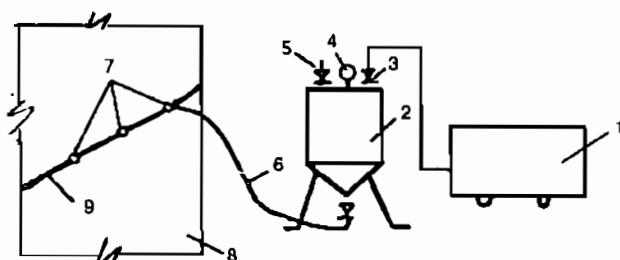
Chiều rộng khe nứt (mm)	0,3~1,0	1,0~5,0	> 5,0
Chủng loại dung dịch vữa thuần xi măng	Loãng	Đèo	Xi măng-cát

Trong dung dịch vữa xi măng phun cần cho thêm phụ gia dạng huyền phù, thường dùng keo 107 (polyvinyl alcohol andehit) và nước thuỷ tinh. Mục đích của nó là nâng cao tính nồi của xi măng, kéo dài thời gian lắng đọng của xi măng, ngăn ngừa thiết bị phun vữa và hệ thống vận chuyển bị tắc. Thêm keo 107 còn có thể làm tăng lực dính kết, nhưng nếu quá nhiều, có thể làm giảm cường độ của vật liệu vữa phun.

Khi trộn vữa phun có phụ gia keo 107, trước tiên hoà keo 107 với nước thành dung dịch, sau đó trộn dung dịch này thành dung dịch vữa. Khi dùng nước thuỷ tinh làm chất phụ gia, trước tiên trộn xi măng với nước, sau đó trộn đều với nước thuỷ tinh theo một tỉ lệ nhất định.

+ Lắp đặt thiết bị phun vữa thường dùng bơm vữa hoặc thiết bị phun vữa tự chế tạo (hình 5.59). Dung lượng máy nén khí là $0,6\text{m}^3/\text{ph}$, áp lực là 0,4~0,6MPa, dung lượng thùng vữa nén khoảng 15lít, áp lực là 0,6MPa.

+ Phun vữa áp lực: phun vữa tiên hành theo trình tự từ dưới lên trên, áp lực là 0,2~0,25MPa, nếu trào dung dịch vữa gần lỗ phun vữa hoặc vữa đưa vào lỗ bị ngừng, mới có thể ngừng phun. Nếu vữa bị rò rỉ cục bộ trên mặt tường, có thể ngừng phun 15 phút hoặc sau khi dùng vữa xi măng đông cứng nhanh chèn lắp mới tiếp tục phun. Nếu sau khi phun



Hình 5.59. Sơ đồ thiết bị phun vữa

- Máy nén khí;
- Thùng vữa nén;
- Van chuyển khí;
- Đồng hồ áp lực;
- Lỗ đưa vữa vào;
- Đường ống vận chuyển;
- M miệng phun vữa;
- Tường;
- Vết nứt tường.

với lưu lượng vữa lớn ở gần móng hoặc tấm sàn rỗng mà vẫn chưa phun đầy, nên tăng nồng độ vữa phun hoặc ngừng 1~2h mới tiếp tục phun.

+ Phun bở sung lần hai: sau khi phun xong toàn bộ, ngừng 30 phút lại tiến hành phun bở sung lần hai, để nâng cao độ đặc chắc của vữa phun.

+ Xử lý bề mặt: chèn lấp lõi phun vữa hoặc tháo dỡ (cắt) miệng phun vữa, vệ sinh trát phẳng bề mặt.

II. Ví dụ thực tế phun vữa vết nứt khói xây

Một đơn vị ở Bắc Kinh dùng phương pháp phun vữa áp lực sửa chữa vết nứt, cường độ của nó lớn hơn cường độ khói xây cũ.

1. Nguyên vật liệu vữa phun

Nguyên vật liệu dùng để phun vữa là:

Xi măng: xi măng poóc lăng thông thường mác 325 hoặc 425;

Cát: đường kính hạt < 1,2mm;

Phụ gia: dùng một trong bốn loại phụ gia dưới đây:

Keo 107 (polyvinyl alcohol andehit), hàm lượng chất rắn 12%, độ pH 7~8;

Nước thuỷ tinh (sodium silicate), tỉ trọng 1,36~1,52, mô đun 2,3~3,3;

Polyvinyl acetate, hàm lượng chất rắn 40%;

Dung dịch huyền phù, hàm lượng chất rắn 50% (sản phẩm của Sở Nghiên cứu công trình xây dựng Bắc Kinh).

2. Tỉ lệ cấp phối vật liệu vữa đổ

Tỉ lệ cấp phối vật liệu vữa đổ như bảng 5.10.

Bảng 5.10. Tỉ lệ cấp phối vật liệu vữa đổ

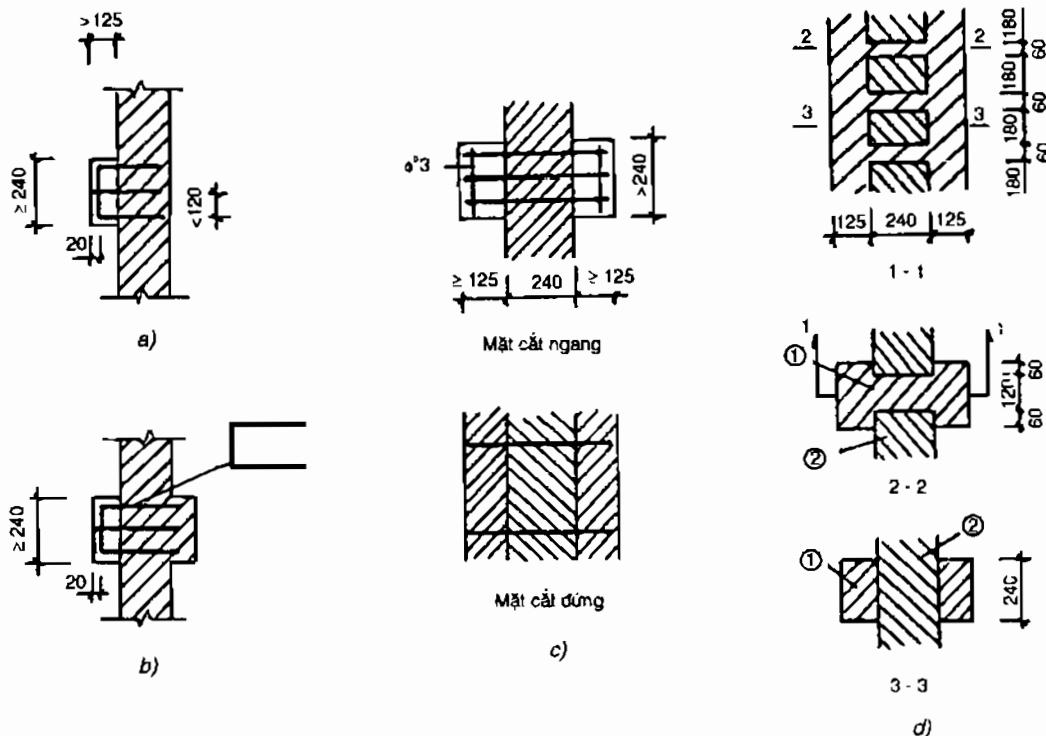
Chủng loại vữa		Xi măng	Nước	Cát	Keo 107	Dung dịch huyền phù	Nước thuỷ tinh	Polyvinyl acetate
Loại I	Loãng	1	0,9		0,2			
	Dẻo	1	0,6		0,2			
	Vữa cát	1	0,6	1	0,2			
Loại II	Loãng	1	0,9			0,20		
	Dẻo	1	0,6			0,15		
	Vữa cát	1	0,6~0,7	1		0,15		
Loại III	Loãng	1	0,9				0,01~0,02	
	Dẻo	1	0,7				0,01~0,02	
	Vữa cát	1	0,6	1			0,01	
Loại IV	Loãng	1	1,2					0,06
	Dẻo	1	0,74					0,055
	Vữa cát	1	0,4~0,7	1				0,06

5.4.3. Gia cố cột đỡ vách

I. Gia cố cột xây đỡ vách

1. Công nghệ gia cố và cấu tạo

Hình thức thông thường của cột gạch đỡ vách như hình 5.60, trong đó *a*, *b* là cột gạch đỡ vách xây thêm ở một phía, *c*, *d* là cột gạch đỡ vách xây thêm ở hai phía.



Hình 5.60. Tường gạch gia cố bằng cột gạch đỡ vách

① Khối xây mới; ② Khối xây cũ.

Liên kết của cột đỡ vách xây thêm với tường gạch cũ, có thể dùng phương pháp cài thép hoặc phương pháp đao găm.

- Phương pháp cài cốt thép: liên kết của phương pháp cài cốt thép như *a*, *b*, *c* trong hình 5.60. Cách làm cụ thể như sau:

+ Đục bỏ lớp trát giữa khối xây mới và cũ, đồng thời xối nước rửa sạch.

+ Trong mạch vữa của tường gạch cài cốt thép liên kết Ø4 hoặc Ø6; nếu cài cốt thép khó khăn, có thể dùng khoan điện để khoan lỗ, sau đó cài cốt thép vào. Khoảng cách ngang của cốt thép cài nên nhỏ hơn 120mm (hình 5.60*a*), khoảng cách đứng thường là 240~300mm (hình 5.60*c*).

+ Xung quanh miệng lỗ buộc bằng cốt thép Ø3 khép kín (hình 5.60*c*).

+ Cột đỡ vách xây bằng vữa hỗn hợp M5~M10, gạch MU7,5. Chiều rộng của cột đỡ vách không nên nhỏ hơn 240mm, chiều dày không nên nhỏ hơn 125mm. Khi xây đến đáy

sàn hoặc đáy dầm, phải dùng vữa xi măng trương nở chèn lắp 5 mạch vữa ngang cuối cùng, để đảm bảo khối xây gia cường phát huy tác dụng một cách có hiệu quả.

- Phương pháp đào gãm: liên kết của phương pháp đào gãm như hình 5.60d. Cách làm cụ thể là: đầu tiên đào bỏ gạch trên đỉnh tường, sau đó khi xây cột đỡ vách mới từ hai phía, dùng “gạch gãm” gãm vào. Vữa dùng khi gãm gạch vào tường cũ tốt nhất nên thêm lượng xi măng trương nở thích hợp, để đảm bảo gạch gãm ép chặt trên và dưới với tường cũ.

Khoảng cách và số lượng cột gạch đỡ vách xác định bằng tính toán.

2. Tính toán kiểm tra sức chịu tải của tường gạch gia cố

Xét tới cột đỡ vách xây sau ứng suất chưa phát huy ngay, khi tính toán sức chịu tải của tường gạch gia cố, trị số thiết kế của cường độ chịu nén của cột gạch đỡ vách xây sau f , phải nhân với hệ số giảm 0,9 để giảm đi. Sức chịu nén của tường gạch gia cố kiểm tra theo công thức sau:

$$N \leq \varphi (fA + 0,9f_1A_1) \quad (5.3)$$

Trong đó:

N - Lực dọc trực do trị số thiết kế tải trọng sinh ra;

φ - Hệ số ảnh hưởng của tỉ lệ chiều cao/chiều dài β và độ lệch tâm e đối với sức chịu tải của cấu kiện chịu nén, có thể lấy theo phụ lục của “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây”;

f, f_1 - Lần lượt là trị số thiết kế cường độ chịu nén của tường gạch cũ và cột đỡ vách mới xây;

A, A_1 - Lần lượt là diện tích mặt cắt của tường gạch cũ và cột đỡ vách mới xây.

Ở đây cần phải chỉ ra: khi tính toán kiểm tra tỉ lệ chiều cao/chiều dài của tường gạch gia cố và trạng thái tới hạn sử dụng bình thường, không cần phải xét tới ứng suất cột đỡ vách mới xây chưa phát huy ngay, có thể giống như tường gạch nói chung, tiến hành theo “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây”.

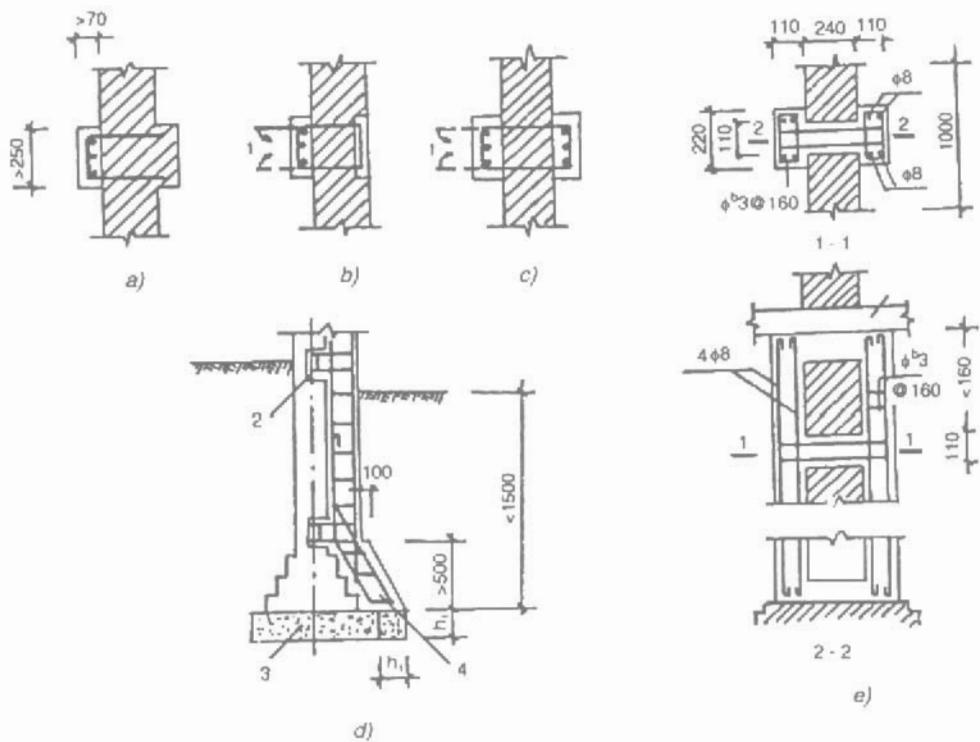
II. Gia cố cột bê tông đỡ vách

1. Công nghệ gia cố và cấu tạo

Hình thức của cột bê tông đỡ vách như hình 5.61. Nó có thể giúp cho tường gạch cũ chịu tải trọng tương đối lớn.

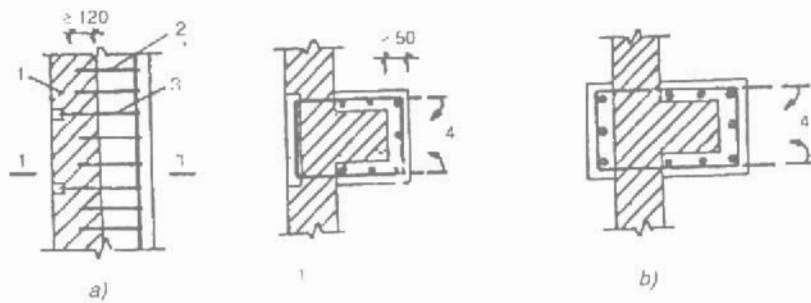
Liên kết giữa cột bê tông đỡ vách với tường gạch cũ rất quan trọng. Đối với tường đã có cột vách, giữa cột mới và cột cũ có thể dùng phương pháp liên kết như hình 5.61a, về cơ bản giống như cột gạch đỡ vách. Nếu chiều dày của tường cũ nhỏ hơn 240mm, cốt thép liên kết hình chữ U phải xuyên qua khối tường và bẻ cong lại (hình 5.61). Hình thức gia cố như hình 5.61c, e có thể nâng cao sức chịu tải của khối tường cũ tương đối nhiều. Khoảng cách đứng của cốt thép hình chữ U trong hình 5.61a, b, c không được lớn hơn 240mm, đường kính cốt thép dọc không nên nhỏ hơn 12mm. Hình 5.61d, e là phương pháp liên kết nêm, khoảng cách dọc của nêm không nên lớn hơn 1m.

Cột bê tông đỡ vách dùng bê tông C15~C20, chiều rộng mặt cắt không nên nhỏ hơn 250mm, chiều dày không nên nhỏ hơn 70mm.



Hình 5.61. Phương pháp cột bê tông đỡ vách gia cố tường gạch
1. Uốn gấp; 2. Nêm bê tông; 3. Móng tường cũ; 4. Móng cột bổ sung thêm.

Phương pháp dùng bê tông gia cố cột vách đỡ tường gạch cũ như hình 5.62. Bê tông đổ bổ sung tốt nhất dùng phương pháp phun để thi công. Để giảm công việc ở hiện trường, gia cố đối với cột vách đỡ tường gạch cũ như hình 5.62a, có thể dùng cách lắp đặt xen kẽ 2 cốt đai không kín miện và 1 cốt đai kín miện. Cốt đai không kín miện gài vào mạch gạch của tường xây cũ, chiều sâu không nên nhỏ hơn 120mm, cốt đai kín miện sau khi xuyên qua khối tường mới bê cong lại. Nếu găm cốt đai gấp khó khăn, trước tiên có thể dùng khoan điện khoan lỗ, sau đó cắm cốt đai vào. Đường kính cốt đai dọc không nên nhỏ hơn 8mm.



Hình 5.62. Cột đỡ vách của tường gạch gia cố bằng bê tông
1. Tường cũ; 2. Cốt đai hở; 3. Cốt đai kín; 4. Uốn gấp.

2. Tính toán kiểm tra sức chịu tải của khối tường gạch

Khối xây sau khi giao có bằng cột bê tông đỡ vách, hình thành khối xây gạch tổ hợp. Xét tới cột bê tông đỡ vách mới đó có quan hệ với trạng thái chịu lực của tường cũ, đồng thời tồn tại sự chậm lại sau của ứng suất, do đó khi tính sức chịu tải của khối xây gạch tổ hợp, đưa hệ số giảm cường độ α đối với cột bê tông đỡ vách mới đó.

Sức chịu nén dọc trực của khối xây gạch tổ hợp, có thể tính theo công thức sau:

$$N \leq \varphi_{\text{con}} [fA + \alpha(f_c A_c + \eta_s f_s A_s)] \quad (5.4)$$

Trong đó:

φ_{con} - Hệ số ổn định cấu kiện khối xây gạch tổ hợp, theo bảng trong "Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây";

α - Hệ số giảm cường độ vật liệu cột bê tông đỡ vách mới đó, nếu khi giao có mà khối xây gạch cũ hoàn hảo, lấy $\alpha = 0,95$; nếu khi giao có mà khối xây gạch cũ có vết nứt tải trọng hoặc có hiện tượng khuyết tật, lấy $\alpha = 0,9$;

A - Diện tích mặt cắt của khối xây gạch cũ;

f_c - Giá trị thiết kế cường độ chịu nén dọc trực của bê tông hoặc lớp mặt vữa của cột đỡ vách, giá trị thiết kế cường độ chịu nén dọc trực của vữa có thể lấy bằng 70% giá trị thiết kế của bê tông cùng cấp cường độ, nếu vữa là M7,5 thì giá trị của nó là 3MPa.

A_c - Diện tích mặt cắt của bê tông hoặc lớp mặt vữa cát;

η_s - Hệ số cường độ của cốt thép chịu nén, nếu là lớp mặt bê tông, lấy bằng 1,0; nếu là lớp mặt vữa cát, lấy bằng 0,90.

A_s, f_s - Lần lượt là diện tích mặt cắt và giá trị thiết kế cường độ chịu nén của cốt thép chịu nén.

Sức chịu tải của khối xây gạch tổ hợp chịu nén lệch tâm (hình 5.63) có thể tính theo công thức sau:

$$N \leq fA' + \alpha(f_c A'_c + \eta_s f'_s A'_s) - \sigma_s A_s \quad (5.5)$$

$$\text{Hoặc} \quad N e_s \leq fS_c + \alpha[f_c S_{c,s} + \eta_s f'_s A'_s (h_0 - a')] \quad (5.6)$$

Lúc này cao độ x của vùng chịu nén có thể xác định theo công thức sau:

$$fS_c + \alpha(f_c S_{c,s} + \eta_s f'_s A'_s e_s) - \sigma_s A_s e_s = 0 \quad (5.7)$$

Trong đó:

A' - Diện tích bộ phận chịu nén của khối xây gạch cũ;

A'_c - Diện tích bộ phận chịu nén của lớp mặt bê tông hoặc vữa;

S_c - Mô men diện tích của diện tích bộ phận chịu nén của khối xây gạch đối với trọng tâm của cốt thép chịu kéo A_s ;

$S_{c,s}$ - Mô men diện tích của diện tích bộ phận chịu nén lớp mặt bê tông hoặc vữa đối với trọng tâm của cốt thép A_s ;

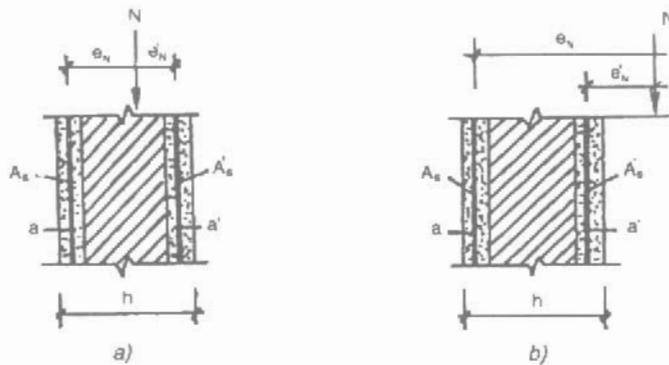
S_N - Mô men diện tích của diện tích bộ phận chịu nén của khối xây gạch đối với điểm tác động của lực dọc trục N ;

$S_{c,N}$ - Mô men diện tích của diện tích bộ phận chịu nén lớp bê tông hoặc vữa đối với điểm tác động của lực dọc trục N ;

e'_N, e_N - Lần lượt là khoảng cách của trọng tâm cốt thép A'_s và A_s đến điểm tác động của lực dọc trục N (hình 5.63);

$$e'_N = e + e_i - (h/2 - a')$$

$$e_N = e + e_i + (h/2 - a)$$



Hình 5.63. Cấu kiện chịu nén lệch tâm của khối xây gạch tổ hợp

e - Độ lệch tâm ban đầu của lực dọc trục. Tính theo giá trị tiêu chuẩn tải trọng, nếu $e < 0,05h$, lấy $e = 0,05h$;

e_i - Độ lệch tâm phụ thêm vào của cấu kiện khối xây gạch tổ hợp dưới tác động của lực dọc trục, $e_i = \frac{\beta^2 h}{2200} (1 - 0,022\beta)$;

h_0 - Cao độ hữu hiệu của mặt cắt cấu kiện khối xây gạch tổ hợp, $h_0 = h - \alpha$;

a, a' - Lần lượt là khoảng cách của trọng tâm cốt thép A'_s và A_s đến cạnh tương đối gần của mặt cắt;

σ_s - Ứng suất của cốt thép chịu kéo A_s . Nếu nén lệch tâm lớn ($\xi < \xi_b$), $\sigma_s = f_y$; nếu nén lệch tâm nhỏ ($\xi \geq \xi_b$):

$$\sigma_s = 650 - 800\xi \quad (5.8)$$

ξ - Chiều cao tương đối của vùng chịu nén mặt cắt cấu kiện khối xây gạch tổ hợp, $\xi = x/h_0$;

ξ_b - Giá trị giới hạn của chiều cao tương đối của vùng chịu nén của cấu kiện khối xây gạch tổ hợp; đối với cốt thép cấp I, lấy bằng 0,55; đối với cốt thép cấp II, lấy bằng 0,425.

III. Ví dụ thực tế công trình

Một nhà làm việc bốn tầng, xây vào những năm 40, vào những năm 80 xây thêm hai tầng, sau khi đưa vào sử dụng, tường ngang trong của tầng dưới phát hiện nhiều vết nứt đứng xuyên suốt bốn hàng gạch, tình hình rất nguy hiểm, cần tiến hành gia cố ngay.

1. Nguyên nhân sự cố

Nguyên nhân sự cố là trước khi thêm tầng chỉ dựa vào bên ngoài cho rằng chất lượng tường gạch rất tốt, quyết định thêm tầng một cách mù quáng. Sau khi sự cố xảy ra, qua đó thực tế phát hiện vữa xây là đất sét-vôi, cường độ rất thấp, tương đương với khoảng M0,4. Qua tính toán thấy rằng sau khi xây thêm hai tầng, một phần khối xây của tầng một đã đạt tới 85% của trạng thái tối hạn.

2. Phương pháp gia cố

Dùng phương pháp cột gạch đỡ vách xây ở hai bên để gia cố tường ngang của tầng I và II. Trên tường cũ của vị trí cột đỡ vách đặt cốt thép liên kết Ø4 có khoảng cách là 240mm. Dùng gạch MU10 và vữa hỗn hợp M10 để xây, khi xây đến 5 hàng gạch cuối cùng dưới sàn, trong vữa cho thêm phụ gia xi măng nở. Do tầng dưới đã có vết nứt tải trọng xuyên qua 4 hàng gạch, một phần tải trọng của khối tường đã đạt tới 85% của tải trọng tối hạn, do đó trước khi thi công phải tiến hành đỡ tải, đồng thời dùng thanh chống ứng suất trước chống đỡ sàn, giảm ứng suất của khối tường thêm một bước, sau đó dùng phương pháp đỡ vữa áp lực để sửa chữa vết nứt.

3. Tính toán sức chịu tải của tường gạch cũ

Chiều dày tường ngang cũ của nhà làm việc này là 240mm, khoảng cách là 4m, chiều sâu của nhà là 6m, chiều cao tầng là 3m, sàn là sàn bê tông cốt thép đổ tại chỗ dày 120mm, áp lực tính toán mà khối tường ngang gánh chịu là 258kN/m.

Cấp của gạch và vữa đất sét-vôi của tường cũ không có cách kiểm tra, dựa vào do thực tế, phán đoán gạch là MU7,5; vữa là M0,4, tra bảng có thể tìm được cường độ của nó là 0,79MPa.

Tính toán tỉ lệ chiều cao/chiều dày của tường:

Do chiều dài của tường ngang gấp hai lần chiều cao ($S = 2H$), tra trong “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây” được:

$$H_0 = 0,9H = 0,9 \times 3,0 = 2,7 \text{ (m)}$$

$$\beta = H_0/h = 270/24 = 11,25 < [\beta] = 16$$

Tra phụ lục của quy phạm, $\varphi = 0,63$, từ đó được trị số thiết kế sức chịu tải của tường gạch cũ là:

$$N_0 = \varphi f A = 0,63 \times 0,79 \times 240 \times 1.000 = 119,5 \text{ (kN)} < N$$

Từ kết quả tính toán trên cho thấy, tường gạch này cần phải tiến hành gia cố.

4. Thiết kế gia cố

Kích thước mặt cắt của cột đỡ vách như hình 5.64. Dựa vào MU10 và M10 tra được giá trị thiết kế cường độ chịu nén của cột đỡ vách là $f_1 = 1,99 \text{ MPa}$.

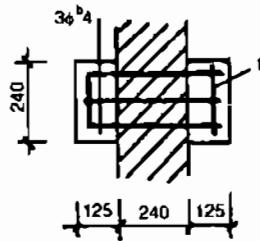
$$I = \frac{1}{12} [(100 - 24) \times 24^3 + 24 \times 49^3] = 3,23 \times 10^5 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$A = 100 \times 24 + 24 \times 25 = 3.000 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Chiều dày chuyển đổi h_T là:

$$h_T = 3,5i = 3,5 \sqrt{\frac{I}{A}} = 36,4 \text{ (cm)}$$

$$\lambda = \frac{H_0}{h_i} = \frac{270}{36,4} = 7,4; \text{ tra được } \varphi = 0,81.$$



Dựa vào công thức (5.3), ta có:

$$\begin{aligned} N_P &= \varphi (fA + 0,9f_1A_1) = 0,81(0,79 \times 240 \times 1.000 + 0,9 \times 1,99 \times 240 \times 250) \\ &= 2,4 \times 10^5 \text{ (N)} < N = 2,58 \times 10^5 \text{ (N)}. \end{aligned}$$

Từ đó cho thấy, cột đỡ vách có khoảng cách 1m là quá lớn, số cột đỡ vách trong 1m nên là: $n = \frac{2,58}{2,4} = 1,075$.

Từ đó tìm được khoảng cách giữa các cột đỡ vách là: $\frac{1}{n} = \frac{1,00}{1,075} = 0,93 \text{ (m)}$, trên tường ngang dài 6m bố trí 6 cột đỡ vách, khoảng cách trung bình là 0,86m.

5.4.4. Gia cố vữa xi măng lưới thép

I. Phương pháp gia cố và phạm vi sử dụng

Phương pháp vữa xi măng lưới thép gia cố tường gạch, là phương pháp gia cố mà sau khi bỏ lớp trát trên bề mặt tường gạch cần gia cố, hai mặt đặt tấm lưới thép Ø4~Ø8, sau đó phun vữa xi măng (hoặc bê tông đá nhỏ) (như hình 5.65). Vì thông thường gia cố hai mặt tường, do đó tường sau khi gia cố được gọi là tường kẹp bán. Tường kẹp bán có thể nâng sức chịu tải của tường gạch, độ cứng bên và tính giãn của khói tường lên rất nhiều.

Hiện nay phương pháp xi măng lưới thép thường dùng gia cố các trường hợp dưới đây:

- Do chất lượng thi công kém, khiến cho sức chịu tải của tường gạch nhiều chỗ không đạt yêu cầu thiết kế.

- Cục bộ khói tường của tường giữa các cửa sổ không đạt yêu cầu thiết kế (hình 5.66).

- Sức chịu tải của tường gạch không đủ do nâng tầng hoặc vượt tải.

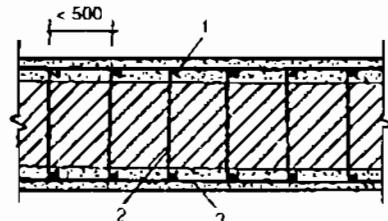
- Do hoà hoan hoặc động đất khiến cho sức chịu tải hoặc độ cứng của cả mảng tường không đủ.

Những trường hợp dưới đây không nên dùng phương pháp xi măng lưới thép tiến hành gia cố:

- Tường gạch thông tâm có đường kính lỗ lớn hơn 15mm và tường gạch rỗng dày 240mm.

- Khối tường mà mác vữa xây thấp hơn M0,4.

Hình 5.64. Phương pháp cột đỡ vách
gia cố một tường gạch
1. Cột thép phân bố Ø3



Hình 5.65. Xi măng lưới thép
gia cố khói tường

1. Cột thép chịu lực chiều đứng;
2. Thép gông;
3. Cột thép phân bố ngang.

- Khối tường có kiêm, hoặc vết dầu khô loại bỏ, không thể đảm bảo vữa bê tông dính kết với khối tường.

II. Tính toán thiết kế

1. Tính toán sức chịu nén của mặt cắt ngang

Khối tường sau khi già cố bằng phương pháp xi măng lưới thép (tường kẹp bản) trở thành khối xây tổ hợp, tính toán sức chịu nén mặt cắt ngang của nó có thể tính theo công thức 5.3~5.6.

2. Tính toán sức chịu cắt của mặt cắt nghiêng

Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến sức chịu cắt của tường kẹp bản, chủ yếu có ứng suất nén mà khối tường bên trên truyền xuống, chiều dày và cường độ chống cắt của lớp vữa mặt, lượng hỗn trộn lưới cốt thép trong tường kẹp bản và cường độ của nó cùng với chiều dày và cường độ chống cắt của tường gạch cũ. Qua thí nghiệm, sức chịu cắt của tường kẹp bản có thể tính toán kiểm tra theo công thức sau.

$$V_k < \frac{(f_c + 0.7\sigma_0)A_k}{1.9} \quad (5.9)$$

Trong đó:

V_k - Lực cắt mà tường kẹp bản thứ k của tầng phải gánh chịu;

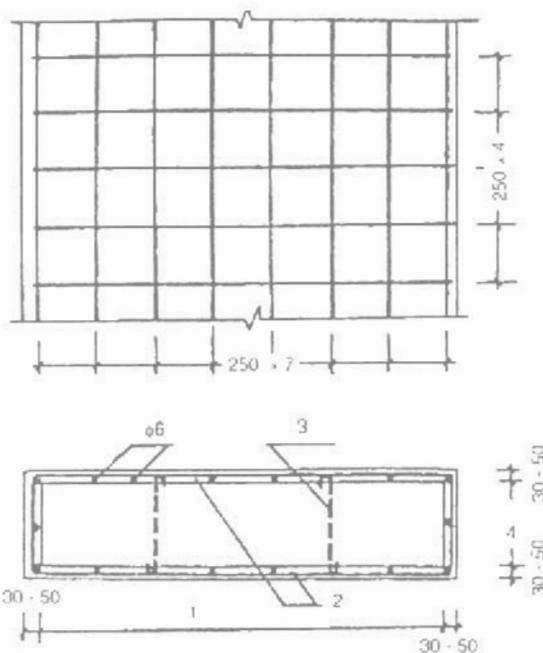
σ_0 - Ứng suất nén bình quân của mặt cắt tường kẹp bản ở vị trí $1/2$ chiều cao tầng;

A_k - Diện tích mặt cắt ngang của tường kẹp bản thứ k của tầng ở vị trí $1/2$ chiều cao tầng (trừ diện tích lỗ cửa sổ). Đối với tường xây rỗng và tường gạch thông tâm, diện tích mặt cắt đều bao gồm diện tích rỗng và phần thông tâm (vẫn cần trừ diện tích lỗ cửa sổ);

f_c - Cường độ kháng cắt của khối xây tường kẹp tinh chuyển đổi thành tường gạch vốn có (gọi tắt là cường độ kháng cắt tinh chuyển đổi). Dựa vào sự khác nhau của điều kiện sửa chữa và già cố, lấy giá trị nhỏ hơn sau khi tính toán theo hai trường hợp dưới đây (công thức 5.9a và 5.9b).

Nếu không chế theo cường độ vữa trát lớp mặt:

$$f_c = \frac{nt_1}{t_m} f_{ct} + \frac{2}{3} f_{st} + \frac{0.03nA_{vt}}{\sqrt{8t_m}} f_{ct} \quad (5.9a)$$



Hình 5.66. Xi măng lưới thép già cố tường giữa các cửa sổ

- Chiều rộng của tường giữa các cửa sổ;
- Mặt trát vữa xi măng;
- Ø6 (nếu chiều rộng của tường nhỏ hơn 1m, có thể bỏ);
- Chiều dày của tường.

Nếu khống chế theo cường độ cốt thép:

$$f_v = \frac{0,4nt_1}{t_m} f_{v1} + 0,26f_m + \frac{0,35nA_{sv1}}{\sqrt{st_m}} f_{vv} \quad (5.9b)$$

Trong đó:

t_1 - Chiều dày lớp mặt vữa hoặc lớp mặt vữa của lưới cốt thép (mm);

t_m - Chiều dày tường gạch cũ;

n - Số lớp mặt gia cố của một tường kẹp bản. Khi trát một mặt là 1, khi trát hai mặt là 2;

f_{v1} - Cường độ chống cắt của vữa lớp mặt (N/mm^2). Tính theo công thức sau:

$$f_{v1} = 1,4\sqrt{M}$$

M - Cấp vữa của lớp mặt;

f_m - Cường độ chống cắt của mạch khói xây gạch, đối với tường nút mà không sửa chữa vết nứt, lấy $f_m = 0$;

A_{sv1} - Diện tích mặt cắt của một thanh cốt thép;

s - Khoảng cách cốt thép của lưới cốt thép, tính bằng mm, đơn vị của \sqrt{s} trong công thức vẫn lấy là mm.

3. Tính toán kiểm tra chống động đất của tường kẹp bản

Nếu ở vùng có động đất gia cố tường gạch dùng lớp mặt xi măng lưới thép, sức chịu cắt của mặt cắt của nó có thể tính theo công thức mà Viện Nghiên cứu khoa học xây dựng Trung Quốc đề nghị:

$$V_K \leq \frac{0,8}{\zeta} \left(0,4f_v \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_v}} A_K + 1,4\sqrt{f_{c1}} A_c + \frac{2nf_v A_{sv1} L}{s} \right) \quad (5.10)$$

Trong đó:

V_K - Lực cắt động đất mà tường kẹp bản thứ k của tầng phải gánh chịu;

ζ - Hệ số không đồng đều của lực cắt mặt cắt. Đối với hình vuông, lấy $\zeta = 1,2$;

f_v - Cường độ chịu cắt của mặt cắt khói xây gạch đọc theo bậc thang. Dùng theo quy phạm kết cấu khói xây;

f_{c1} - Giá trị thiết kế cường độ chịu nén của lớp mặt vữa xi măng lưới thép;

A_c - Diện tích mặt cắt của lớp mặt vữa xi măng lưới thép mà tính toán kiểm tra tường kẹp bản ở vị trí 1/2 chiều cao tầng;

L - Chiều dài ngang của tường gạch.

Ý nghĩa của các ký hiệu khác như công thức 5.9.

Khi phân phối lực cắt động đất của tầng, độ cứng tương đối chống lại lực bén của tường kẹp bản thứ k của tầng có thể tính gần đúng theo công thức dưới đây:

$$D = E_c A_c + E_K A_K = \alpha_d E_m A_m \quad (5.11)$$

Nếu cấp cường độ vữa khối xây của các tường kẹp bản của tầng như nhau, có thể dùng công thức dưới đây tính đơn giản độ cứng tương đối d của tường kẹp bản, đồng thời lực cắt động đất phân phối các tầng là:

$$d = \alpha_d A_K \quad (5.12)$$

Trong đó:

E_c, E_K - Lần lượt là mô đun đàn hồi của lớp mặt vữa già cố và mô đun đàn hồi của khối xây gạch;

α_d - Hệ số nâng cao độ cứng chống lực bên của tường kẹp bản, đối với tường gạch thông tâm và tường xây rỗng 240mm, có thể dùng theo bảng 5.11.

Bảng 5.11. Hệ số nâng cao độ cứng lực chống ngang của tường kẹp bản

Chiều dày lớp mặt (mm)	Cấp cường độ vữa lớp mặt	Gia cố một mặt			Gia cố hai mặt		
		Mác vữa xây tường cũ			Mác vữa xây tường cũ		
		0,4	1,0	2,5	0,4	1,0	2,5
20	M10	1,39	1,12	-	2,71	1,98	1,70
	M15	1,58	1,13	-	3,22	2,27	1,91
30	M10	1,71	1,30	1,15	3,57	2,47	2,06
	M15	2,00	1,46	1,26	4,33	2,90	2,37
40	M10	2,03	1,49	1,29	4,43	2,96	2,41
	M15	2,43	1,70	1,44	5,44	3,54	2,83

4. Yêu cầu cấu tạo của tường kẹp bản

Lớp gia cố phải đáp ứng những yêu cầu cấu tạo dưới đây:

- Nếu dùng lớp mặt vữa xi măng gia cố, chiều dày nên là 20~30mm; nếu dùng lớp mặt vữa xi măng lưới thép gia cố, chiều dày nên là 30~45mm; nếu chiều dày lớp mặt lớn hơn 45mm, thì lớp mặt nên dùng bê tông đá nhỏ.

- Cấp cường độ vữa xi măng của lớp mặt nên là M7,5~M15. Cấp cường độ bê tông lớp mặt nên là C15 hoặc C20.

- Lưới cốt thép nên dùng cốt thép Ø4~Ø6 xuyên tường hình "s" cố định với khối tường. Khoảng cách cốt thép hình "s" không được lớn hơn 500mm; đối với khối tường gia cố một mặt, thì lưới cốt thép có thể dùng cốt thép Ø4 hình "Π" đóng vào tường để cố định với tường (thay thế cho cốt thép hình "~"). Để tăng cường cố định lưới cốt thép vào khối tường, khi cần thiết ở giữa còn cần tăng thêm cốt thép Ø4 hình chữ "Π" hoặc đinh thép 4" đóng vào trong mạch vữa của khối tường.

- Chiều dày lớp bảo vệ của cốt thép chịu lực, không được nhỏ hơn số liệu trong bảng 5.12, khoảng cách cốt thép chịu lực tới bề mặt khối xây không được nhỏ hơn 5mm.

- Cốt thép chịu lực nên dùng cốt thép cấp I, đối với lớp mặt bê tông cũng có thể dùng cốt thép cấp II. Tỉ lệ bố trí cốt thép một phía của cốt thép chịu nén, đối với lớp mặt vữa không nên ít hơn 0,1%; đối với lớp mặt bê tông không nên ít hơn 0,2%. Tỉ lệ bố trí cốt thép của cốt thép chịu kéo, không nên ít hơn 0,1%. Đường kính của cốt thép chịu lực không được nhỏ hơn 8mm. Khoảng cách thông thuỷ của cốt thép không được nhỏ hơn 30mm.

Bảng 5.12. Chiều dày lớp bảo vệ

Chủng loại cấu kiện	Điều kiện môi trường	
	Môi trường bình thường trong phòng	Môi trường ngoài trời hoặc trong nhà ẩm ướt
Tường	15	25
Cột	25	35

Ghi chú: Nếu lớp mặt của cột là vữa xi măng, chiều dày lớp bảo vệ có thể giảm đi 5mm.

- Đường kính của cốt đai (cốt thép ngang), không nên nhỏ hơn 4mm và 0,2 lần đường kính cốt thép chịu lực, đồng thời không nên lớn hơn 6mm. Khoảng cách của cốt đai, không nên lớn hơn 20 lần đường kính của cốt thép chịu lực và 500mm, đồng thời không nên nhỏ hơn 120mm.

- Nếu cốt thép ngang của lưới cốt thép gấp lỗ cửa sổ, nên uốn thành móc thẳng 90° chạy dọc theo viền lỗ để neo cố định.

- Lỗ của cốt thép hình chữ “~” xuyên qua tường phải dùng máy khoan để khoan.

5. Những điều chú ý khi thi công tường kẹp bê tông

Để đảm bảo dính kết tốt giữa lớp gia cố và mặt tường cũ, khi thi công nên chú ý những điều dưới đây:

- Làm tốt công việc vệ sinh mặt tường cũ, đối với bộ phận tường cũ bị tổn thương hoặc có kiềm, phải loại bỏ sửa lại.

- Đối với lớp trát dính kết không vững, cường độ thấp phải loại bỏ, đồng thời rửa sạch.

- Trước khi trát vữa xi măng, đầu tiên phải làm ướt mặt tường.

- Phải phân thành từng lớp trát vữa xi măng, chiều dày mỗi lớp không được lớn hơn 15mm.

- Vữa xi măng phải tiến hành thi công trong môi trường nhiệt độ trên 5°C đồng thời làm tốt công việc bảo dưỡng.

6. Ví dụ thực tế công trình

Dùng ví dụ thực tế công trình trong mục 5.4.3 sửa thành gia cố lớp mặt vữa xi măng lưới thép.

- Công nghệ gia cố: giá thành của lớp mặt vữa xi măng lưới thép cao hơn so với cột đỡ vách của tường dùng trong ví dụ trước, nhưng sau khi gia cố mặt tường trong bêng phẳng. Cách gia cố cụ thể là: sau khi dỡ tái và tác động ứng suất trước cho thanh chống, đục bỏ lớp trát của tường gạch cũ đồng thời rửa sạch, dùng phương pháp đỗ vữa áp lực sửa chữa vết nứt, sau đó đục lỗ trên tường để xuyên thép liên kết hình chữ “~”, cuối cùng buộc lưới cốt thép, phun vữa xi măng.

- Thiết kế gia cố: cốt thép dùng cốt thép cấp I, vữa xi măng dùng M10, dựa vào cầu tạo, chiều dày của nó lấy bằng 30mm.

$$\beta = \frac{H_a}{h} = \frac{270}{30} = 9, \text{ tra bảng được } \varphi_{\text{con}} = 0,89$$

Cường độ vữa xi măng $f_c = 0,7 \times 5 = 3,5$ (MPa)

Từ công thức (5.4) ta được:

$$N = \varphi_{con} [fA + \alpha(f_c A_c + \eta_s f_y A_s)] \\ = 0,89[0,79 \times 240 \times 1.000 + 0,9(3,5 \times 60 \times 1.000 + 0,9 \times 210 \times A_s)]$$

Lấy $N = 2,58 \times 10^5$ (N) thay vào, ta được $A_s < 0$.

Từ kết quả tính toán trên, cho thấy bố trí cốt thép theo cấu tạo là có thể được, lấy lưới cốt thép Ø6 @500.

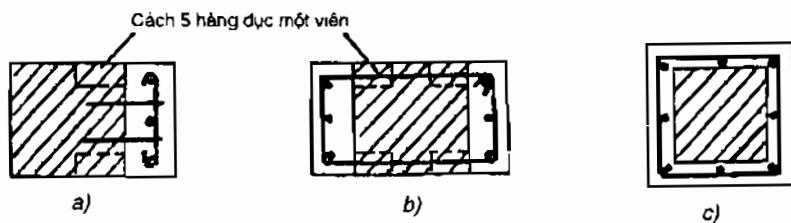
Do ngôi nhà này ở trong vùng không có động đất, sức chống cắt của tường gạch cũ đã đảm bảo, sau khi dùng lớp mặt xi măng lưới thép gia cố, lực chống xiên được nâng cao lên rất nhiều. Do đó không cần tính toán kiểm tra lại sức chịu tải ngang của tường.

5.4.5. Bê tông bọc ngoài gia cố cột gạch

Cột gạch già cỗi bằng bê tông bọc ngoài bao gồm hai loại: già cỗi lớp bê tông bọc ngoài một bên, hai bên (gọi tắt là già cỗi mặt bên) và già cỗi bê tông bọc ngoài cả bốn phía, như hình 5.67.

1. Gia cỗi bọc bê tông mặt bên

Nếu mố men uốn mà cột gạch gánh chịu tương đối lớn, thông thường dùng phương pháp chỉ đổ thêm lớp bê tông ở mặt chịu nén để già cỗi (hình 5.67a) hoặc đổ thêm lớp bê tông ở hai mặt để già cỗi (hình 5.67b).



Hình 5.67. Cột gạch già cỗi bê tông bọc ngoài

a. Bọc ngoài mặt bên; b. Bọc ngoài hai mặt; c. Bọc ngoài bốn mặt.

Nếu dùng phương pháp già cỗi mặt bên, liên kết cột mới và cột cũ rất quan trọng. Do đó, khi già cỗi hai mặt phải dùng cốt đai xuyên qua; khi già cỗi một mặt phải ghim định bê tông vào hoặc bu lông nở trong tường gạch cũ. Ngoài ra, cho dù là già cỗi một mặt hoặc già cỗi hai mặt, nếu h lớn hơn 37cm, cứ cách 5 hàng gạch đập bỏ đi một viên gạch góc của cột gạch cũ, để bê tông mới có thể kết hợp tốt với tường cũ (như hình 5.67a, b). Khi thi công, gạch góc bị đập bỏ ở các góc trên dưới phải so le nhau, đồng thời cây chống phải tác động ứng suất trước, để bảo đảm an toàn.

Cấp cường độ của bê tông mới đổ nên dùng C15 hoặc C20, khoảng cách của cốt thép chịu lực cách cột gạch không được nhỏ hơn 50mm, tỉ lệ bố trí cốt thép của cốt thép chịu nén không nên nhỏ hơn 0.2%, đường kính không nên nhỏ hơn 8mm.

Cột gạch sau khi già cỗi lớp bê tông tăng thêm ở mặt bên thành khối xây gạch tổ hợp, sức chịu nén của nó có thể tính theo công thức 5.4~5.7.

2. Cột gạch già cỗi bê tông bọc ngoài cả bốn mặt

Hiệu quả của cột gạch gia cố bê tông bọc ngoài cả bốn mặt tương đối tốt, hiệu quả nâng cao sức chịu tải đối với cột gạch chịu nén dọc trực và cột gạch chịu nén lệch tâm càng đặc biệt rõ rệt.

Nếu lớp bê tông mỏng, lớp bê tông ngoài có thể dùng vữa. Cấp vữa không được thấp hơn M7,5. Lớp bê tông ngoài phải đặt cốt đai khép kín Ø4~Ø6, khoảng cách không nên lớn hơn 150mm.

Do tác dụng của cốt đai khép kín, làm cho biến dạng mặt bên của cột gạch chịu sự ràng buộc, tình trạng chịu lực giống như khối xây gạch có bố trí lưới cốt thép. Do đó, sức chịu nén của cột gạch gia cố bê tông bọc ngoài cả bốn mặt có thể tính theo công thức sau:

$$N \leq N_1 + 2\alpha_1 \varphi_n \frac{\rho_v f_y}{100} \left(1 - \frac{2e}{j}\right) A \quad (5.13)$$

Tuy nhiên:

N_1 - Cột gạch gia cố tính theo khối xây gạch tổ hợp, nghĩa là sức chịu nén được tính theo công thức 5.4~5.7;

φ_n - Hệ số ảnh hưởng của tỉ lệ chiều cao/chiều dày, tỉ lệ bố trí cốt thép và độ lệch tâm của lực dọc trực đối với sức chịu tải của cấu kiện chịu nén của khối xây gạch có bố trí lưới cốt thép. Lấy theo phụ lục của "Quy phạm thiết kế kết cấu khói xây";

ρ_v - Tỉ lệ bố trí cốt đai theo thể tích. Nếu chiều dài của cốt đai là a , chiều rộng là b , khoảng cách là s , diện tích mặt cắt của một nhánh là A_{wi} thì:

$$\rho_v = \frac{2A_{wi}(a+b)}{abs} \times 100:$$

Trong đó:

e - Khoảng cách lệch tâm của lực dọc trực;

f_y - Giá trị thiết kế cường độ chịu kéo của cốt đai;

A - Diện tích mặt cắt của cột gạch được gia cố;

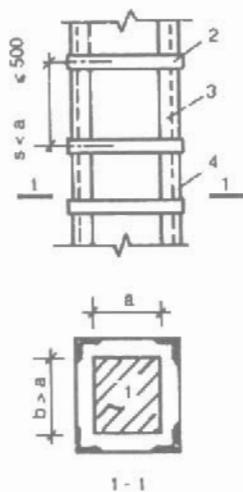
α_1 - Hệ số giảm của cường độ vật liệu mới đỗ, nó có liên quan với trạng thái chịu lực của cột cũ; nếu trước khi gia cố cột gạch cũ không bị hư hỏng, lấy $\alpha_1 = 0,9$; nếu hư hỏng một phần hoặc ứng suất tương đối cao, lấy $\alpha_1 = 0,7$.

5.4.6. Gia cố bê tông ở ngoài

I. Phương pháp gia cố

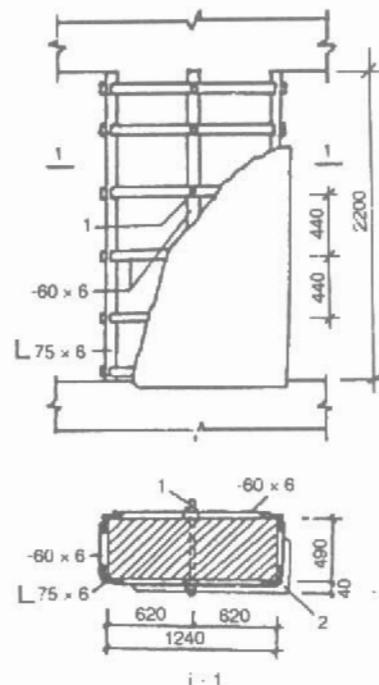
Ưu điểm của phương pháp gia cố bê tông ở ngoài là: trong trường hợp về cơ bản không tăng thêm kích thước của khói xây, sức chịu tải của khói xây có thể nâng cao tương đối nhiều, sức chống bén và tịnh giản của nó càng tăng ở mức độ cao hơn. Dựa vào thí nghiệm, sức chống bén có thể nâng cao hơn 10 lần, do đó về bản chất nó đã làm thay đổi đặc trưng phá huỷ giòn của khói xây.

Fương pháp gia cố bê tông ở ngoài chủ yếu dùng để gia cố cột gạch (hình 5.68) và tường giữa các cửa sổ (hình 5.69).



Hình 5.68. Bọc ngoài bằng thép góc để gia cố cột gạch

1. Khối xây;
2. Thanh giằng;
3. Thép góc;
4. Liên kết hàn.



Hình 5.69. Bọc ngoài bằng thép

để gia cố tường giữa các cửa sổ

1. Bu lông Ø25;
2. Trát vữa dây 40.

Cách làm thông thường của cột gạch gia cố bọc thép ở bên ngoài là: dùng vữa xi măng dán thép góc ở bốn góc của cột gạch chịu lực, đồng thời dùng kẹp kẹp chặt, tiếp đó dùng bänder liên kết thép góc thành một khối, rồi bỏ kẹp đi, trát vữa xi măng để bảo vệ thép góc. Thép góc phải neo chắc vào móng, phải có biện pháp neo tốt ở phần trên, để đảm bảo tham gia làm việc một cách có hiệu quả.

Do chiều rộng của tường giữa các cửa sổ lớn hơn rất nhiều so với chiều dày của nó, vì vậy nếu chỉ dùng phương pháp thép góc bọc ngoài ở bốn góc để gia cố, thì không thể giữ một cách có hiệu quả phần giữa của tường, không có tác dụng theo mong muốn. Do đó, nếu tỉ lệ chiều cao/chiều dày của tường lớn hơn 2,5, ở hai bên của phần giữa tường ở giữa các cửa sổ nên thêm một cây thép dẹt theo chiều đứng, đồng thời dùng bu lông kéo căng chúng. Sau khi kết thúc gia cố, trát lớp vữa bảo vệ, để ngăn ngừa thép góc bị giật.

Thép góc bọc ngoài không nên nhỏ hơn L 50 x 5, thép dẹt và bänder có thể dùng 35 x 5 hoặc 60 x 12.

II. Tính toán thiết kế

Sau khi gia cố bọc thép ở ngoài, khối xây trở thành khối xây gạch tổ hợp, nhưng do tác dụng ràng buộc nhất định của thép dẹt và bänder đối với biến dạng ngang của cột gạch, làm cho cường độ chịu nén của cột gạch được nâng cao. Tham khảo phương pháp tính toán của cột gạch tổ hợp bê tông và khối xây gạch có cốt thép dạng lưới, có thể được công thức tính toán sức chịu tải như sau:

Đối với cột gạch sau khi gia cố trở thành cột chịu nén dọc trực, công thức tính toán là:

$$N \leq \varphi_{con} [f \cdot A + \alpha \cdot f_a A_a] + N_{av} \quad (5.14)$$

Đối với cột gạch sau khi gia cố trở thành cột chịu nén lệch tâm, công thức tính toán là:

$$N \leq f \cdot A + \alpha \cdot f_a A_a - \sigma_a A_a + N_{av} \quad (5.15)$$

Trong đó:

f_a - Giá trị thiết kế cường độ chịu nén của thép hình gia cố;

A_a , A - Lần lượt là diện tích mặt cắt của thép hình gia cố chịu nén hoặc chịu kéo;

N_{av} - Do sự ràng buộc của bản mã và thép góc đối với cột gạch, làm cho cường độ khối xây gạch nâng cao mà làm tăng sức chịu tải của cột gạch, có thể tính theo công thức sau:

$$N_{av} = 2\alpha_1 \varphi_n \frac{\rho_{av} f_{av}}{100} \left(1 - \frac{2e}{y}\right) A \quad (5.16)$$

Trong đó:

ρ_{av} - Tỉ lệ bố trí cốt đai theo thể tích, nếu lấy diện tích mặt cắt của một nhánh bản mã là A_{av1} , khoảng cách là s , ta có: $\rho_{av} = \frac{2A_{av1}(a+b)}{abs}$;

f_{av} - Giá trị thiết kế cường độ chịu kéo của bản mã;

σ_a - Ứng suất của thép hình A_a chịu kéo. Có thể tính theo công thức 5.8.

Ý nghĩa các kí hiệu khác giống như ý nghĩa các kí hiệu trong công thức 5.13.

Chiều cao vùng chịu nén x có thể tham khảo tính toán theo công thức 5.7.