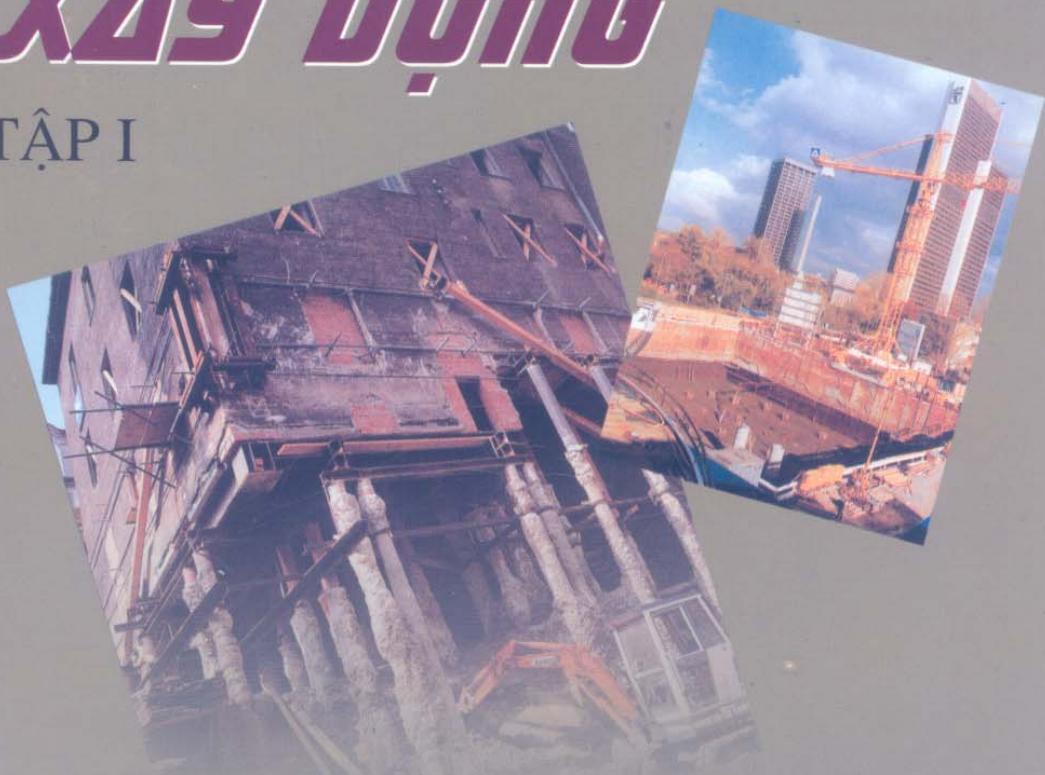


VƯƠNG HÁCH (Chủ biên)

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

TẬP I



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

**VƯƠNG HÁCH** (*Chủ biên*)

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

**Tập I**

(*Tái bản*)

*Biên dịch : Nguyễn Đăng Son*

*Hiệu đính : Vũ Trường Hạo  
Vũ Quốc Chính*

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2009**

Dịch từ nguyên bản tiếng Trung quốc:

王琳 主編

# 建筑工程事故處理手冊

第一章 總論

第二章 檢測技術

第三章 地基工程事故處理

第四章 基礎工程事故處理

中國建築工業出版社

## LỜI GIỚI THIỆU

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

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

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

*Do cuốn sách tương đối dày, để thuận tiện cho bạn đọc sử dụng, Nhà xuất bản Xây dựng in thành 3 tập 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 hóa, cũng là đòi hỏi quản lý tốt, sử dụng tốt công trình xây dựng, càng là một kỹ năng cơ bản mà mỗi người mang danh là người xây dựng công trình và người quản lý phải nắm vững.

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

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

Tư tưởng chỉ đạo biên tập cuốn sổ tay này không chỉ cung cấp những nguyên tắc cơ bản và phương pháp phân tích, xử lý sự cố, giới thiệu một số ví dụ thực tế xử lý sự cố điển hình có thể tham khảo, mà còn cố gắng có tác dụng 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 bầy, 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 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 lí sự cố cũng thường cần sửa chữa một cách tổng hợp, khi biên soạn tuy đã chia thành 12 chương, nhưng xử lí 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, đổi 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 và vấn đề, 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 GIẢ

# **TỔNG MỤC LỤC**

## **1. Khái niệm chung**

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

## **2. Kỹ thuật Đo kiểm tra**

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

## **3. Xử lý sự cố công trình nền**

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

## **4. Xử lý sự cố công trình móng**

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

## **5. Xử lý sự cố công trình xây**

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

## **6. Xử lý sự cố công trình bê tông cốt thép**

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

- 6.4. Xử lý sự cố cường độ bê tông không đủ
- 6.5. Xử lý sự cố lỗ rỗng, lọ cốt thép của bê tông
- 6.6. Xử lý sự cố đồ vỡ cục bộ
- 6.7. Kỹ thuật giàn cố tăng cường cường độ

## **7. Xử lý sự cố công trình bê tông ứng suất trước**

- 7.1 Xử lý sự cố công cụ neo không đạt yêu cầu
- 7.2. Xử lý sự cố cốt thép ứng suất trước
- 7.3. Xử lý sự cố đường rãnh để sẵn
- 7.4. Xử lý sự cố nứt kết cấu bê tông ứng suất trước
- 7.5. Xử lý sự cố mất hiệu lực ứng suất trước
- 7.6. Xử lý sự cố cầu kiện ứng suất trước đồ vỡ
- 7.7. Xử lý 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 cầu 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 dầm 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, đài nước
- 9.3. Xử lý sự cố công trình bể chứa, gian bơm giếng chìm, già 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 I)

<b>1. KHÁI NIỆM CHUNG</b>	13
<b>1.1. Phân loại sự cố chất lượng công trình và nguyên nhân thường gặp</b>	13
1.1.1. Hàm ý của sự cố chất lượng công trình	13
1.1.2. Phân loại sự cố chất lượng công trình	14
1.1.3. Nguyên nhân chủ yếu của sự cố chất lượng công trình	14
1.1.4. Nguyên nhân thường gặp của sự cố sập đổ, chuyển vị, biến dạng, nứt	16
<b>1.2. Nhiệm vụ và đặc điểm xử lí sự cố chất lượng</b>	20
1.2.1. Nhiệm vụ chủ yếu của xử lí sự cố chất lượng	20
1.2.2. Đặc điểm của xử lí sự cố công trình	21
<b>1.3. Nguyên tắc và yêu cầu cơ bản xử lí sự cố chất lượng</b>	22
1.3.1. Điều kiện cần phải có trong xử lí sự cố chất lượng	22
1.3.2. Nguyên tắc chung và những điều chú ý trong xử lí sự cố chất lượng	23
1.3.3. Những điều chú ý trong xử lí sự cố nền móng	25
1.3.4. Những điều chú ý trong xử lí sự cố nứt	25
1.3.5. Những điều chú ý trong xử lí sự cố biến dạng lệch vị trí	26
1.3.6. Những điều chú ý trong xử lí sự cố cường độ không đủ	26
1.3.7. Những điều chú ý trong xử lí sự cố kết cấu thép	26
1.3.8. Những điều chú ý trong xử lí sự cố sập đổ cục bộ	27
<b>1.4. Trình tự và nội dung chủ yếu xử lí sự cố chất lượng</b>	27
1.4.1. Trình tự công việc nói chung của xử lí sự cố	27
1.4.2. Điều tra sự cố	27
1.4.3. Biện pháp bảo vệ tạm thời và thực thi	30
1.4.4. Phân tích nguyên nhân sự cố	30
1.4.5. Kiểm định độ tin cậy của kết cấu	31
1.4.6. Báo cáo điều tra sự cố	36
1.4.7. Khảo sát hiện trường trước lúc xử lí	38
1.4.8. Xác định phương án xử lí	38
1.4.9. Thiết kế xử lí sự cố	38
1.4.10. Thi công xử lí sự cố	38
1.4.11. Nghiệm thu công trình và kiểm nghiệm hiệu quả xử lí	39
1.4.12. Kết luận xử lí sự cố	39
<b>1.5. Phương pháp xử lí thường dùng và phạm vi sử dụng</b>	40
1.5.1. Xử lí bê tông	40
1.5.2. Sửa chữa cục bộ	40
1.5.3. Chữa vị trí bị lệch	40
1.5.4. Kỹ thuật thay đổi nền móng	41

1.5.5. Xử lí sự cố móng cọc	41
1.5.6. Chống thấm, bịt rò rỉ	42
1.5.7. Thay đổi công nghệ thi công	43
1.5.8. Giảm tải trọng	43
1.5.9. Thay đổi phương án kết cấu hoặc cấu tạo để giảm bớt nội lực	43
1.5.10. Bổ sung gia cường	44
1.5.11. Nâng cao tính đồng nhất của công trình	45
1.5.12. Các phương pháp xử lí khác	46
<b>2. KỸ THUẬT ĐO KIỂM TRA</b>	<b>47</b>
<b>2.1. Đo kiểm tra cường độ thực tế và tính năng của vật liệu kết cấu</b>	<b>47</b>
2.1.1. Đo kiểm tra cường độ bê tông tại hiện trường	47
2.1.2. Đo kiểm tra cường độ cốt thép (vật liệu thép) và ứng suất thực tế	66
2.1.3. Phương pháp phân tích hoá học xi măng và bê tông	73
2.1.4. Đo kiểm tra cường độ khối xây, vữa xây và gạch	77
<b>2.2. Đo kiểm tra chất lượng bên trong cấu kiện bê tông</b>	<b>80</b>
2.2.1. Đo kiểm tra tính đồng đều và khuyết tật bên trong cấu kiện bê tông	80
2.2.2. Xác định vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ	84
2.2.3. Đo kiểm tra mức độ ăn mòn cốt thép bên trong cấu kiện bê tông	86
<b>2.3. Đo kiểm tra nút kết cấu</b>	<b>89</b>
2.3.1. Đo kiểm tra nút cấu kiện bê tông	89
2.3.2. Đo kiểm tra vết nứt kết cấu khối xây	93
2.3.3. Đo kiểm tra vết nứt và mối hàn của kết cấu thép	93
<b>2.4. Quan trắc biến dạng công trình kiến trúc</b>	<b>95</b>
2.4.1. Quan trắc nghiêng của công trình kiến trúc	95
2.4.2. Đo biến dạng cấu kiện kết cấu	96
2.4.3. Quan trắc lún công trình kiến trúc	96
<b>2.5. Thí nghiệm tính năng kết cấu</b>	<b>98</b>
2.5.1. Thí nghiệm tải trọng hiện trường	98
2.5.2. Thí nghiệm tải trọng tối hạn	102
<b>2.6. Kỹ thuật đo thí nghiệm nguyên vị nền móng</b>	<b>105</b>
2.6.1. Thí nghiệm xuyên tĩnh	105
2.6.2. Thí nghiệm xuyên động	108
2.6.3. Thí nghiệm ép bén	114
2.6.4. Thí nghiệm tải trọng nền phức hợp	117
2.6.5. Thí nghiệm nén tĩnh dọc trực cọc đơn	118
2.6.6. Giới thiệu phương pháp đo động móng cọc	120
<b>2.7. Đo kiểm tra thấm dột của lớp chống thấm</b>	<b>121</b>
2.7.1. Đo kiểm tra thấm dột của lớp chống thấm mái	121
2.7.2. Đo kiểm tra thấm ngấm mặt tường	121

<b>3. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN</b>	122
<b>3.1. Phân loại, đặc trưng sự cố công trình nền và hiệu ứng của nó</b>	122
3.1.1. Sự cố nền mất ổn định	122
3.1.2. Sự cố biến dạng nền	124
3.1.3. Mái dốc mất ổn định dẫn đến sự cố nền	132
3.1.4. Sự cố nền nhân tạo	133
<b>3.2. Phân tích nguyên nhân sự cố công trình nền</b>	134
3.2.1. Vấn đề khảo sát địa chất	134
3.2.2. Phương án thiết kế và vấn đề tính toán	135
3.2.3. Vấn đề thi công	136
3.2.4. Vấn đề môi trường và sử dụng	136
<b>3.3. Trình tự và những điều cần chú ý trong xử lý sự cố công trình nền</b>	138
3.3.1. Khái quát chung	138
3.3.2. Công tác chuẩn bị trước khi thay thế	141
<b>3.4. Chọn phương án kĩ thuật thay thế</b>	143
<b>3.5. Thay thế mở rộng móng và kiểu hố đào</b>	145
3.5.1. Thay thế mở rộng móng	145
3.5.2. Thay thế kiểu hố đào	147
<b>3.6. Thay thế kiểu cọc</b>	152
3.6.1. Thay thế cọc thử trước	152
3.6.2. Thay thế cọc ép	154
3.6.3. Thay thế cọc đóng và cọc nhồi	161
3.6.4. Thay thế cọc rẽ cây	172
3.6.5. Thay thế cọc vôi	186
<b>3.7. Thay thế phun vữa</b>	193
3.7.1. Phương pháp gia cố silic hoá	194
3.7.2. Phương pháp xi măng silic hoá	201
3.7.3. Phương pháp gia cố dung dịch kiềm	207
3.7.4. Phương pháp gia cố hòn hợp kiềm vôi	217
3.7.5. Phương pháp phun vữa áp lực cao	221
<b>3.8. Thay thế chữa nghiêng</b>	231
3.8.1. Thay thế chữa nghiêng bằng cưỡng bức lún	231
3.8.2. Thay thế chữa nghiêng kích nòng	255
<b>3.9. Phương pháp sửa chữa tổng hợp thoát nước, chấn đỡ, giảm tải trọng và bảo vệ mái dốc</b>	257
<b>4. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH MÓNG</b>	262
<b>4.1. Xử lý sự cố sai vị trí móng</b>	262
4.1.1. Phân loại và đặc điểm của sự cố sai vị trí móng	262

4.1.2. Nguyên nhân thường gặp của sự cố sai vị trí móng	262
4.1.3. Phương pháp xử lý sự cố sai lệch vị trí móng và lựa chọn	264
4.1.4. Các ví dụ xử lý sự cố sai lệch vị trí móng	264
<b>4.2. Xử lý sự cố biến dạng móng</b>	278
4.2.1. Đặc trưng sự cố biến dạng móng bê tông cốt thép	278
4.2.2. Nguyên nhân sự cố biến dạng móng	279
4.2.3. Tuyết chọn và phương pháp xử lý sự cố biến dạng móng	280
4.2.4. Ví dụ công trình thực tế	281
<b>4.3. Xử lý sự cố lỗ rỗng móng</b>	303
4.3.1. Đặc trưng của sự cố lỗ rỗng móng	303
4.3.2. Nguyên nhân sự cố lỗ rỗng móng	303
4.3.3. Phương pháp xử lý sự cố lỗ rỗng móng và lựa chọn	304
4.3.4. Ví dụ công trình thực tế	304
<b>4.4. Xử lý sự cố móng thiết bị</b>	313
4.4.1. Đặc trưng sự cố móng thiết bị	313
4.4.2. Nguyên nhân sự cố móng thiết bị	314
4.4.3. Xử lý sự cố móng thiết bị	315
4.4.4. Ví dụ công trình thực tế	319
<b>4.5. Xử lý sự cố giếng chìm</b>	330
4.5.1. Đặc trưng, nguyên nhân và phương pháp xử lý sự cố giếng chìm	330
4.5.2. Ví dụ công trình thực tế	333
<b>4.6. Xử lý sự cố móng hộp</b>	337
4.6.1. Đặc trưng sự cố móng hộp	337
4.6.2. Nguyên nhân sự cố móng hộp	337
4.6.3. Phương pháp xử lý sự cố móng hộp	352
4.6.4. Ví dụ công trình thực tế	353
<b>4.7. Xử lý sự cố công trình móng cọc</b>	357
4.7.1. Xử lý sự cố chất lượng cọc nhồi ống chìm	357
4.7.2. Xử lý sự cố chất lượng công trình cọc đúc sẵn	367
4.7.3. Xử lý sự cố chất lượng cọc nhồi khoan (xối, đào) lỗ	371
4.7.4. Xử lý sự cố chất lượng cọc đào lỗ	376
<b>PHỤ LỤC</b>	381
<b>BÀNG ĐỔI CHIẾU THUẬT NGỮ HÓA CHẤT</b>	382

# **1. KHÁI NIỆM CHUNG**

## **1.1. PHÂN LOẠI SỰ CỐ CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH VÀ NGUYÊN NHÂN THƯỜNG GẶP**

### **1.1.1. Hàm ý của sự cố chất lượng công trình**

Bộ Xây dựng Trung Quốc quy định: tất cả các công trình mà chất lượng không đạt được tiêu chuẩn yêu cầu, phải tiến hành làm lại, gia cố hoặc phá bỏ, tổn thất kinh tế trực tiếp do nó tạo thành trên 5.000 nhân dân tệ, gọi là sự cố chất lượng công trình, nếu tổn thất kinh tế dưới 5.000 nhân dân tệ, gọi là có vấn đề chất lượng.

Gọi là sự cố chất lượng trong cuốn sổ tay này là chỉ công trình mà khi tiến hành kiểm tra nghiệm thu theo tiêu chuẩn Nhà nước “Tiêu chuẩn thống nhất đánh giá kiểm nghiệm chất lượng công trình lắp đặt xây dựng (GBJ300-88)” và “Tiêu chuẩn đánh giá kiểm nghiệm chất lượng công trình xây dựng (GBJ301-88)” không đạt yêu cầu, đồng thời công năng của kết cấu xây dựng không đạt được quy định của “Tiêu chuẩn thống nhất thiết kế kết cấu xây dựng (tạm thời) (GBJ68-84)”.

Điều mà GBJ68-84 (tạm thời) quy định là, công năng mà kết cấu công trình phải đảm bảo có 4 điểm dưới đây:

1. Chịu được mọi tác động có thể xuất hiện trong thời gian thi công và thời gian sử dụng;
2. Có tính năng làm việc tốt trong thời gian sử dụng bình thường;
3. Có đủ tính bền trong thời gian sử dụng;
4. Khi xảy ra những sự cố ngẫu nhiên và sau đó, vẫn có thể đảm bảo tính ổn định tổng thể cần thiết.

Trong thực tiễn công trình, không ít người gọi những thiếu sót về chất lượng xảy ra là sự cố, đương nhiên điều đó là không thỏa đáng. Bởi vì có những thiếu sót không dễ tránh khỏi, mà quy phạm cũng cho phép, như vùng chịu kéo của kết cấu bê tông thông thường xuất hiện các vết nứt mà độ rộng không lớn, chỉ cần không ảnh hưởng tới sử dụng bình thường của công trình, không đi ngược với yêu cầu 4 công năng xây dựng ở trên, thì không nên gọi là sự cố chất lượng. Nhưng điều chú ý là: có một số sự cố bắt đầu chỉ biểu hiện là thiếu sót chất lượng nói chung, rất dễ dàng bị bỏ qua. Cùng với việc sử dụng công trình hoặc thời gian thay đổi, những sai sót ngày càng phát triển, khi đã nhận ra tính nghiêm trọng của vấn đề, thì thường xử lý khó khăn, hoặc không có cách sửa chữa, thậm chí cuối cùng dẫn đến sập đổ công trình. Vì vậy, ngoài những thiếu sót chất lượng mà không dẫn đến hậu quả nghiêm trọng, đối với những vấn đề chất lượng khác, đều cần phải phân tích cẩn thận, tiến hành xử lý cần thiết, đồng thời có kết luận rõ ràng.

### **1.1.2. Phân loại sự cố chất lượng công trình**

Có nhiều phương pháp phân loại sự cố chất lượng công trình, như có thể phân loại theo nguyên nhân, thời điểm xảy ra, sự nguy hiểm xảy ra cùng với phương pháp xử lý sự cố. Trong các tài liệu có liên quan của Bộ Xây dựng, chia sự cố công trình làm hai loại bình thường và lớn dựa theo thương vong con người và tổn thất kinh tế trực tiếp. Sự cố chất lượng công trình bình thường là chỉ sự cố mà có dưới hai người trọng thương hoặc tổn thất kinh tế trực tiếp dưới 100 ngàn nhân dân tệ; sự cố chất lượng công trình lớn là chỉ sự cố mà có một người chết trở lên, hoặc ba người trọng thương trở lên, hoặc tổn thất kinh tế trực tiếp trên 100 ngàn nhân dân tệ. Trong cuốn sổ tay này là phân loại theo tính chất của sự cố, chủ yếu có mấy loại dưới đây:

1. **Sự cố sập đổ:** chỉ toàn bộ công trình hoặc bộ phận công trình bị sập đổ, chủ yếu trình bày về xử lý sự cố sập đổ cục bộ;
2. **Sự cố nứt:** bao gồm nứt kết cấu khói xây và kết cấu bê tông, cùng với các vết rạn vật liệu xây dựng như thép. Chủ yếu trình bày về kiểm định và xử lý tính chất nứt của kết cấu bê tông và kết cấu khói xây;
3. **Sự cố sai lệch vị trí:** bao gồm các sự cố như sai sót về phương hướng, vị trí công trình; kích thước của cấu kiện kết cấu, vị trí sai số quá lớn, cùng với sai lệch vị trí của cấu kiện chôn sẵn hoặc các lỗ (rãnh) để sẵn;
4. **Sự cố công trình nền:** bao gồm các sự cố như nền mất ổn định hoặc biến dạng, mất ổn định mái dốc và nền nhân tạo;
5. **Sự cố công trình móng:** bao gồm móng sai lệch vị trí và biến dạng quá lớn, bê tông móng có lỗ rỗng (rỗ), sự cố móng cọc, móng thiết bị trong sử dụng bị rung quá lớn, sai lệch của vị trí bu lông móng, cùng những sự cố của móng hộp;
6. **Sự cố biến dạng:** bao gồm những sự cố của kết cấu công trình như nghiêng, vặn, biến dạng quá lớn do sức chịu tải của kết cấu hoặc do công nghệ thi công không thỏa đáng gây lên;
7. **Sự cố do khả năng chịu tải của kết cấu hoặc cấu kiện không đủ:** chủ yếu chỉ các sự cố bên trong do sức chịu tải không đủ gây ra. Như đặt thiếu hoặc đặt không đủ cốt thép trong kết cấu bê tông; nối tiếp các thanh trong kết cấu thép không đạt yêu cầu thiết kế, tuy chưa gây ra nứt nghiêm trọng hoặc đổ, nhưng để lại khuyết tật bên trong;
8. **Sự cố công năng kiến trúc:** như các mái thấm, dột; cách nhiệt hoặc cách âm không đạt yêu cầu thiết kế, chất lượng công trình trang trí không đạt tiêu chuẩn thiết kế;
9. **Những sự cố khác:** sập đổ, trượt mái dốc, các loại sự cố hạ giếng chìm như lún chìm dột ngọt, ngừng lún chìm, nghiêng lệch, vặn, lún chìm quá quy định.

### **1.1.3. Nguyên nhân chủ yếu của sự cố chất lượng công trình**

Nguyên nhân chủ yếu của sự cố chất lượng công trình có mấy loại dưới đây:

1. **Vì phạm trinh tự xây dựng cơ bản:** như không triển khai nghiên cứu tính khả thi đã xây dựng công trình; không có chứng chỉ thiết kế hoặc thiết kế vượt cấp; thi công không có bản vẽ, nhầm mắt làm liêu đều có thể tạo thành các sự cố nghiêm trọng.

2. Có vấn đề trong khảo sát địa chất công trình: như tiến hành khảo sát địa chất không cẩn thận, xác định tuỳ tiện sức chịu tải của nền; khoảng cách các hố khoan khảo sát quá lớn, không thể phản ánh toàn diện một cách chính xác tình hình thực tế của nền; chiều sâu khảo sát địa chất không đủ, chưa làm rõ lớp sâu có hay không lớp đất yếu, lỗ rỗng, hang hốc; báo cáo khảo sát địa chất không tỉ mỉ, không chính xác, dẫn đến những sai sót trong thiết kế móng.

3. Có vấn đề trong tính toán thiết kế: như phương án kết cấu không chính xác; sơ đồ thiết kế kết cấu không phù hợp với tình hình chịu lực thực tế; tính thiểu hoặc tính sót tải trọng tác động lên kết cấu; tính toán sai, tổ hợp sai nội lực của kết cấu; không kiểm tra ổn định của kết cấu theo quy phạm; vi phạm quy định cấu tạo của kết cấu, cùng những sai sót trong tính toán.

4. Chất lượng của vật liệu và chế phẩm xây dựng kém: như tính năng cơ học của vật liệu kết cấu không tốt, thành phần hoá học không đảm bảo, mác xi măng không đủ, tính ổn định (của vật liệu) không đạt yêu cầu, cường độ cốt thép thấp, độ dẻo kém, cường độ bê tông không đạt yêu cầu; chất lượng vật liệu chống thấm, giữ nhiệt, cách nhiệt, vật liệu trang trí không tốt; cấu kiện kết cấu không đạt yêu cầu.

5. Sử dụng công trình không thỏa đáng: như chưa kiểm tra đã nâng tầng trên công trình đã có; tuỳ tiện thay đổi cách sử dụng, tăng tải trọng thiết bị; đục thêm các rãnh, các lỗ trên kết cấu hoặc cấu kiện; không dọn vệ sinh mái làm chất bẩn tích tụ ngày càng nhiều, cùng với không tiến hành bảo dưỡng cần thiết.

6. Về mặt nghiên cứu khoa học còn có vấn đề tồn tại hoặc những điểm khó trong kỹ thuật chưa được giải quyết thỏa đáng đã vội vã dùng trong công trình: như vấn đề thi công bê tông bằng ván khuôn trượt trong khi nhiệt độ tương đối thấp, làm thế nào để đảm bảo ti kích ổn định; hoặc như trong công trình nâng sàn, làm thế nào để ngăn chặn các cột mất ổn định, cốt thép bị giòn và tính năng của cốt thép nhập ngoại chưa được nghiên cứu đầy đủ; phân tích chịu lực đối với một số kết cấu đặc chủng nào đó không thỏa đáng, đều có thể dẫn đến sự cố.

7. Trong thi công xem nhẹ lí thuyết kết cấu: như không hiểu nguyên lý cơ bản của cơ học đất, gây lên sạt mái hoặc chuyển vị công trình, hoặc nứt mà đáng lẽ không nên xảy ra; không phân biệt chính xác tính chất chịu lực của cấu kiện đúc sẵn trong sử dụng và trong giai đoạn thi công; xem nhẹ tính ổn định thi công công trình xây; hiểu biết không đầy đủ cường độ, độ cứng, tính ổn định trong các giai đoạn thi công của kết cấu dạng lắp ghép; không khống chế tải trọng thi công, dẫn đến vượt tải trầm trọng; không kiểm tra tính ổn định của các kết cấu công xôn trong thi công; bố trí ván khuôn, giàn giáo, giá đỡ không hợp lý; trong kết cấu bê tông, tuỳ tiện chuyển đúc sẵn thành đổ tại chỗ, gây lên sự thay đổi cách truyền lực hoặc tính chất của nội lực.

8. Công nghệ thi công không thỏa đáng: như xuất hiện cát chảy khi đào hố móng, đã không có biện pháp xử lý chính xác; đóng cọc hoặc trình tự thi công từng phần công trình không thỏa đáng, sai sót trong trình tự thi công công trình liên kế; phương pháp xây các công trình xây không thỏa đáng, thông mạch, trùng mạch nhiều; phương pháp đổ bê tông

tạo hình sai, tạo thành lỗ rỗng hoặc vết ngừng; thời gian tháo ván khuôn quá sớm, tạo thành nứt hoặc sập đổ cục bộ.

9. Quán lí tổ chức thi công không tốt: như không thuộc bản vẽ, thi công tuỳ tiện; bản vẽ chưa được thẩm định đã đem ra thi công; tuỳ tiện thay đổi thiết kế; không thao tác theo quy trình quy phạm thi công; không tiến hành kiểm tra và nghiệm thu theo quy định đối với vật liệu và sản phẩm đưa vào hiện trường; thiếu nhân viên kĩ thuật thi công có chức danh; chưa xây dựng và kiện toàn chế độ quản lí trách nhiệm kĩ thuật các cấp; xem xét phương án thi công chưa đầy đủ, biện pháp tổ chức kĩ thuật chưa thoả đáng; bàn giao kĩ thuật không rõ ràng; không nghiệm thu các công trình khuất và nghiệm thu trung gian khác; phối hợp thi công giữa các đơn vị thi công kém; xảy ra sự cố, xem nhẹ xử lý, thậm chí còn che dấu.

10. Các sự cố có tính thiên tai: như các sự cố tổn thất toàn bộ do động đất, bão, hoả hoạn, nổ gây nên.

#### **1.1.4. Nguyên nhân thường gặp của sự cố sập đổ, chuyển vị, biến dạng, nứt**

Nguyên nhân các sự cố sập đổ thường gặp xem bảng 1.1.

Nguyên nhân thường gặp của sự cố sai vị trí, lệch, biến dạng xem bảng 1.2.

Nguyên nhân thường gặp của sự cố nứt xem bảng 1.3.

**Bảng 1.1. Nguyên nhân thường gặp của sự cố sập đổ**

Bộ phận sập đổ	Nguyên nhân thường gặp	
	1	2
Cột, tường	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Thiết kế tiết diện cột, tường quá nhỏ</li><li>2. Phương án thiết kế kết cấu khói xây sai<ul style="list-style-type: none"><li>- Thiết kế phương án đan hồi thành phương án cứng</li><li>- Tính toán nút ngầm cứng của tường đan thành khớp</li></ul></li><li>3. Chất lượng bê tông kém<ul style="list-style-type: none"><li>- Cường độ thiểu trầm trọng</li><li>- Có lỗ rỗng trong bê tông</li></ul></li><li>4. Chất lượng khói xây kém<ul style="list-style-type: none"><li>- Không nở vừa</li><li>- Đặt gạch không tốt, thông mạch, trùng mạch</li><li>- Cường độ vừa thấp trầm trọng</li><li>- Bố trí thiêu thép trong khói xây</li></ul></li><li>5. Mất ổn định trong thi công cột, tường<ul style="list-style-type: none"><li>- Trong khi treo kết cấu, cố định tạm thời không tốt</li><li>- Độ cao tự do trong thi công tường, cột xây gạch vượt quá quy định</li><li>- Mất ổn định nhóm cột trong thi công công trình nâng sàn</li><li>- Dự tính không duỗi với tác động của bão hoặc ngoại lực ngang khác</li></ul></li><li>6. Thi công vượt tải trọng: sàn, mái vượt tải trọng làm cho tường cột thi công không lâu sẽ bị đổ</li><li>7. Thay đổi thiết kế một cách bừa bãi<ul style="list-style-type: none"><li>- Bỏ đệm dầm một cách tuỳ tiện</li><li>Thay đổi phòng nhỏ thành phòng lớn, làm thay đổi đường truyền lực</li></ul></li></ol>	

1	2
Dầm, sàn	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thiết kế mặt cắt quá nhô</li> <li>2. Vị trí cốt thép đặt sai quá lớn</li> <li>3. Cường độ bê tông thiếu trâm trọng</li> <li>4. Mất ổn định chống đỡ ván khuôn</li> <li>5. Chất lượng sàn đúc sẵn kém</li> <li>6. Thi công vượt tải</li> </ol>
Kết cấu công xрон	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nghiêng toàn bộ             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thiết kế chưa tiến hành kiểm tra tính ổn định</li> <li>- Trọng thi công tháo dỡ cấu kiện đỡ ván khuôn quá sớm</li> </ul> </li> <li>2. Gây đoạn gãy dọc cấu kiện công xron             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cốt thép đặt sai vị trí nghiêm trọng</li> <li>- Phương pháp chống đỡ ván khuôn sai</li> <li>- Chất lượng bê tông kém</li> <li>- Quen đặt cốt thép nổi</li> <li>- Tháo dỡ ván khuôn quá sớm</li> <li>- Thi công vượt tải</li> </ul> </li> </ol>
Vì kèo, mái nhà	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vì kèo thép             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thanh nén mất ổn định (thiết kế sai hoặc thay đổi thiết kế bừa bãi trong thi công)</li> <li>- Hệ thống chống đỡ không tốt, toàn bộ vì kèo mất ổn định</li> <li>- Chất lượng vật liệu không đạt yêu cầu, vật liệu thép nứt gãy</li> <li>- Trình tự lắp đặt mái sai quy định thiết kế</li> <li>- Mái vượt tải: bụi tích tụ nghiêm trọng; tải trọng thi công treo trên vì kèo, làm đổ do kéo cong vì kèo</li> <li>- Chất lượng chế tạo kém, đặc biệt là chất lượng hàn kém</li> <li>- Cấu tạo liên kết vì kèo và cột, đổi từ khớp đéo thành hàn cứng</li> <li>- Tim của các thanh trong vì kèo không cắt nhau tại một điểm gây nên ứng suất phụ quá lớn</li> </ul> </li> <li>2. Vì kèo bê tông cốt thép             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xử lý cấu tạo điểm liên kết của vì kèo tổ hợp không thỏa đáng</li> <li>- Hệ thống mái chưa bố trí các thanh truyền lực dọc</li> <li>- Mất ổn định trong khi cầu lắp vì kèo</li> <li>- Chất lượng ghép, hàn nối vì kèo kém</li> <li>- Mái vượt tải nghiêm trọng</li> </ul> </li> <li>3. Vì kèo gỗ và vì kèo thép-gỗ             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mật cắt thiết kế các thanh vì kèo quá nhô</li> <li>- Chọn vật liệu không thỏa đáng, gỗ mục, mọt hoặc nhiều mạt</li> <li>- Cưa cắt tùy tiện, đoạn vươn ra ngoài của thanh dưới làm thiếu tầm trọng khá năng kháng cắt</li> <li>- Không bố trí thanh chống hoặc bố trí thanh chống không tốt</li> </ul> </li> </ol>
Sập đỡ toàn bộ công trình	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nền lún không đều trâm trọng</li> <li>2. Phương án kết cấu hoặc tính toán thiết kế sai</li> <li>3. Chất lượng thi công kém</li> <li>4. Không có chứng chỉ thiết kế, chứng chỉ thi công</li> <li>5. Vi phạm trình tự xây dựng cơ bản</li> </ol>

**Bảng 1.2. Nguyên nhân của sự cố sai vị trí, lệch, biến dạng**

Phân loại nguyên nhân	Nguyên nhân thường gặp
Sai sót trong đo đạc, phóng tuyến	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Xem bản vẽ sai             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Khi trắc đạc phóng tuyến, không xem bản vẽ chung, làm cho phương hướng của công trình đơn vị sai</li> <li>- Nhầm lẫn lấy đường tim của móng làm đường trực của công trình</li> <li>- Nhầm lẫn lấy một đường trực nào đó của giàn máy làm thành đường tim của công trình</li> <li>- Sai kích thước giữa các trực</li> </ul> </li> <li>2. Sai trong đo đạc             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đọc số sai</li> <li>- Độ chuẩn của máy đo đạc, dụng cụ sai số quá lớn</li> <li>- Phương pháp đo đạc không thỏa đáng</li> </ul> </li> <li>3. Điểm chuẩn trắc đạc bị xê dịch             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấu tạo của cọc không chế không thỏa đáng, chôn cọc không chắc</li> <li>- Điểm chuẩn đo đạc đặt ở đường giao thông chính, do xe nén và va đập làm cho xê dịch</li> <li>- Đặt điểm không chế ở trên ván khuôn hoặc trên giàn giáo</li> </ul> </li> </ol>
Bản vẽ thiết kế sai	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bản vẽ thi công xây dựng và bản vẽ điện nước, thiết bị mâu thuẫn nhau</li> <li>2. Vị trí và kích thước của bu lông chân móng thiết bị không phù hợp với thiết bị</li> <li>3. Khoảng cách giữa công trình với công trình quá nhó, do ảnh hưởng gần kề làm cho công trình biến dạng nghiêng</li> <li>4. Bản vẽ mặt bằng không vẽ theo phương hướng quy định, lại không ghi rõ phương hướng Bắc, Nam</li> </ol>
Kích thước sản phẩm cấu kiện	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Công nghệ chế tạo kết cấu thép không tốt</li> <li>2. Phương pháp vận chuyển, xếp đống, lắp đặt của kết cấu thép không thỏa đáng</li> <li>3. Tấm đúc sẵn quá rộng, quá dài, quá dày</li> <li>4. Những cấu kiện lớn như cột, vì kèo, khi chế tạo vì bãy bị lún không đều mà biến dạng</li> </ol>
Công nghệ thi công không tốt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trình tự thi công không thỏa đáng</li> <li>2. Gia cố ván khuôn và thanh chống không tốt</li> <li>3. Công nghệ lắp đặt cấu kiện sai</li> <li>4. Kích thước ván khuôn sai</li> <li>5. Chi tiết chôn sẵn cố định không vững chắc</li> <li>6. Lắp đặt một phía hoặc lệch tâm</li> <li>7. Bể nước ngầm, do biện pháp thoát nước không khoẻ làm cho bể nước bị nổ sai vị trí</li> </ol>
Các ván đẽ về nền móng	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nền bị lún quá lớn</li> <li>2. Nền bị lún không đều</li> </ol>
Các ván đẽ khác	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trong lắp đặt các cấu kiện lắp ghép, sai số của cấu kiện tích luỹ</li> <li>2. Chất tải quá lớn trên mặt đất, cột và tường bị nghiêng</li> <li>3. Nền bị nở do đóng băng</li> </ol>

**Bảng 1.3. Nguyên nhân sự cố nứt**

Phân loại kết cấu	Phân loại nguyên nhân	Nguyên nhân thường gặp	
		1	3
Bê tông	1. Chất lượng của vật liệu, bán thành phẩm	1. Chất lượng của xi măng, cát, đá không đạt yêu cầu 2. Dùng phụ gia không phù hợp 3. Tỉ lệ cát phôi không phù hợp	
	2. Cấu tạo kiến trúc hoặc cấu tạo kết cấu	1. Cấu tạo bô trí cốt thép vi phạm quy định của quy phạm thiết kế 2. Bố trí khẽ biến dạng vi phạm quy định của quy phạm có liên quan 3. Kết cấu hoặc vị trí nối tiếp xuất hiện mặt cắt móng yếu rất rõ rệt	
	3. Công nghệ thi công	1. Trong bê tông tăng nước hoặc tăng tỉ lệ nước xi măng một cách tùy tiện 2. Công nghệ chế tạo, vận chuyển đồ, bảo dưỡng bê tông không tốt 3. Lớp bảo vệ cốt thép quá lớn hoặc quá nhỏ 4. Xử lý khe thi công không theo đúng quy định 5. Tháo dỡ ván khuôn quá sớm 6. Gia tải quá sớm hoặc thi công vượt tải	
	4. Kết cấu chịu lực	1. Mặt cắt thiết kế quá nhỏ 2. Vượt tải 3. Thiết kế cho phép nứt 4. Ứng suất tập trung (như mặt cắt thay đổi đột ngột)	
	5. Nền biến dạng	1. Nền bị lún quá lớn 2. Tải trọng trên mặt đất quá lớn	
	6. Biến dạng do độ ẩm, nhiệt độ	1. Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường 2. Tác động của chênh lệch nhiệt độ trong bê tông khối lớn 3. Bê tông bị co ngót	
	7. Nguyên nhân khác	Cốt thép bị gỉ, bê tông bị ăn mòn, phản ứng kiềm của cốt liệu, động đất	
Khối xây	1. Ảnh hưởng của nhiệt độ	1. Biến dạng nhiệt độ của khối xây và bê tông trong kết cấu hỗn hợp khác nhau 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường	
	2. Biến dạng nền	1. Lưu không đều 2. Ảnh hưởng của công trình bên cạnh 3. Sạt lở cục bộ nền	
	3. Cấu tạo kiến trúc	4. Tính toàn khôi của ngôi nhà kém 5. Bố trí khẽ biến dạng không thỏa đáng	
	4. Kết cấu chịu lực	1. Mặt cắt thiết kế quá nhỏ 2. Ứng suất chịu nén cục bộ quá lớn	
	5. Chất lượng thi công	1. Chất lượng xây kém, thông mạch, trùng mạch nhiều 2. Không nén vững 3. Cường độ vữa xây kém trầm trọng 4. Sử dụng gạch vỡ tập trung	

1	2	3
<b>Khối xây</b>	<b>6. Chất lượng vật liệu</b>	1. Chất lượng xi măng, cát không đạt yêu cầu 2. Dùng phế liệu công nghiệp của địa phương không thích hợp 3. Dùng gạch hoặc bê tông có thể tích không ổn định
<b>Thép</b>	<b>1. Vật liệu thép bị nứt</b>	Chất lượng xuất xưởng không đạt yêu cầu, nghiệm thu ở hiện trường không cẩn thận
	<b>2. Nứt mối nối hàn</b>	1. Công nghệ hàn không tốt 2. Tính có thể hàn của vật liệu thép kém 3. Biện pháp hàn ở nhiệt độ thấp không thỏa đáng
	<b>3. Vấn đề sử dụng</b>	1. Va đập hoặc chấn động 2. Hiện tượng mồi

## 1.2. NHIỆM VỤ VÀ ĐẶC ĐIỂM XỬ LÍ SỰ CỐ CHẤT LƯỢNG

### 1.2.1. Nhiệm vụ chủ yếu của xử lý sự cố chất lượng

Xử lý sự cố chất lượng nói trong cuốn sổ tay này là chỉ nội dung của phạm trù kĩ thuật, nhiệm vụ chủ yếu của nó có sáu điểm dưới đây:

1. Tạo điều kiện thi công bình thường: rất nhiều tư liệu thống kê trong và ngoài nước cho thấy: phần lớn sự cố chất lượng công trình xảy ra trong thời gian thi công, nên nói chung ảnh hưởng tới công việc bình thường của thi công, chỉ có xử lý sự cố kịp thời, chính xác, mới có thể tạo ra điều kiện thi công bình thường.

2. Đảm bảo an toàn cho công trình: đối với những khuyết khuyết chất lượng rõ rệt như nứt, biến dạng kết cấu, phải phân tích, kiểm tra, dự đoán một cách chính xác sự phát triển và tính nguy hiểm có thể xảy ra, đồng thời có xử lý thích đáng, để đảm bảo an toàn cho kết cấu. Đối với những khuyết tật bên trong của kết cấu như những sự cố: cường độ của bê tông hoặc vữa không đủ, đặt thiếu cốt thép trong kết cấu hoặc vị trí cốt thép đặt sai nghiêm trọng, đều cần phải tiến hành phân tích cẩn thận và tính toán cần thiết về các mặt thiết kế và thi công, dùng những biện pháp xử lý thích đáng để loại trừ những tật bệnh đó, đảm bảo công trình sử dụng an toàn.

3. Đáp ứng yêu cầu sử dụng: đối với những sự cố như sai sót quá lớn về các mặt kích thước, vị trí, khoảng cách, cao độ của công trình, sự cố về công năng kiến trúc như cách nhiệt, giữ nhiệt, cách âm, chống thấm, phòng cháy, cùng với những sự cố công trình trang trí làm tổn hại đến mặt ngoài công trình, đều có thể ảnh hưởng đến sản xuất hoặc sử dụng, vì vậy, đều cần phải xử lý thích đáng.

4. Đảm bảo độ bền nhất định cho công trình: có một số sự cố tuy trong thời gian ngắn không ảnh hưởng đến sử dụng và an toàn, nhưng có thể làm giảm độ bền; như những vết nứt tương đối rộng trong vùng chịu kéo của bê tông; độ đặc chắc của bê tông kém; chất lượng chống gỉ của cấu kiện thép không tốt, đều có thể làm giảm niên hạn sử dụng của công trình, cũng cần xử lý thích đáng.

5. Ngăn ngừa sự cố ngày càng xấu, giảm nhẹ tổn thất: vì không ít sự cố chất lượng thay đổi theo thời gian và điều kiện bên ngoài, phải có những biện pháp kịp thời, tránh sự cố

ngày càng phát triển dẫn đến những tổn thất không nên có. Như hiện tượng lún không đều ngày càng phát triển lớn, vết nứt chiều rộng không lớn trong vùng chịu nén của bê tông và khối xây, đều phải xử lý kịp thời, tránh tạo thành những sự cố sập đổ hoặc gây thương vong cho người.

6. Có lợi cho việc bàn giao nghiệm thu công trình: sự cố chất lượng xảy ra trong thi công, trước khi tiếp tục thi công công trình phải có kết luận cần thiết đối với những vấn đề như nguyên nhân, tính nguy hiểm, có cần xử lý hay không và xử lý như thế nào, đồng thời để các bên có liên quan cùng chung nhận thức, tránh lúc nghiệm thu bàn giao công trình xảy ra tranh luận không cần thiết, làm lỡ việc sử dụng công trình.

### 1.2.2. Đặc điểm của xử lí sự cố công trình

Xử lí sự cố chất lượng công trình có những đặc điểm sau:

1. Tính phức tạp: vì công năng sử dụng và điều kiện khu vực xây dựng không giống nhau, có nhiều dạng chủng loại công trình, và do ảnh hưởng của những nhân tố trong thi công, dẫn đến rất nhiều vấn đề kĩ thuật phức tạp trong thi công công trình. Nếu sự cố xảy ra trong giai đoạn sử dụng, còn liên quan đến vấn đề sử dụng không thỏa đáng. Vấn đề cần đặc biệt chú ý là sự cố có dạng giống nhau, thông thường nguyên nhân xảy ra, tính chất và mức độ nguy hiểm của chúng tuyệt nhiên không giống nhau. Tất cả những nhân tố đó đều tạo nên tính phức tạp cố hữu của không ít sự cố. Khi tiến hành xử lí sự cố, do hiện trường thi công chật hẹp, cùng mối quan hệ của công trình đã hoàn hảo, tính phức tạp nảy sinh càng lớn, như xe máy, công cụ thi công khó đến được điểm thi công, thao tác không tối ánh hưởng đến kết cấu công trình bên cạnh.

2. Tính nguy hiểm: ngoài tính phức tạp của sự cố đem đến tính nguy hiểm cho công tác xử lí, phải chú ý hai nhân tố nguy hiểm dưới đây: một là, có một số sự cố luôn có thể làm công trình đột nhiên đổ; hai là, trong quá trình loại trừ sự cố, cũng có thể làm sự cố xấu đi và làm thương vong cho người.

3. Tính liên đới: công trình xảy ra sự cố chất lượng cục bộ, khi xử lí không chỉ cần xử lí khu vực sự cố, mà còn phải xem xét ảnh hưởng đối với kết cấu và nền móng khi sửa chữa công trình. Như gia cố sức chịu tải của tấm sàn không đủ, thông thường cần gia cố dầm, cột đến nền móng.

4. Tính chọn lựa: cùng một phương pháp xử lí sự cố và thời gian xử lí có nhiều cách chọn lựa. Về mặt thời gian xử lí, nói chung đều phải chọn thời gian xử lí kịp thời, nhưng không phải tất cả các sự cố xử lí càng sớm càng tốt, ngược lại có một số sự cố, vì xử lí vội vàng, mà không đạt được hiệu quả như mong muốn, thậm chí phải xử lí lại. Về mặt chọn lựa phương pháp xử lí, phải xem xét các nhân tố như: an toàn, kinh tế, khả thi, thuận lợi, tin cậy, sau khi phân tích so sánh, chọn phương án tối ưu.

5. Mức độ khó khăn về kĩ thuật lớn: nói chung mức độ khó khăn về mặt kĩ thuật của công trình sửa chữa gia cố nhiều hơn công trình xây mới. Vì vậy ngoài phân tích nguyên nhân sự cố chính xác, để xuất được biện pháp có tính quyết định, còn phải khống chế một cách chặt chẽ chất lượng công việc thiết kế, chuẩn bị thi công, thao tác, kiểm tra nghiệm thu, kiểm tra hiệu quả xử lí.

6. Cần phải có tính trách nhiệm cao: do xử lí sự cố không chỉ liên quan đến vấn đề kĩ thuật như an toàn kết cấu và công năng của công trình, mà còn liên quan đến xử lí quan hệ giữa các đơn vị và con người, vì vậy xử lí sự cố cần phải vô cùng cẩn thận, đối với việc xử phạt hành chính và xử phạt luật pháp của nhân viên càng cần chú ý hơn.

### 1.3. NGUYÊN TẮC VÀ YÊU CẦU CƠ BẢN XỬ LÍ SỰ CỐ CHẤT LƯỢNG

#### 1.3.1. Điều kiện cần phải có trong xử lí sự cố chất lượng

Xử lí sự cố chất lượng phải có những điều kiện dưới đây:

1. Nắm rõ tình hình sự cố: bao gồm thời gian xảy ra sự cố, miêu tả tình hình sự cố, đồng thời có bản vẽ và thuyết minh, nhật ký quan trắc sự cố và quy luật thay đổi phát triển.

2. Hiểu rõ tính chất sự cố: chủ yếu nắm rõ ba vấn đề dưới đây:

- Là vấn đề kết cấu hay vấn đề chung. Như công trình nứt là do sức chịu tải không đủ gây nén hay do nền lún không đều, hoặc do thay đổi nhiệt độ, độ ẩm gây nén; cấu kiện có biến dạng quá lớn là do độ cứng kết cấu không đủ hay do sai sót trong thi công gây nén.

- Là vấn đề có tính bên ngoài hay vấn đề có tính thực chất. Như bề mặt bê tông bị rỗ, phải kiểm tra bên trong có lỗ rỗng hay không; kết cấu bị nứt, phải tìm hiểu rõ độ sâu vết nứt; đối với kết cấu bê tông cốt thép, phải tìm hiểu kĩ tình hình cốt thép bị gì.

- Phân biệt rõ mức độ bức thiết của xử lí sự cố. Nếu sự cố không xử lí kịp thời, công trình có bị sập đổ bất ngờ? Có cần tìm những biện pháp bảo vệ để tránh mở rộng tính nguy hiểm của sự cố?

3. Phân tích chính xác, toàn diện nguyên nhân sự cố: Như sức chịu tải của nền không đủ gây nén sự cố, phải tìm hiểu rõ là đất nền không tốt hay mực nước ngầm thay đổi, hay do môi trường bị xâm thực; là báo cáo địa chất không chuẩn xác, hay là phát hiện cấu tạo địa chất mới; là công nghệ thi công hoặc quản lý tổ chức không tốt gây nén; như sức chịu tải của kết cấu hoặc cấu kiện không đủ, là mặt cắt thiết kế không đủ hay chất lượng thi công kém, hay là vượt tải.

4. Đánh giá sự cố về cơ bản phải nhất trí: đánh giá chất lượng kết cấu công trình của bộ phận xảy ra sự cố, chủ yếu bao gồm đánh giá công năng, an toàn kết cấu, yêu cầu sử dụng và ảnh hưởng đối với thi công. Đối với đánh giá tính năng chịu lực của kết cấu, dùng các phương pháp được giới thiệu trong chương 2- Kĩ thuật kiểm tra của cuốn sổ tay này, để đạt được các số liệu đo, tiến hành kiểm tra kết cấu kết hợp với kết cấu thực tế công trình, có khi cần cần làm thí nghiệm tải trọng, xác định tính năng thực tế của kết cấu. Khi tiến hành những công việc trên, đòi hỏi đánh giá của các đơn vị liên quan có được nhận thức nhất trí?

5. Phải xác định rõ ràng mục đích, yêu cầu xử lí: mục đích yêu cầu xử lí thường là khôi phục bên ngoài, chống thấm, bít kín lỗ hổng, sửa chữa khôi phục vị trí, giảm tải trọng, tăng cường kết cấu, hạn chế sử dụng, tháo dỡ xây lại. Trước khi xử lí sự cố, các đơn vị có liên quan đối với yêu cầu xử lí cần cơ bản thống nhất, tránh không có được kết luận nhất trí sau khi sự việc xảy ra.

6. Tư liệu xử lí sự cố phải đầy đủ: bao gồm bản vẽ thi công, tư liệu thi công cũ (chứng chỉ chất lượng vật liệu, các ghi chép trong thi công, báo cáo thí nghiệm nén mẫu, ghi chép kiểm tra nghiệm thu), báo cáo điều tra sự cố, ý kiến và yêu cầu của các đơn vị hữu quan đối với xử lí sự cố.

### **1.3.2. Nguyên tắc chung và những điều chú ý trong xử lí sự cố có chất lượng**

#### **I. Nguyên tắc chung**

##### **1. Xác định chính xác tính chất sự cố**

Đây là điều kiện tiên quyết xử lí sự cố. Nội dung có liên quan đã trình bày ở trên.

##### **2. Xác định chính xác phạm vi xử lí**

Ngoài khu vực sự cố trực tiếp xảy ra (như khu vực sập đổ cục bộ), còn cần kiểm tra ảnh hưởng của sự cố đối với kết cấu bên cạnh, xác định chính xác phạm vi xử lí.

##### **3. Đáp ứng yêu cầu cơ bản của xử lí**

Xử lí sự cố cần phải đáp ứng năm yêu cầu cơ bản dưới đây:

- An toàn tin cậy, không dễ bị chứng;
- Đáp ứng yêu cầu sử dụng hoặc sản xuất;
- Kinh tế hợp lý;
- Đáp ứng yêu cầu điều kiện vật liệu, thiết bị và kĩ thuật;
- Thủ công thuận lợi, an toàn.

##### **4. Chọn phương án và thời gian xử lí**

Dựa vào nguyên nhân sự cố và mục đích xử lí, chọn phương án và thời gian xử lí một cách chính xác.

#### **II. Những điều chú ý**

##### **1. Sửa chữa tổng hợp**

Đầu tiên phải ngăn chặn sự cố vốn có dẫn đến sự cố mới; tiếp đó chú ý sử dụng tổng hợp phương pháp xử lí để giành được hiệu quả tốt nhất. Nếu sức chịu tải của cầu kiện không đủ, không chỉ chọn gia cố bổ sung, mà còn xem xét sử dụng tổng hợp nhiều phương án như phương án hạ tải kết cấu, tăng cây chống, thay đổi kết cấu.

##### **2. Loại bỏ nguồn gốc sự cố**

Đây không chỉ là một phương hướng và phương pháp xử lí, mà còn là biện pháp chủ yếu ngăn ngừa sự cố tái phát sinh, phải khống chế nghiêm ngặt tải trọng thi công và sử dụng; nền ngập nước khiến cho nền bị lún, phải loại bỏ nguyên nhân làm cho nền bị ngập nước.

##### **3. Phải chú ý an toàn trong thời gian xử lí sự cố**

Nói chung nên chú ý năm vấn đề dưới đây

- Không để sự cố tái diễn, luôn có thể xảy ra sập đổ, chỉ sau khi được chống đỡ chắc chắn, mới cho phép tiến hành xử lí sự cố, để tránh xảy ra thương vong.
- Đối với các bộ phận kết cấu cần tháo dỡ, chỉ sau khi lập biện pháp an toàn, mới có thể cho phép tháo dỡ.

- Nếu có liên quan đến an toàn của kết cấu, đều cần phải tiến hành tính toán kiểm tra cường độ và tính ổn định của kết cấu trong giai đoạn xử lí, đề ra các biện pháp an toàn tin cậy, đồng thời trong xử lí phải quan sát chặt chẽ tính ổn định của kết cấu.

- Phải chú ý nội lực bổ sung sinh ra trong xử lí, cùng các nhân tố không an toàn từ đó sinh ra.

- Khi tiến hành gia cố kết cấu trong điều kiện không hạ tải, phải chú ý ảnh hưởng của phương pháp gia cố đối với sức chịu tải của kết cấu.

#### 4. Tăng cường công tác kiểm tra nghiệm thu xử lí sự cố

Để đảm bảo chất lượng công trình trong xử lí sự cố, phải bắt đầu từ công tác chuẩn bị, tiến hành kiểm tra nghiệm thu chất lượng một cách chặt chẽ. Sau khi hoàn thành công tác xử lí, nếu cần thiết, cần tiến hành kiểm tra một cách toàn diện chất lượng công trình xử lí, để đảm bảo hiệu quả xử lí.

### III. Điều kiện sự cố không cần xử lí chuyên môn

Những thiếu sót chất lượng công trình tuy vượt quá quy định của quy phạm tiêu chuẩn mà gây ra sự cố, nhưng có thể tuỳ thuộc vào tình hình cụ thể của công trình, thông qua phân tích luận chứng, từ đó rút ra kết luận không cần xử lí chuyên môn. Thường có mấy loại dưới đây:

1. Không ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu và sử dụng bình thường: như công trình có sự cố lệch vị trí, nếu cần sửa chữa thì khó khăn rất lớn hoặc gây tổn thất lớn, qua phân tích luận chứng một cách toàn diện, chỉ cần không ảnh hưởng đến công nghệ sản xuất và sử dụng bình thường, có thể không cần xử lí.

2. Có vấn đề tồn tại trong kiểm tra chất lượng thi công: như kết cấu bê tông kiểm tra cường độ không đủ, thông thường do đúc, bảo dưỡng, quản lý mẫu đúc không tốt, kết quả thí nghiệm của nó không phản ánh một cách chân thực chất lượng bê tông của kết cấu, nếu khi dùng phương pháp không phá hoại đo thì cường độ thực tế đã đạt yêu cầu của thiết kế, có thể không cần xử lí.

3. Không ảnh hưởng đến việc tiếp tục thi công và an toàn của kết cấu: như thanh dười của kèo ứng suất trước kéo sau sinh ra khuyết tật cục bộ như nứt hoặc rỗ chít ít, chỉ cần thông qua phân tích kiểm tra chứng minh, không xảy ra vấn đề trong thi công, thì có thể tiếp tục thi công. Bởi vì nói chung, ứng suất thi công trong mặt cắt bê tông thanh dười lớn hơn ứng suất sử dụng bình thường, chỉ cần thông qua thử thách thực tế của thi công, không thể xảy ra vấn đề trong sử dụng, do vậy không cần thiết tiến hành xử lí chuyên môn, chỉ cần sửa chữa bê mặt.

4. Lợi dụng cường độ cuối kì: có khi bê tông tuy chưa đạt được yêu cầu thiết kế, nhưng chênh lệch không lớn, đồng thời trong thời gian ngắn cũng không chất đầy tải (bao gồm cả tải trọng thi công), lúc này có thể xem xét lợi dụng cường độ cuối kì của bê tông, chỉ cần trước khi sử dụng đạt được cường độ thiết kế, cũng có thể không phải xử lí, nhưng cần không chế chặt chẽ tải trọng thi công.

5. Thông qua tính toán kiểm tra đối với thiết kế ban đầu có thể đáp ứng yêu cầu sử dụng: kích thước mặt cắt của móng hoặc cấu kiện kết cấu không đủ, hoặc tính năng cơ học của

vật liệu không đạt được yêu cầu thiết kế mà ảnh hưởng đến sức chịu tải của kết cấu, có thể dựa vào số liệu thực tế đo được, kết hợp với yêu cầu của thiết kế để tiến hành tính toán kiểm tra, nếu vẫn có thể đáp ứng yêu cầu sử dụng, đồng thời sau khi được đơn vị thiết kế đồng ý, có thể không cần xử lý. Nhưng cần chỉ ra rằng: điều đó làm giảm tiềm năng của thiết kế, do đó cần thận trọng một cách đặc biệt.

Cuối cùng cần đặc biệt nhấn mạnh: cho dù là hoàn cảnh nào, tuy sự cố có thể không cần xử lý, nhưng vẫn cần được sự đồng ý của đơn vị liên quan như thiết kế, đồng thời chuẩn bị đầy đủ tài liệu bằng văn bản, sau khi được cơ quan có liên quan kí duyệt, cung cấp tham khảo cho bàn giao và sử dụng.

### **1.3.3. Những điều chú ý trong xử lý sự cố nền móng**

Ngoài việc cần tuân theo những quy định có liên quan ở mục 1.3.2, cần rất chú ý những điểm dưới đây:

1. Tất cả những sự cố công trình về nền móng đều cần phân tích và xử lý một cách cẩn thận. Vì những loại sự cố này thường ảnh hưởng đến an toàn kết cấu hoặc an toàn trong thi công, xử lý không thỏa đáng, có thể làm nảy sinh sự cố phức tạp hơn.

2. Phân tích xử lý thật sớm: công trình nền móng không chỉ quan trọng, mà lại là công trình khuất, những loại sự cố này nếu không được phát hiện sớm, thường dẫn đến những khó khăn xử lý sau này, đồng thời làm tăng chi phí xử lý.

3. Ngăn ngừa ảnh hưởng tới các thiết bị ngầm khác: trong xây dựng công nghiệp, khi xử lý sự cố nền móng, không chỉ cần xem xét các công trình xây dựng như các loại móng, hào, rãnh, mà còn cần chú ý các thiết bị công nghệ khác như nước, điện, sưởi ấm, vệ sinh, ngăn chặn ảnh hưởng dẫn đến những vấn đề mới.

4. Phân biệt tính chất và nguyên nhân sự cố: nguyên nhân thường gặp của sự cố nền móng không chỉ có liên quan đến sức chịu tải và mô đun nén của đất nền, mà còn có liên quan đến các nhân tố khác như chất lượng nước ngầm và mực nước ngầm, nhân tố thiết kế, thi công, khi xử lý phải dựa vào tính chất của nó, tuỳ thuộc vào nguyên nhân của sự cố để dùng các phương pháp xử lý thích đáng. Như sự cố biến dạng nền quá lớn, đầu tiên phân biệt mức độ lún đều và nguyên nhân gây nên, sau đó mới dùng các phương pháp xử lý khác nhau, có lúc cần xử lý bằng phương pháp gia cố nền, có lúc cần gia cố cục bộ hoặc loại bỏ cục bộ nền yếu.

5. Không nên chỉ hạn chế vào xử lý nền móng: sau khi xảy ra sự cố nền, không nên chỉ thông qua xử lý nền loại bỏ sai sót, có lúc phải gia cố tăng cường thích đáng ở kết cấu bên trên, có thể hiệu quả càng tốt so với đơn thuần gia cố nền, đồng thời phải chú ý sự cố nền có thể dẫn đến sinh ra ứng suất phụ của kết cấu bên trên.

### **1.3.4. Những điều chú ý trong xử lý sự cố nứt**

Ngoài việc tôn trọng các nguyên tắc ở mục 1.3.2, cần rất chú ý những điểm dưới đây:

1. Phân biệt chính xác các vết rạn nứt: rạn nứt công trình rất phổ biến, có cần xử lý không và xử lý như thế nào, chủ yếu phụ thuộc vào tính chất vết nứt và tính nguy hiểm của nó. Với các vết nứt ảnh hưởng đến an toàn kết cấu, hoặc ảnh hưởng tới sử dụng bình

thường, hoặc làm giảm độ bền đều phải xử lý cẩn thận; đối với vết nứt tiếp tục phát triển, có thể làm cho công trình sập đổ, còn phải dùng các biện pháp bảo vệ kịp thời.

2. Ngăn chặn rạn nứt trở lại: ngoài chọn phương pháp và thời gian xử lý chính xác, còn nên bắt đầu từ loại bỏ nguyên nhân, dùng các biện pháp thích hợp, như cải thiện tính năng bảo ôn cách nhiệt của mái, giảm hốt lún không đều của nền.

3. Tránh những tổn thất không cần thiết: khi sửa chữa vết nứt, nên tránh mở rộng vết nứt một cách tuỳ tiện để tránh ảnh hưởng tính năng của kết cấu, hoặc biến một vết nứt thành hai vết nứt.

### 1.3.5. Những điều chú ý trong xử lí sự cố biến dạng lệch vị trí

Ngoài việc tôn trọng các nguyên tắc ở mục 1.3.2, còn phải chú ý những điều dưới đây:

1. Dự đoán đầy đủ hậu quả của biến dạng lệch vị trí: bởi vì những loại sự cố này phần nhiều ảnh hưởng đến việc tiếp tục thi công công trình, khi xử lý thường chỉ mong thi công có thể tiếp tục, xem nhẹ lệch vị trí tạo ra những hậu quả nghiêm trọng như sinh ra ứng suất phụ của kết cấu, thậm chí dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng như làm thay đổi sơ đồ tính toán kết cấu, ảnh hưởng đến công nghệ sản xuất và đặt mua thiết bị tiêu chuẩn.

2. Xử lí sớm: rất nhiều kinh nghiệm thực tiễn công trình cho thấy, sau khi xảy ra sự cố biến dạng lệch vị trí, xử lí càng kịp thời càng tốt, tổn thất càng ít.

3. Tránh sửa chữa quá mức: có công trình lệch móng dùng kích đẩy về vị trí, do tác động của quán tính và xáo động, sau khi dừng kích, móng vẫn có thể tiếp tục từ từ nhích lên phía trước một đoạn. Vì vậy, khi không hoàn toàn tin tưởng, không nên kích một lần đến vị trí, để tránh sửa chữa lệch vị trí quá đà.

### 1.3.6. Những điều chú ý trong xử lí sự cố cường độ không đủ

Ngoài việc tôn trọng các nguyên tắc ở mục 1.3.2, còn phải chú ý những điều dưới đây:

1. Đo cường độ thực tế: khi cường độ mẫu thử không đủ, nếu có đầy đủ căn cứ không tin được tính đại diện của mẫu thử, có thể dùng phương pháp kiểm tra không phá hoại, đo cường độ thực tế của vật liệu kết cấu, làm chỗ dựa để phân tích xử lí sự cố.

2. Xem xét lợi dụng cường độ cuối kì: đối với những sự cố cường độ của bê tông và vữa xi măng không đủ, nếu đủ điều kiện tiếp tục bảo dưỡng mà cường độ của nó còn có thể tiếp tục tăng trưởng, có thể xem xét thời gian sử dụng thực tế của kết cấu, lợi dụng cường độ cuối kì, nhưng nên chú ý không chể tải trọng thi công và các loại tác động trong khi xây dựng.

3. Phải coi trọng ảnh hưởng của sự không đủ cường độ đối với công trình: cường độ không đủ không chỉ làm giảm sức chịu tải, mà còn có thể làm tăng biến dạng của kết cấu, còn có thể làm giảm tính năng chống thấm, chống đóng băng, tính bền đối với kết cấu bê tông.

### 1.3.7. Những điều chú ý trong xử lí sự cố kết cấu thép

Ngoài việc tôn trọng các nguyên tắc ở mục 1.3.2, cần rất chú ý những điểm dưới đây:

1. Chọn phương thức liên kết hợp lí: giàn kết cấu thép nên ưu tiên dùng phương pháp liên kết hàn. Nếu phương pháp hàn gấp khó khăn thật sự, có thể dùng bu lông cường độ cao

hoặc định tán, trong điều kiện bất đắc dĩ có thể dùng bu lông chẽ tạo tinh, không cho phép sử dụng bu lông chẽ tạo thô để gia cố liên kết. Kết cấu thép nhẹ dưới tác động của tải trọng, không cho phép gia cố bằng hàn điện.

2. Chọn công nghệ hàn chính xác: cố gắng giảm biến dạng hàn và giảm ứng suất hàn.
3. Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường: hàn gia cố nên hàn trong môi trường có nhiệt độ 0°C trở lên.
4. Ảnh hưởng của nhiệt độ cao đối với an toàn của kết cấu: trong điều kiện chịu tải, hàn điện gia cố hoặc gia nhiệt uốn thẳng, nên chú ý vì cấu kiện gia nhiệt quá lớn mà làm giảm sức chịu tải.

### **1.3.8. Những điều chú ý trong xử lý sự cố sập đổ cục bộ**

Ngoài việc tôn trọng các nguyên tắc ở mục 1.3.2, cần rất chú ý những điểm dưới đây:

1. Tránh sự cố ngày càng xấu thêm: sau khi xảy ra sự cố sập đổ cục bộ, phải tổ chức điều tra nghiên cứu ngay, đồng thời dùng những biện pháp bảo vệ nhanh nhất, ngăn ngừa sự cố mở rộng, tránh những lỗ hổng không nên có.
2. Chú ý an toàn cho con người: dùng những biện pháp hữu hiệu cứu chữa những người lâm nạn.
3. Bảo vệ chặt chẽ hiện trường sự cố, bảo đảm tính chân thực, độ tin cậy điều tra khảo sát hiện trường: nếu những nguyên nhân như cứu người, mở đường thoát nạn, cần phải chuyển hiện vật ở hiện trường, phải đánh dấu, vẽ sơ đồ hiện trường, đồng thời phải ghi chép bằng văn bản, giữ lại thoả đáng những vết tích, hiện vật quan trọng của hiện trường, dùng máy ảnh, camera ghi lại tình hình hiện trường lúc đó. Sau khi được viện kiểm sát hoặc tổ điều tra sự cố đồng ý mới được phép dọn hiện trường.
4. Phải chú ý kiểm định bộ phận chưa bị sập đổ: một là cần chú ý bộ phận chưa đổ có hay không có triệu chứng bệnh tượng tự; hai là cần điều tra ảnh hưởng và đặc, chấn động do sập đổ gây nên.
5. Kịp thời báo cáo tình hình sự cố: sau khi xảy ra sự cố đổ vỡ, đơn vị xảy ra sự cố phải dùng phương thức nhanh nhất, báo cáo dựa theo trình tự của Bộ Xây dựng quy định, đồng thời trong 24 giờ phải viết báo cáo bằng văn bản.

## **1.4. TRÌNH TỰ VÀ NỘI DUNG CHỦ YẾU XỬ LÝ SỰ CỐ CHẤT LƯỢNG**

### **1.4.1. Trình tự công việc nói chung của xử lý sự cố**

Trình tự công việc nói chung của xử lý sự cố như hình 1.1.

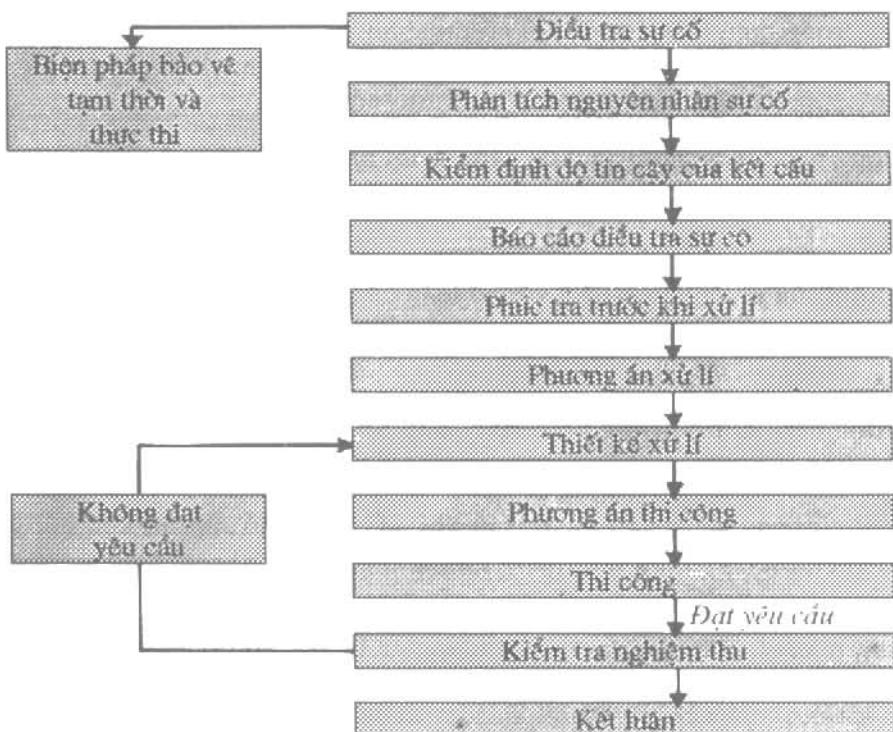
### **1.4.2. Điều tra sự cố**

Nội dung điều tra sự cố bao gồm điều tra các mặt khảo sát, thiết kế, thi công, sử dụng, cùng với điều kiện môi trường.

Nội chung chia thành ba loại: điều tra sơ bộ, điều tra chi tiết và điều tra bổ sung.

#### **I. Điều tra sơ bộ:**

Nội dung của điều tra sơ bộ bao gồm những nội dung sau:



*Hình 1.1. Trình tự công việc xử lý sự cố chất lượng*

1. Tình trạng công trình: nội dung bao gồm những đặc trưng của hiện trường có công trình (như hình hình khu vực gần công trình, môi trường có bị xâm thực không), đặc trưng chủ yếu của kết cấu công trình, mức độ hoàn thành công trình hoặc tình hình sử dụng công trình khi xảy ra sự cố.

2. Tình hình sự cố: thời gian và quá trình xảy ra sự cố, hiện trạng sự cố và số liệu đo được, tình hình phát triển và thay đổi của sự cố từ lúc phát hiện đến lúc điều tra, số người thương vong và tổn thất kinh tế, tính nghiêm trọng của sự cố (có nguy hiểm tới an toàn của kết cấu hay không), tính bức thiết của sự cố (không xử lý kịp thời có xảy ra những hậu quả nghiêm trọng không), hoặc có cần thiết xử lý sơ bộ sự cố hay không.

3. Kiểm tra bản vẽ, tài liệu: bản vẽ thiết kế (kiến trúc, kết cấu, điện nước, thiết bị) và bản thuyết minh, các báo cáo khảo sát về địa chất công trình và địa chất thuỷ văn.

4. Kiểm tra các tài liệu khác:

- Chứng chỉ xuất xưởng của vật liệu xây dựng, thành phẩm, bán thành phẩm và báo cáo thí nghiệm;
- Các sổ ghi chép gốc trong thi công và ghi chép kiểm tra nghiệm thu: như nhật ký thi công, nhật ký đóng cọc, nhật ký thi công bê tông, nhật ký kéo căng ứng suất trước, nhật ký nghiệm thu công trình khuất;

5. Điều tra tình hình sử dụng: đối với công trình đã bàn giao sử dụng, phải tiến hành điều tra mục này, nội dung của nó bao gồm điều tra các mục như mục tiêu sử dụng nhà, tải trọng sử dụng, điều kiện xâm thực.

## **II. Điều tra chi tiết:**

Điều tra chi tiết bao gồm những nội dung sau:

1. Tình hình thiết kế: tư cách của đơn vị thiết kế, bản vẽ thiết kế có đầy đủ không, cấu tạo thiết kế có hợp lý không, sơ đồ tính toán kết cấu và phương pháp thiết kế cùng với kết quả có chính xác không.
2. Tình hình nền móng: tình hình thực tế của nền, kích thước cấu tạo móng và báo cáo khảo sát, yêu cầu thiết kế có thống nhất không, nếu cần có thể đào để kiểm tra.
3. Tình hình thực tế của kết cấu: bao gồm bố trí kết cấu, cấu tạo kết cấu, phương thức liên kết, tình hình cấu kiện và hệ thống chống đỡ.
4. Điều tra các loại tác động lên kết cấu: chủ yếu bao gồm điều tra phân tích các tác động và hiệu ứng của nó lên kết cấu, tác động của tổ hợp hiệu ứng, khi cần thiết tiến hành thống kê số đo thực tế.
5. Tình hình thi công: bao gồm phương pháp thi công, tình hình chấp hành quy phạm thi công, tiến độ và tốc độ thi công, trong thi công có bị gián đoạn không, thống kê phân tích trị số tải trọng thi công.
6. Quan trắc biến dạng công trình: sổ ghi chép quan trắc lún, sổ ghi chép biến dạng kết cấu hoặc cấu kiện.
7. Quan trắc nứt: hình dạng và đặc trưng phân bố vết nứt, chiều rộng, chiều dài, chiều sâu vết nứt cùng với quy luật phát triển thay đổi của vết nứt.

## **III. Điều tra bổ sung:**

Điều tra bổ sung thường là làm thêm một số công việc: thí nghiệm, kiểm nghiệm, đo, thông thường gồm năm nội dung dưới đây:

1. Đối với nền có hoài nghi phải tiến hành khảo sát bổ sung, như tình hình địa chất dưới lớp chịu lực, tình hình địa chất giữa các lỗ khoan khảo sát trong công trình móng cọc.
2. Xác định tính năng thực tế của vật liệu trong công trình như: tiến hành thí nghiệm vật lí, phân tích hoá học đối với vật liệu thép, xi măng, lấy mẫu trên kết cấu, kiểm nghiệm cường độ thực tế của bê tông hoặc khối xây, dùng súng bột nổ, sóng siêu âm và tia chiếu để kiểm tra không phá hoại.
3. Kiểm tra các khuyết tật bên trong kết cấu công trình như: dùng búa gỗ nhẹ lèn mặt ngoài kết cấu để kiểm tra có lỗ rỗng hoặc vỏ dày hay không; đổ nước vào mặt ngoài hoặc các lỗ để săn, ống chôn săn để kiểm tra bên trong có lỗ rỗng lớn hay không hoặc có thám nước hay không; đục bỏ bê mặt của khu vực nghi vấn, kiểm tra chất lượng bên trong; dùng máy đo khuyết tật sóng siêu âm đo lỗ rỗng, vết nứt và các khuyết tật bên trong kết cấu.
4. Thí nghiệm tải trọng: dựa vào thiết kế hoặc yêu cầu sử dụng, làm thí nghiệm tải trọng đối với kết cấu hoặc cấu kiện, kiểm tra sức chịu tải, tính năng chống nứt và biến dạng thực tế.
5. Quan sát trong thời gian dài: đối với những khuyết tật đã xuất hiện trong công trình (như nứt, biến dạng) tiến hành kiểm tra quan trắc trong thời gian tương đối dài, để xác định khuyết tật ổn định hay đang tiếp tục phát triển, từ đó tìm quy luật thay đổi phát triển của nó.

Nội dung của điều tra bổ sung khác nhau rất xa tuỳ theo tình hình công trình và sự cố, nội dung nói ở trên là một số vấn đề thường gặp. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, rất nhiều sự cố nhờ những tư liệu điều tra bổ sung mới có thể phân tích và xử lý, vì vậy tác dụng quan trọng của điều tra bổ sung không thể xem nhẹ. Nhưng các hạng mục điều tra bổ sung, cũng tốn kém công sức và tiền của nên chỉ khi những tư liệu đã điều tra chưa đủ để phân tích, xử lý sự cố, mới tiến hành điều tra bổ sung một số hạng mục cần thiết.

#### **1.4.3. Biện pháp bảo vệ tạm thời và thực thi**

Có một số sự cố chất lượng có thể phát triển không ngừng và ngày càng xấu đi, thậm chí có thể dẫn đến sự sập đổ công trình và gây thương vong. Trong điều tra và xử lý sự cố, nếu phát hiện có những nguy hiểm loại này, phải dùng các biện pháp bảo vệ có hiệu quả, đồng thời tổ chức thực thi ngay. Thông thường có hai loại dưới đây:

1. Ngăn chặn công trình tiến thêm một bước hư hại hoặc sắp đổ: biện pháp thông thường có hai loại là hạ tải và chống đỡ. Biện pháp chống đỡ thông thường là: nếu phát hiện sút chịu tải của đầm chính chịu lực hoặc cột, tường của kè kèo thiêu quá lớn, phải nhanh chóng tăng thêm cây chống dưới đầm hoặc dưới kèo; nếu phát hiện kết cấu đầm công xâm có nguy hiểm đứt gãy hoặc nghiêng lật toàn bộ, phải tăng thêm cây chống ở đầu vươn ra hoặc khu vực vươn ra; những vấn đề khác như tường gạch biến dạng quá lớn, tỉ lệ chiều cao so với chiều dày vượt quá giá trị cho phép, sau khi dựng kèo, độ thẳng đứng bị lệch quá lớn, đều phải nhanh chóng dùng các biện pháp chống đỡ hữu hiệu.

2. Tránh thương vong cho người: có một số sự cố chất lượng đã tới mức nguy hiểm sập đổ, nếu không có đảm bảo chắc chắn, nếu chống đỡ cứu chữa một cách mù quáng, sẽ dẫn đến thương vong không cần thiết cho người. Lúc này phải chia khu vực an toàn, bố trí lan can vây xung quanh, tránh cho người đi vào nơi nguy hiểm.

#### **1.4.4. Phân tích nguyên nhân sự cố**

Phân tích nguyên nhân sự cố phải thực hiện trên cơ sở điều tra sự cố, mục đích chủ yếu là phân định rõ tính chất, chủng loại và mức độ nguy hiểm, đồng thời đưa ra những cơ sở cần thiết cho xử lý sự cố. Vì vậy, phân tích nguyên nhân là một công tác quan trọng trong trình tự công việc xử lý sự cố. Khi tiến hành phân tích nguyên nhân, phải chú ý những điểm dưới đây:

1. Xác định điểm xuất phát của sự cố: điểm xuất phát của sự cố là điểm khởi đầu sự cố phát sinh, như nhà bị sập đổ bắt đầu từ một bộ phận nào đó của cây cột nào đó. Tình trạng của điểm xuất phát sự cố thường phản ánh nguyên nhân trực tiếp của sự cố. Vì vậy, trong phân tích sự cố, tìm kiếm và phân tích điểm xuất phát của sự cố là rất quan trọng. Sau khi tìm được điểm xuất phát của sự cố, thì có thể tiến hành phân tích các hiện tượng trên hiện trường xung quanh điểm xuất phát, làm rõ toàn bộ sự phát sinh và phát triển của sự cố, từ đó có thể tìm được nguyên nhân trực tiếp và nguyên nhân gián tiếp của sự cố.

2. Phân biệt một cách chính xác các nguyên nhân khác nhau của cùng loại sự cố: trong phân tích nhiều sự cố, có thể nhìn thấy nguyên nhân của cùng loại sự cố có khi khác biệt rất xa nhau, xem bảng 1.1, 1.2, 1.3. Chỉ sau khi có sự phân tích tương tự, mới có thể tìm được nguyên nhân chủ yếu của sự cố.

3. Chú ý tính tổng hợp của nguyên nhân sự cố: không ít nguyên nhân sự cố, đặc biệt là nguyên nhân sự cố lớn, thường có liên quan đến mấy vấn đề là thiết kế, thi công, chất lượng sản phẩm vật liệu và sử dụng. Trong phân tích sự cố, phải dự tính toàn diện ảnh hưởng của các loại nguyên nhân đối với sự cố, để dùng các biện pháp chữa cháy tổng hợp.

#### **1.4.5. Kiểm định độ tin cậy của kết cấu**

##### **I. Mục đích kiểm định**

Sự cố chất lượng công trình móng và kết cấu chủ thể thường nguy hiểm đến an toàn của công trình. Đối với những loại sự cố này, phải kiểm định độ tin cậy của kết cấu, để đảm bảo an toàn sử dụng, nếu sự cố xảy ra trong giai đoạn thi công, còn phải đảm bảo an toàn trong thời kỳ xây dựng.

##### **II. Nội dung chủ yếu của kiểm định**

###### **1. Công trình nền móng**

- Biến dạng móng, trong đó bao gồm ba phương diện: tổng biến dạng, độ lún lệch và tính ổn định của móng;
- Kiểm định công trình móng dựa vào yêu cầu các dạng kết cấu khác nhau, xem các mục V~VII của mục này. Đối với móng cọc, chủ yếu là kiểm định sức chịu tải của cọc đơn

###### **2. Công trình kết cấu chủ thể**

- Tính hợp lý của bố trí kết cấu và bố trí chống đỡ, chúng có phù hợp với quy định của thiết kế hay không.
- Khả năng chịu tải của các loại kết cấu hoặc cấu kiện, cấu tạo và liên kết, nứt, biến dạng, độ lệch, độ mảnh của kết cấu, hoặc tỉ lệ chiều cao-chiều dày có phù hợp quy định của quy phạm không.

##### **III. Quy định nghiệm toán (kiểm tra tính toán) kết cấu hoặc cấu kiện**

Kiểm định độ tin cậy của kết cấu thường phải tiến hành nghiệm toán kết cấu, lúc này, phải tôn trọng những quy định dưới đây:

1. Nghiệm toán kết cấu và cấu kiện phải chấp hành theo các quy định của tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước;
2. Nói chung, phải nghiệm toán cường độ, tính ổn định, liên kết của kết cấu hoặc cấu kiện, khi cần thiết, phải tiến hành nghiệm toán biến dạng, nứt, nghiêng, trượt, độ mõi;
3. Sơ đồ tính toán nghiệm toán kết cấu hoặc cấu kiện phải phù hợp với tình trạng chịu lực và cấu tạo thực tế;
4. Tác động và hệ số hiệu ứng tác động lên kết cấu phải theo giá trị quy định dưới đây:
  - Qua điều tra nếu giá trị phù hợp với tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước “Quy phạm tải trọng kết cấu xây dựng” (GBJ 9-87), thì vẫn lấy theo quy định của quy phạm;

Nếu trong “Quy phạm tải trọng kết cấu xây dựng” (GBJ 9-87) vẫn chưa quy định hoặc có trường hợp đặc biệt, thì thực hiện theo quy định của “Tiêu chuẩn thống nhất thiết kế xây dựng” (GBJ 68-84);

Khi xác định tác động mà kết cấu gánh chịu, còn phải xem xét các nội lực phụ do các nhân tố biến dạng kết cấu và nhân tố nhiệt độ gây nên.

- Các hệ số tác động hiệu ứng và hệ số tổ hợp phải lấy giá trị theo “Quy phạm tải trọng kết cấu xây dựng” (GBJ 9-87). Nếu có cơ sở đầy đủ, có thể kết hợp với kinh nghiệm công trình, qua phân tích phán đoán xác định giá trị các hệ số trên.

### 5. Lấy giá trị cường độ của vật liệu phải theo các quy định dưới đây:

- Nếu chủng loại và tính năng vật liệu phù hợp yêu cầu thiết kế ban đầu, giá trị cường độ vật liệu phải lấy theo thiết kế ban đầu;

- Nếu chủng loại và tính năng vật liệu không phù hợp yêu cầu thiết kế ban đầu, hoặc vật liệu đã biến chất, cường độ vật liệu nên lấy theo các số liệu thí nghiệm thực tế đo được. Giá trị tiêu chuẩn của cường độ vật liệu phải theo các quy định có liên quan (Tiêu chuẩn thống nhất thiết kế kết cấu xây dựng) để xác định.

6. Nếu nhiệt độ bề mặt của kết cấu bê tông thường xuyên cao hơn  $60^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ bề mặt của kết cấu thép thường xuyên cao hơn  $150^{\circ}\text{C}$ , phải xem xét ảnh hưởng của nhiệt độ đối với chất lượng vật liệu.

7. Các tham số hình học khi tính toán kiểm tra kết cấu hoặc cấu kiện phải lấy theo giá trị đo thực tế, đồng thời xem xét những ảnh hưởng do bị thương tổn, ăn mòn, gỉ, lệch tâm, mặt cắt bị giảm và những biến dạng quá mức của kết cấu và cấu kiện.

8. Các kết quả nghiệm toán của kết cấu và cấu kiện đều phải phù hợp với quy định của quy phạm hiện hành tương ứng. Đối với các cấu kiện hoặc kết cấu mà quy phạm hiện hành của Nhà nước không có phương pháp nghiệm toán quy định rõ ràng hoặc sau khi nghiệm toán khó xác định được độ tin cậy của chúng, có thể kết hợp kinh nghiệm thực tiễn và tình hình làm việc thực tế của kết cấu, dùng phương pháp lí thuyết kết hợp với thực tế (khi cần thiết có thể thí nghiệm), tiến hành phán đoán một cách tổng hợp theo “Tiêu chuẩn thống nhất thiết kế kết cấu xây dựng”.

## IV. Kiểm định độ tin cậy của công trình nền móng

### 1. Kiểm định sức chịu tải và biến dạng của nền

Sức chịu tải và biến dạng của móng phải phù hợp những yêu cầu dưới đây:

- Khi chịu tác động của tải trọng dọc trực, ứng suất đáy móng không lớn hơn giá trị thiết kế của sức chịu tải của nền; nếu chịu tác động của tải trọng lệch tâm, ứng suất bình quân của đáy móng không lớn hơn giá trị thiết kế của sức chịu tải của nền, đồng thời ứng suất lớn nhất của viền đáy móng không lớn hơn 1,2 lần giá trị thiết kế của sức chịu tải của nền.

- Công trình không lún nứt hoặc nứt đã ổn định, lún không đều nhỏ hơn độ lún lệch cho phép được quy định trong “Quy phạm thiết kế nền móng xây dựng” (GBJ 7-89), cầu trục trong xưởng vận hành bình thường. Đối với công trình mà quy phạm quy định phải nghiệm toán biến dạng móng, thì giá trị tính toán của biến dạng không được lớn hơn giá trị cho phép của biến dạng móng, đồng thời móng không nên có chuyển vị do trượt.

## 2. Kiểm định độ tin cậy của móng

Phải dựa vào các dạng kết cấu móng, dựa theo nội dung tương ứng của mục V, VI. của phần này để kiểm định độ tin cậy của móng.

### V. Kiểm định độ tin cậy của công trình kết cấu bê tông

#### 1. Kiểm định chất lượng vật liệu của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông

Nếu có hoài nghi đối với chất lượng vật liệu của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông, phải theo quy định dưới đây, tiến hành kiểm tra chất lượng vật liệu, kết quả của nó phải phù hợp với những quy định của tiêu chuẩn tương ứng.

- Xác định giá trị tiêu chuẩn của cường độ vật liệu phải dựa vào những quy định có liên quan của “Tiêu chuẩn thống nhất thiết kế của kết cấu xây dựng” (GRJ 68-84);

- Khi lấy mẫu, không được làm tổn hại đến sự làm việc bình thường của kết cấu;

- Kiểm tra cường độ bê tông nên dùng phương pháp khoan lõi, siêu âm, súng bạt nẩy hoặc các phương pháp hữu hiệu khác để xác định một cách tổng hợp, đồng thời phải phù hợp với những quy định của tiêu chuẩn có liên quan hiện hành của Nhà nước;

- Xác định hiện tượng lão hoá của vật liệu bê tông có thể thông qua quan sát mặt ngoài, đo độ cacbon hoá và cốt thép bị gỉ. Khi cần thiết có thể lấy mẫu phân tích;

- Xác định tính năng cơ học và thành phần hóa học của cốt thép trong kết cấu bê tông, phương pháp thí nghiệm và kết quả thí nghiệm của nó phải phù hợp với quy định của tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước.

- Nếu bề mặt cốt thép han gỉ hoặc ăn mòn rõ rệt, nên xem xét tổn thất của diện tích bề mặt cốt thép, ứng suất tập trung và lực kết dính. Đối với công trình bị ăn mòn điện hóa học trong dòng điện phân tán hỗn loạn, nên xem xét sự tổn thất của bộ phận dễ bị gỉ của cốt thép móng;

- Cấu kiện hoặc kết cấu bê tông mà chịu hỏa hoạn hoặc nhiệt tác động, nếu bề mặt cốt thép lộ ra ngoài đã mất đi sự dính kết vừa bê tông, thì tính năng của nó thường xác định bằng thí nghiệm lấy mẫu ở hiện trường.

#### 2. Tính toán kiểm tra sức chịu tải của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông

Kết quả nghiệm toán sức chịu tải của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông phải phù hợp với quy định của công thức (1.1):

$$R/\gamma_o S \geq 1,0 \quad (1.1)$$

Trong đó:  $R$  - Lực chống lại của kết cấu hoặc cấu kiện;

$S$  - Hiệu ứng tác động của kết cấu hoặc cấu kiện;

$\gamma_o$  - Hệ số tính quan trọng của kết cấu.

#### 3. Tính toán kiểm tra lật nghiêng và trượt của kết cấu

Tính toán kiểm tra lật nghiêng và trượt của kết cấu phải phù hợp với quy định của quy phạm hiện hành của Nhà nước.

#### 4. Vết nứt cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông

Vết nứt của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông không được vượt những quy định dưới đây:

- Độ rộng của các vết nứt ngang và xiên ở vùng có cốt thép chủ chịu lực, không được vượt quá giá trị cho phép mà “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông” (GBJ 10-89) quy định. đồng thời cần xem xét ảnh hưởng của các nhân tố chưa tác động đối với nứt khi kiểm tra.

- Không cho phép có vết nứt dọc theo phương của cốt thép chính do cốt thép chính bị gỉ sinh ra.

## 5. Biến dạng cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông

Biến dạng của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông không được vượt quá quy định (bảng 1.4)

**Bảng 1.4. Giá trị biến dạng cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện bê tông**

Loại kết cấu hoặc cấu kiện	Biến dạng cho phép
<b>Khung đỡ của nhà xưởng một tầng, vò kèo</b>	$l_0/500$
<b>Khung nhà nhiều tầng, đầm chính</b>	$l_0/400$
<b>Cấu kiện mái, sàn, cầu thang:</b> $l_0 > 9m$	$l_0/300$
$l_0 \geq 7m; l_0 \leq 9m$	$l_0/250$
$l_0 < 7m$	$l_0/200$
<b>Đầm cầu trục:</b> Chạy điều khiển bằng động cơ điện	$l_0/600$
Chạy điều khiển bằng tay	$l_0/500$
<b>Nhà nhiều tầng dưới tác động của tải trọng gió:</b> Biến dạng ngang giữa các tầng của khung	$h/400$
Tổng biến dạng ngang của khung	$H/500$
<b>Nghiêng ra phía ngoài trên mặt bằng của cột dây khung nhà xưởng một tầng</b>	$H/1000;$ nếu $H > 10m, H \leq 20m$

**Ghi chú:** 1.  $l_0$  là khẩu độ tính toán của cấu kiện;  $H$  là tổng chiều cao của cột hoặc khung;  $h$  là chiều cao tầng của khung.

2. Trong bảng là giá trị biến dạng theo tổ hợp hiệu ứng tải trọng thường xuyên, nên trừ đi hoặc cộng thêm vào giá trị võng hoặc uốn ngược của chế tạo.

## 6. Độ tin cậy của cấu tạo và liên kết của kết cấu bê tông

Độ tin cậy của cấu tạo và liên kết của kết cấu bê tông phải phù hợp theo những quy định dưới đây:

- Cấu tạo của tấm neo và cốt thép neo của chi tiết chôn sẵn phải hợp lý, qua kiểm tra không có hiện tượng khác thường như biến dạng hoặc chuyển vị;

- Mối hàn hoặc bu lông của điểm liên kết phải phù hợp với quy định của quy phạm tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước và yêu cầu sử dụng.

## VI. Kiểm định độ tin cậy của công trình kết cấu xây

### 1. Kiểm nghiệm cường độ khối xây

Nếu cần đo kiểm tra cường độ của khối xây, nên kiểm tra trực tiếp tại hiện trường, cũng có thể lần lượt kiểm tra cấp bậc cường độ của vật liệu và vữa xây, gián tiếp tính toán cường

độ của khối xây. Khi cần thiết, tiến hành kiểm tra tỉ lệ cấp phối vữa xây, lượng xi măng, độ dày của vữa, chất lượng xây của khối xây và hiện tượng phong hoá, ăn mòn của vật liệu.

## 2. Tính toán kiểm tra sức chịu tải của cấu kiện hoặc kết cấu xây

Kết quả tính toán kiểm tra sức chịu tải của cấu kiện hoặc kết cấu xây phải phù hợp với quy định của công thức (1.1).

## 3. Vết nứt cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện khối xây

Vết nứt của kết cấu hoặc cấu kiện khối xây không được vượt quá quy định dưới đây:

- Không cho phép có vết nứt chịu lực như chịu nén, chịu uốn, chịu cắt;
- Cột độc lập không cho phép xuất hiện vết nứt biến dạng;
- Độ rộng của vết nứt biến dạng của tường hoặc tường có cột, phải dựa vào tình hình thực tế như chủng loại kết cấu, yêu cầu sử dụng, kết hợp với biến dạng cố định không, tham khảo nội dung có liên quan của mục 5.1 để quyết định.

## 4. Biến dạng cho phép của khối xây tường, cột

Biến dạng của khối xây tường, cột không được vượt quá những quy định dưới đây:

- Biến dạng cho phép của tường, cột nhà xưởng đơn tầng, xem bảng 1.5.
- Biến dạng cho phép của tường, cột nhà xưởng nhiều tầng, xem bảng 1.6.
- Biến dạng cho phép của nhà xưởng loại khác, có thể tham khảo theo quy định của bảng 1.5. và 1.6.

**Bảng 1.5. Biến dạng cho phép của tường, cột nhà xưởng đơn tầng**

Loại cấu kiện	Tường, cột nhà xưởng không có dầm cầu trục	Tường, cột nhà xưởng có dầm cầu trục	Cột độc lập
Giá trị biến dạng hoặc nghiêng (mm)	$\leq 10$	$\leq H_t/1250$	$\leq 10$

**Ghi chú:** 1.  $H_t$  trong bảng là chiều cao từ chân cột đến dầm cầu trục hoặc mặt trên của dầm cầu trục;

2. Bảng này phù hợp với chiều cao tường, cột  $H \leq 10m$ . Nếu chiều cao tường, cột  $H > 10m$ , chiều cao mỗi khi tăng thêm 1m, giá trị không chế độ nghiêng hoặc biến dạng có thể tăng thêm 10%.

**Bảng 1.6. Biến dạng cho phép của tường, cột nhà xưởng nhiều tầng**

Loại cấu kiện	Tường, tường có cột	Cột độc lập
Biến dạng cho phép (mm)	Độ biến dạng hoặc nghiêng giữa các tầng Tổng biến dạng hoặc nghiêng	5 10
		5 10

**Ghi chú:** Bảng này phù hợp với tổng chiều cao  $H \leq 10m$ ; nếu  $H > 10m$ , thì tổng chiều cao cứ tăng thêm 1m, biến dạng cho phép có thể tăng 10%

## 5. Độ tin cậy của cấu tạo và liên kết tường, cột

Độ tin cậy của cấu tạo và liên kết tường, cột phải phù hợp với những quy định dưới đây:

- Tỉ lệ chiều cao, chiều dày của tường cột không được vượt quá theo quy định của “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây” (GBJ 3-88);

- Liên kết của tường, cột với dầm (chiều dài gác dầm, bố trí tấm đệm, chi tiết chôn sẵn và liên kết cấu tạo), liên kết giữa tường và cột đều phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm hiện hành của Nhà nước.

## VII. Kiểm định độ tin cậy của công trình kết cấu thép nhà xưởng đơn tầng

### 1. Kiểm định chất lượng vật liệu

Nếu cần kiểm tra chất lượng vật liệu, phải phù hợp yêu cầu dưới đây:

- Lấy mẫu không được làm tổn thương đến an toàn của kết cấu;

- Giá trị tiêu chuẩn của cường độ vật liệu nên xác định theo các quy định có liên quan của “Tiêu chuẩn thông nhất thiết kế kết cấu xây dựng” (GBJ 68-84).

- Đối với dầm cầu trục có chế độ công tác loại nặng hoặc dầm cầu trục hàn có chế độ công tác trung bình cầu nâng trọng lượng bằng hoặc lớn hơn 50 tấn, phải kiểm tra tính chịu xung kích ở nhiệt độ thường, khi cần thiết kiểm tra tính chịu xung kích ở nhiệt độ âm.

- Nếu kết cấu chịu tác động của nhiệt độ trên 150°C hoặc chịu ánh sáng của lò nóng lò lạnh, phải kiểm tra mức độ tổn thất do nóng, khi cần thiết có thể lấy mẫu thí nghiệm để xác định chỉ tiêu tính năng cơ học.

2. Tính toán kiểm tra cường độ, tính ổn định và sức chịu tải của mối liên kết kết cấu hoặc cấu kiện thép

Kết quả tính toán kiểm tra cường độ, tính ổn định và sức chịu tải của mối liên kết và độ mệt mỏi của kết cấu hoặc cấu kiện thép phải phù hợp với quy định của công thức (1.1).

### 3. Biến dạng cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện thép

Biến dạng của kết cấu hoặc cấu kiện thép không được vượt quá quy định của bảng 1.7.

### 4. Độ lệch cho phép của kết cấu hoặc cấu kiện thép

Độ lệch của kết cấu hoặc cấu kiện thép không được vượt quá quy định của bảng 1.8.

#### 1.4.6. Báo cáo điều tra sự cố

Để đáp ứng yêu cầu xử lý sự cố, báo cáo điều tra nên bao gồm những nội dung chủ yếu dưới đây:

1. Khái quát công trình: chủ yếu giới thiệu tình hình của bộ phận công trình có liên quan đến sự cố;

2. Khái quát sự cố: chủ yếu gồm thời gian xảy ra và phát hiện của sự cố, hiện trạng của sự cố và tình hình phát triển thay đổi;

3. Sự cố đã được xử lý chưa: lắp hoặc che kín bộ phận khiếm khuyết, các biện pháp bảo vệ tạm thời để tránh sự cố ngày càng xấu đi; nếu đã được xử lý, nhưng không đạt được hiệu quả mong muốn, cũng cần được ghi chép rõ ràng.

4. Các số liệu đo thực tế và các số liệu thí nghiệm trong điều tra sự cố;
5. Phân tích nguyên nhân sự cố;
6. Kết quả kiểm định độ tin cậy của kết cấu;
7. Ý nghĩa của việc xử lý sự cố.

**Bảng 1.7. Biến dạng cho phép của kết cấu hoặc cầu kiện thép**

Loại kết cấu hoặc cầu kiện		Biến dạng cho phép
Tấm:	Sàn nhẹ Các loại sàn khác	I/150 I/200
Giàn, vỉ kèo, giá đỡ		I/400
Dầm đặc bụng:	Dầm chính Các loại dầm khác	I/400 I/250
Dầm cầu trục:	- Dầm cầu trục loại nhẹ và kiểu cầu nâng trọng lượng dưới 50 tấn - Dầm cầu trục loại nặng và kiểu cầu nâng trọng lượng trên 50 tấn	I/600 I/750
Cột:	Biến dạng ngang của cột nhà xưởng Biến dạng ngang của cột cầu dẫn lộ thiên Biến dạng dọc của cột nhà xưởng và cột cầu dẫn lộ thiên	H <sub>T</sub> /1250 H <sub>T</sub> /2500 H <sub>T</sub> /4000
Cầu kiện khung tường:	Dầm ngang đỡ khối xây (mặt ngang) Dầm tường nhẹ bằng thép hình, xà gồ thép Cột chống	I/300 I/200 I/400

**Ghi chú:** 1. I trong bảng là khẩu độ của cầu kiện chịu uốn; H<sub>T</sub> là cao độ từ mặt đáy chân cột đến dầm cầu trục hoặc mặt trên của giàn cầu trục. Dịch chuyển của cột là giá trị chuyển dịch ngang của cột dưới tác động của tải trọng ngang của cầu trục lớn nhất.

2. Bảng này là giá trị biến dạng của tổ hợp hiệu ứng tải trọng thường xuyên, nên trừ đi hoặc cộng thêm vào giá trị vồng hoặc uốn ngược của chế tạo.

**Bảng 1.8. Độ lệch cho phép của kết cấu hoặc cầu kiện thép**

Loại kết cấu hoặc cầu kiện	Độ lệch cho phép
Khung cửa sổ mái, vỉ kèo, khung đỡ	h/250 15mm
Độ cong của cầu kiện chịu nén đối với mặt bằng chịu lực chính	I/1000 10mm
Độ cong của dầm đặc bụng	I/660
Độ lệch của tim đường ray cầu trục đối với trục dầm cầu trục	10mm

**Ghi chú:** 1. Nếu có hai chỉ tiêu, đều không được vượt quá quy định;

2. Trong bảng: h là chiều cao của khung cửa sổ mái, vỉ kèo hoặc khung đỡ, I là chiều dài tự do của thanh chịu nén; L là khẩu độ dầm.

#### **1.4.7. Khảo sát hiện trường trước lúc xử lý**

Tổ chức các nhân viên của những đơn vị có liên quan như thiết kế, thi công tiến hành khảo sát thực địa hiện trường sự cố, trọng điểm là xác minh các nội dung có liên quan của báo cáo điều tra sự cố, ngoài ra còn cần phải chú ý những điểm dưới đây:

1. Kiểm tra kĩ xem còn vấn đề gì không;
2. Xem xét nguyên nhân trực tiếp của sự cố, xác định tính chất của sự cố;
3. Ghi chép cẩn thận nội dung đã kiểm tra, khi cần thiết cần chụp ảnh, quay camera.

#### **1.4.8. Xác định phương án xử lí**

Phương án xử lí sự cố chất lượng phải được xác định trên cơ sở báo cáo điều tra sự cố, kết quả khảo sát thực địa và tính chất sự cố đã được xác nhận, cùng với yêu cầu của người sử dụng. Những sự cố cùng loại và cùng tính chất thông thường có thể dùng những phương án xử lí khác nhau. Nếu sức chịu tải của kết cấu hoặc cấu kiện không đủ, có thể dùng nhiều phương án xử lí như hạ tải cho kết cấu, hoặc thay đổi cấu tạo của kết cấu để làm giảm nội lực của kết cấu, hoặc gia cường kết cấu, mà trong mỗi một phương án xử lí lại có rất nhiều phương pháp xử lí (xem mục 1.5). Khi chọn phương án xử lí, phải tôn trọng các nguyên tắc và yêu cầu của mục 1.3.2, đặc biệt phải chú ý điều kiện thực tế của công trình (tình hình thực tế của công trình, tính năng đo được thực tế của vật liệu, tình hình thực tế của các tác động), để đảm bảo công tác xử lí tiến hành thuận lợi và có hiệu quả.

#### **1.4.9. Thiết kế xử lí sự cố**

Thiết kế xử lí sự cố phải chú ý những mục dưới đây:

1. Thiết kế xử lí sự cố phải theo các quy định của quy phạm thiết kế có liên quan;
2. Thiết kế xử lí, ngoài chọn biện pháp cấu tạo hợp lý và dựa theo những tác động thực tế trên kết cấu tiến hành thiết kế tính toán các mặt như sức chịu tải, công năng sử dụng bình thường, còn phải xem xét tính khả thi của thi công và phương pháp thi công, để đảm bảo chất lượng và an toàn xử lí.
3. Thiết kế xử lí cần có bản vẽ thi công, nội dung bản vẽ phải đáp ứng các yêu cầu sau:
  - Lập dự toán bản vẽ thi công;
  - Đặt mua và cung cấp vật liệu, thiết bị; gia công các thiết bị phi tiêu chuẩn;
  - Thi công xây lắp công trình.
4. Thiết kế xử lí sự cố nên chú ý đến ảnh hưởng của môi trường xấu ở nơi có kết cấu, như các nguyên nhân nhiệt độ cao, xâm thực, đóng băng, chấn động gây nứt tốn thất cho kết cấu; thay đổi nhiệt độ làm nứt kết cấu và thấm dột, đều phải đề ra những cách xử lí tương ứng trong thiết kế xử lí, tránh sự cố lại xảy ra lần nữa.

#### **1.4.10. Thi công xử lí sự cố**

Thi công xử lí sự cố phải tiến hành theo các quy định của tiêu chuẩn, quy phạm có liên quan và yêu cầu thiết kế, đồng thời phải chú ý những điều dưới đây:

1. Chất lượng vật liệu dùng xử lí phải phù hợp với quy định của tiêu chuẩn có liên quan. Vật liệu phức hợp chọn dùng, như bê tông chất dẻo, bê tông nở, bê tông phun, vật liệu vữa

hoá học, chất kết dính, đều phải tiến hành thử trước khi thi công, đồng thời kiểm nghiệm tính năng cơ học vật lí thực tế, đảm bảo chất lượng xử lí và thuận lợi trong thi công.

2. Kiểm tra lại thực trạng sự cố một cách cẩn thận, đồng thời dùng các cách xử lí tương ứng. Trong thi công xử lí sự cố, nếu phát hiện tình hình sự cố và nội dung của báo cáo điều tra khác nhau nhiều, phải ngừng thi công, đồng thời cùng đơn vị liên quan như thiết kế tìm các biện pháp phù hợp, sau đó mới thi công. Trong thi công nếu phát hiện phần công trình khuất của kết cấu có khuyết tật nghiêm trọng, có thể gây nguy hại cho an toàn kết cấu, phải lập tức dùng các biện pháp chống đỡ thích hợp, hoặc nhanh chóng sơ tán người làm ở hiện trường.

3. Lập một cách cẩn thận phương án thi công và thiết kế tổ chức thi công, đề ra những biện pháp cụ thể đối với công nghệ thi công, chất lượng, an toàn, đồng thời bàn giao kĩ thuật cẩn thận.

4. Tăng cường kiểm tra thi công, như dựa vào quy định của quy phạm có liên quan để kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu, bán thành phẩm, cường độ bê tông và vữa cùng với chất lượng các thao tác thi công. Trong đó đặc biệt chú ý kiểm tra chất lượng các nút và liên kết giữa bộ phận mới và bộ phận cũ. Kiểm tra chất lượng phải bắt đầu từ khâu chuẩn bị thi công, cho đến khi hoàn công nghiệm thu, kịp thời xử lí công trình khuất và ghi chép nghiệm thu trung gian cần thiết.

5. Đảm bảo an toàn thi công. Nhân tố không an toàn trong hiện trường sự cố có rất nhiều, cộng thêm những nhân tố nguy hiểm mới như tháo dỡ cục bộ hoặc đục phá mà việc xử lí cần phải làm. Ngoài ra vật liệu dùng để xử lí có không ít độc tố và tính thối rữa, vì vậy trước khi xử lí sự cố phải lập biện pháp kĩ thuật an toàn và bảo hộ lao động tin cậy, trong quá trình thi công phải chấp hành striết để.

#### **1.4.11. Nghiệm thu công trình và kiểm nghiệm hiệu quả xử lí**

##### **1. Nghiệm thu công trình**

Sau khi hoàn thành công tác xử lí sự cố, phải dựa theo những quy định của quy phạm và yêu cầu thiết kế tiến hành kiểm tra nghiệm thu, đồng thời làm các thủ tục bàn giao tài liệu nghiệm thu.

##### **2. Kiểm nghiệm hiệu quả xử lí**

Để đảm bảo hiệu quả của xử lí, phải những công việc xử lí có liên quan đến an toàn sử dụng như sức chịu tải của kết cấu và tính năng quan trọng khác, thường phải làm các công việc thí nghiệm và kiểm nghiệm cẩn thiết. Các công việc kiểm nghiệm thông thường gồm có: khoan lõi lấy mẫu bê tông để kiểm tra tính đặc chắc và hiệu quả chèn vết nứt, hoặc kiểm tra cường độ thực tế; thí nghiệm tái trọng kết cấu; kiểm tra mối hàn hoặc chất lượng bên trong của kết cấu bằng sóng siêu âm; kiểm tra rò rỉ thẩm các công trình như bể, thùng, két chứa nước.

#### **1.4.12. Kết luận xử lí sự cố**

Tất cả sự cố sau khi phân tích xử lí, đều phải có kết luận bằng văn bản rõ ràng. Nếu có yêu cầu đặc biệt đối với thi công công trình tiếp theo, hoặc có điều kiện hạn chế nhất định đối với sử dụng công trình, cũng đều cần phải đề xuất rõ ràng trong kết luận.

## **1.5. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ THƯỜNG DÙNG VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG**

### **1.5.1. Xử lý bê mặt**

Xử lý bê mặt chủ yếu dùng cho việc sửa chữa bê mặt công trình, phương pháp thường dùng có bốn loại:

1. Sửa chữa bê mặt: ví dụ như sửa chữa rỗ, rỗng, bong, biến màu của lớp trang trí.
2. Bít các vết nứt: như các vết nứt co ngót nhiệt độ của bê tông hoặc khói xây, dùng vữa xi măng hoặc vữa xi măng cát để sửa chữa bê mặt.
3. Bao che bê mặt: như khuyết tật bê mặt ảnh hưởng đến ngoại quan, mà hiệu quả sửa chữa không được tốt, thông thường xử lý bằng cách tăng thêm lớp che phủ trên bê mặt.

### **1.5.2. Sửa chữa cục bộ**

Sửa chữa cục bộ chủ yếu là sửa chữa các khuyết tật cục bộ xuất hiện ở kết cấu hoặc cầu kiện, tác dụng của nó ngoài sửa chữa ra còn ngăn ngừa khuyết tật xuất hiện trở lại, có khi còn có tác dụng tăng cường cho kết cấu, thông thường có mấy loại dưới đây:

1. Chèn lấp các lỗ hổng: vật liệu kết cấu hoặc vật liệu liên kết thường xuất hiện lỗ rỗng trên bê mặt trong thi công, sau khi vệ sinh, chèn lấp bổ sung. Như lỗ rỗng bê tông sau khi loại bỏ phần bê tông xốp, dùng bê tông có mác vữa cao hơn một cấp để chèn, hoặc dùng bê tông keo để chèn.
2. Bổ sung cốt thép ngầm vào vết nứt: như sau khi khói xây bị nứt, chôn cốt thép trong khói xây để sửa chữa.
3. Chèn vết nứt bằng cốt thép ứng suất trước: sau khi cầu kiện bê tông nứt, khoan lỗ theo phương thẳng góc với vết nứt, lắp đặt bu lông, sửa chữa theo phương pháp ứng suất trước.
4. Phun vữa vào lỗ rỗng và vết nứt: lỗ rỗng bên trong kết cấu bê tông, hoặc bê tông, khói xây sinh ra vết nứt, có thể dùng phương pháp phun vữa, vật liệu phun vữa có thể dùng xi măng hoặc các vật liệu hóa chất.
5. Bổ sung chi tiết chôn sẵn hoặc đế các lỗ chừa: đối với chi tiết chôn sẵn hoặc các lỗ chừa để sót hoặc sai vị trí trong thi công, cần bổ sung theo yêu cầu của bản vẽ thiết kế.
6. Các xử lý khác: kết cấu thép hoặc tiếp điểm của dạng lắp ghép hoặc mối hàn trong cốt thép, xuất hiện các sai sót như kích thước hàn không đủ, rỗ, kẹp vẩy hàn, mối hàn bị nứt, vết hàn cháy, hàn lỗi, cần phải hàn bổ sung hoặc các biện pháp sửa chữa cục bộ khác.

### **1.5.3. Chữa vị trí bị lệch**

Chữa lệch vị trí chủ yếu dùng cho móng, kết cấu hoặc cầu kiện, chi tiết chôn sẵn, cho đến toàn bộ công trình, xử lý sự cố lệch vị trí, biến dạng, phương pháp thường dùng có mấy loại dưới đây:

1. Khôi phục bằng máy: bao gồm móng bị lệch vị trí, dùng kích đẩy dần hoặc cầu dịch đến vị trí chính xác; tường cột hoặc công trình bị nghiêng, dùng máy kích hoặc kéo thẳng.
2. Sửa chữa dần trong thi công: như cột khung đổ tại chỗ có độ lệch lớn, qua kiểm tra thấy rằng không ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu, có thể sửa chữa dần trong công đoạn thi công sau.

3. Chữa lạch trong xử lí nền: phương pháp dùng để xử lí nền, như giảm lún nền hoặc điều chỉnh nền lún không đều, để đạt được mục đích sửa chữa lạch cho công trình. Xem 1.5.4.

4. Mở rộng móng hoặc cầu kiện: như móng sai lệch vị trí, dùng phương pháp mở rộng móng, làm cho kết cấu bên trên vẫn có thể liên kết theo yêu cầu của thiết kế. Nếu kết cấu hoặc cầu kiện bên trên lệch vị trí không lớn lắm, cũng có thể mở rộng kích thước cầu kiện để đạt được mục đích chữa lạch.

5. Tăng chi tiết liên kết: như trong chế tạo, lắp đặt cầu kiện đúc sẵn sinh ra sai lệch tương đối lớn, cấu tạo liên kết của tiếp điểm không đạt được yêu cầu thiết kế hoặc quy phạm quy định, lúc này thường dùng phương pháp tăng hoặc làm to kích thước liên kết để xử lí.

6. Xử lí vị trí bu lông chân bị lệch: nếu lệch không lớn, thường dùng phương pháp nắn dần, nếu lệch tương đối lớn, thường chôn lại hoặc dùng bu lông cũ để làm chân neo, sau khi hàn thêm thép hình, trên thép hình hàn lại bu lông mới theo đúng vị trí.

7. Xử lí khác: kết cấu dạng lắp ghép nếu sai lệch quá lớn có thể đổi thành đổ tại chỗ; độ nghiêng của vì kèo vượt quá quy định, mà sửa chữa khó khăn, có thể dùng phương pháp tăng chống đỡ để xử lí.

#### 1.5.4. Kỹ thuật thay đổi nền móng

Kỹ thuật thay đổi nền móng có mấy loại dưới đây:

1. Làm móng sâu thêm hoặc rộng thêm: mục đích là để tăng sức chịu tải của móng;

2. Thay bằng cọc: bao gồm cọc bê tông đúc sẵn hoặc cọc nhồi, cọc gõ, cọc ống thép, cùng với các loại cọc làm chặt đất như cọc vôi đất, cọc vôi, cọc cát, cọc đá.

3. Thay bằng bơm vữa: với vật liệu phun khác nhau có: phương pháp silic hoá, xi măng silic hoá, già cố dung dịch kiềm, hỗn hợp dung dịch kiềm. Dựa vào công nghệ khác nhau của phun vữa có nén khí, nén dịch, phương pháp điện hoá học, phương pháp phun vữa cao áp.

4. Kỹ thuật sửa chữa: có thể chia thành ba loại:

- Sửa chữa cường bức xuống: như giàn tải, cọc neo già áp, hạ mực nước, bơm nước, thoát nước hoặc đào đất (cát), cùng với phương pháp loại bỏ ứng suất nền;

- Sửa chữa kích lèn: như cọc nén tĩnh kích lèn, đâm đẽo kích lèn;

- Nén cọc đào đất: một phía của công trình nén cọc, phía kia đào đất, điều chỉnh lún không đều;

5. Phương pháp sửa chữa khác: các biện pháp tổng hợp sửa chữa như thoát nước, chống đỡ, giảm tải trọng, tăng cường bảo vệ mái.

#### 1.5.5. Xử lí sự cố móng cọc

Chủ yếu xử lí sự cố chất lượng cọc, đóng, cọc nhồi, cọc nén chật, các phương pháp thường dùng có mấy loại dưới đây:

1. Bổ sung cọc: các sự cố như mũi cọc chưa đạt đến lớp đất chịu lực đỡ mũi cọc theo yêu cầu thiết kế, hoặc độ sâu của cọc xuyên vào đất rõ ràng không đủ, hoặc độ lệch vị trí của

cọc quá lớn, hoặc lệch theo chiều đứng của cọc nhồi quá lớn, thường xử lí bằng cách ở khu vực gần cọc có sự cố bổ sung một cây hoặc một số cây cọc, cố lúc còn mở rộng dài của móng cọc.

2. Thay đổi công nghệ đóng cọc: cọc hoặc ống cọc không chìm đến độ sâu thiết kế, thường xử lí bằng phương pháp thay đổi công nghệ đóng cọc. Như cọc nhồi chìm ống bằng chấn động khi ống cọc xuyên qua tầng cát mịn, có thể vì hiệu ứng nén của tầng cát mịn mà làm cho ống cọc không thể xuống được, đổi với dạng mũi cọc mở có thể sau khi rút ống nhồi 20-30kg nước, lại chấn động để chìm ống; đổi với mũi cọc đúc sẵn, có thể sau khi tạm dừng 2-3h lại tiếp tục cho hạ cọc. Như đường kính cọc nhồi bị thu lại, xử lí bằng cách đóng lại. Như cọc đúc sẵn không chìm xuống được, đổi dùng phương pháp búa cọc lớn đóng thấp để đóng.

3. Vệ sinh cặn lắng, nén vữa nhồi chặt: kiểm tra đáy cọc nhồi thấy chiều dày cặn hoặc đất xốp có chiều dày vượt quá quy định của quy phạm, có thể dùng lỗ kiểm tra hoặc khoan lỗ mới sâu đến đáy lỗ cọc, đầu tiên dùng ống lồng có ống trong và ống ngoài ép nước vào với áp lực 0,4-0,6MPa, để làm sạch cặn lắng dưới đáy cọc, sau đó dùng vữa xi măng 1:2 ép vào đáy cọc với áp lực là 0,4-0,6MPa, tiến hành một số lần, cho đến khi toàn bộ ép ra là vữa xi măng thì dừng.

4. Nén tĩnh: sau khi thành cọc, phát hiện sức chịu tải của cọc đơn thiếu trầm trọng, có khi dùng phương pháp nén tĩnh nén cọc đến độ sâu cần thiết. Như có nơi dùng phương pháp này xử lí hàng trăm cây cọc có sức chịu tải không đủ, đạt được hiệu quả tương đối tốt.

5. Gia cố dài cọc của móng: như sức chịu tải của một số cọc có vấn đề, có lúc phải xí lí bằng phương pháp gia cố dài cọc.

6. Các phương pháp khác: như giảm tải trọng của kết cấu bên trên, trên mặt tầng dưới cùng làm sàn có khung đỡ, để giảm nhẹ tải trọng lấp đất; lợi dụng cọc và nền thiền nhiên cùng tác động; làm lại các cọc với đất có chất lượng không đạt yêu cầu.

### 1.5.6. Chống thấm, bịt rò rỉ

Chủ yếu dùng để xử lí thấm công trình, phương pháp thường dùng có mấy loại dưới đây:

1. Sửa lại các sai sót: như mặt tường bị rò rỉ thấm vì nứt do thay đổi nhiệt độ, có thể xử lí bằng đục và chèn vết nứt, vật liệu có thể dùng hóa chất, keo chèn xây dựng, amiăng chống thấm, xi măng pôlime chống thấm.

2. Bơm vữa bịt rò rỉ: như công trình ngầm bị thấm, thường dùng phương pháp bơm vữa xử lí.

3. Tăng lớp chống thấm: như mặt tường hoặc mái bị rò rỉ thấm, có thể xử lí lớp chống thấm bằng phun nhiều lớp vật liệu chống thấm lên lớp vải sợi thuỷ tinh, cũng có thể dùng thêm lớp xi măng lưới thép để xí lí.

4. Tăng cường khả năng chống thấm của vật liệu kết cấu: như bơm vữa áp lực vào trong bê tông, để nâng cao độ đặc chắc và khả năng chống thấm.

5. Loại trừ các nguyên nhân gây thấm: như dùng biện pháp thoát nước, dẫn nước để loại bỏ nguồn nước; tăng lớp cách nhiệt trên mái có vết nứt nhiệt độ, sau khi loại bỏ khả năng có thể lại bị nứt của mái, tiến hành sửa chữa khôi phục chống thấm.

### **1.5.7. Thay đổi công nghệ thi công**

Có thể dùng các công nghệ thi công dưới đây để xử lý sự cố:

1. Thay đổi công nghệ kéo cảng ứng suất trước: như khi bê tông của thanh dưới vì kèo mái ứng suất trước kéo sau có vấn đề chất lượng, để giảm nhẹ ứng suất nén của mặt cắt bê tông thanh dưới khi kéo cảng, có thể dùng biện pháp kéo cảng từng đợt, nghĩa là kéo cảng một phần cốt thép ở vị trí nằm ngang của vì kèo, sau đó dựng đứng vì kèo kéo cảng phần cốt thép còn lại.

2. Điều chỉnh giá trị ứng suất trước: như lỗ chừa sẵn của vì kèo bị lệch, để tránh khi kéo cảng xuất hiện uốn xiên quá lớn, có thể điều chỉnh lực kéo cảng của mỗi thanh (hoặc mỗi bộ) cốt thép, để giảm nhẹ uốn lệch tâm. Nhưng cần chú ý ứng suất kéo cảng sau khi điều chỉnh không được vượt quá ứng suất không chế, tổng giá trị ứng suất trước vẫn phải giữ nguyên không đổi.

3. Sửa chữa sàn công tác ván khuôn trượt bị vặn làm sai vị trí: thường xử lý bằng phương pháp điều chỉnh hành trình của kích, phương pháp dẫn bằng sợi thép, phương pháp dẫn ti kích, phương pháp nghiêng sàn công tác, phương pháp tăng tải trọng để chữa lệch.

4. Sửa chữa sàn của công trình nâng sàn chênh lệch cao thấp và có chuyển vị ngang: Thông thường nâng lại sàn, điều chỉnh bằng đệm thép hoặc nêm gỗ.

5. Phương pháp xử lý giếng chìm bị nghiêng, nứt: thông thường xử lý bằng phương pháp điều chỉnh biện pháp chìm, không chế độ lệch chìm.

### **1.5.8. Giảm tải trọng**

Chủ yếu dùng để xử lý sự cố sức chịu tải của nền móng, kết cấu hoặc cầu kiện không đủ, phương pháp thông thường có mấy loại dưới đây:

1. Làm rỗng mặt đất tầng dưới: loại bỏ đất lấp, giảm nhẹ tải trọng nền.
2. Giảm nhẹ tự trọng của kết cấu: như đổi tường gạch hoặc tường bê tông thành tường ngăn nhẹ; mái bê tông cốt thép đổi thành mái ngói amiăng thép nhẹ.
3. Cải thiện điều kiện sử dụng công trình: như ngăn ngừa bụi tích tụ trên sàn quá nhiều.
4. Thay đổi công dụng công trình, giảm nhẹ hoạt tải.
5. Hợp lý sử dụng cầu kiện có khuyết tật: như lấy cầu kiện có khuyết tật sử dụng ở đoạn đầu công trình, hoặc ở khe co giãn.

### **1.5.9. Thay đổi phương án kết cấu hoặc cấu tạo để giảm bớt nội lực**

Mục này thông qua phương pháp thay đổi cấu tạo kết cấu hoặc sơ đồ tính toán để đạt được giảm bớt nội lực của kết cấu, chủ yếu dùng để xử lý sự cố sức chịu tải không đủ, phương pháp thông thường có mấy loại dưới đây:

1. Tăng điểm đỡ: ví dụ cầu kiện chịu uốn như dầm sàn, sau khi tăng thêm điểm đỡ hoặc cột chống, khẩu độ tính toán giảm đi, đồng thời kết cấu tĩnh biến thành kết cấu siêu tĩnh, nội lực giảm đi một cách rõ rệt.

2. Tăng thêm cây chống: vì kèo, cột, tường tăng thêm cây chống, cột đỡ, điểm đỡ, giảm chiều dài tính toán của cầu kiện, nâng cao khả năng chịu tải và tính ổn định của kết cấu.

3. Tăng thêm kết cấu hạ tải: như dưới sàn, mái tăng thêm thép hình; dưới đầm tăng thêm đầm đỡ hoặc nếu sức chịu tải của khung, tường, cột không đủ, tăng thêm tường cột phụ hoặc cột độc lập.

4. Thay đổi cấu tạo của nút: cấu tạo nút của vì kèo thép và cột thép, cột và móng, đều có thể thay đổi nội lực của kết cấu.

5. Thay đổi phương án kết cấu: như trong kết cấu khối xây, xây thêm tường ngang trong phòng không gian lớn, thay phương án đan hồi bằng phương án cứng; như một phía của nhà kết cấu dãy khung mở rộng nhà theo phương án cứng, công trình cũ có thể không thiết kế tính toán theo kết cấu dãy khung, do đó mà giảm được nội lực.

### **1.5.10. Bổ sung gia cường**

Chủ yếu dùng xử lí sự cố kết cấu hoặc cấu kiện có sức chịu tải không đủ.

#### *I. Phương pháp bổ sung gia cường*

##### **1. Phương pháp mở rộng tiết diện**

Hầu như gia cố đối với tất cả kết cấu hoặc cấu kiện đều thường dùng phương pháp này. Nếu kết cấu bê tông hoặc khối xây cần mở rộng tiết diện, ngoài những phương pháp cần dùng, còn có thể dùng phương pháp phun lớp bê tông hoặc lớp vữa, liên kết giữa lớp gia cường hình thành từ đó và kết cấu cũ tương đối tin cậy, nếu lớp gia cường tương đối dày, có thể phun bê tông; nếu chiều dày tương đối mỏng, cho phép dùng vữa. Khi phun lớp bê tông tương đối dày, thường đặt một lớp lưới thép, nếu lớp phun dày hơn 75mm, có thể dùng hai lớp lưới thép, kích thước mắt lưới thép thường là 50~75mm.

##### **2. Phương pháp tổ hợp kết cấu**

Dùng hai loại vật liệu khác nhau tạo thành một kết cấu mới là một trong những phương pháp thường dùng để tăng cường gia cố. Như phía ngoài kết cấu khối xây bao bê tông cốt thép hoặc thép; bên ngoài kết cấu bê tông bao thép; sau khi hai đầu tường xây bố trí lưới cốt thép hoặc thép hình, lại làm thêm lớp vữa hoặc bê tông, tạo thành “tường kẹp tấm”; bốn xung quanh cấu kiện kết cấu thép sau khi đổ bê tông tạo thành cấu kiện thép cứng-bê tông.

##### **3. Phương pháp dán tấm thép**

Phương pháp gia cố này phù hợp với cấu kiện chịu uốn thông thường chịu tác động của tĩnh lực, cường độ bê tông cao hơn C15. Nếu khả năng chịu tải của mặt cắt ngang của cấu kiện không đủ, có thể tiến hành gia cố bằng cách trên bề mặt của vùng chịu kéo dán tấm thép; nếu khả năng chịu tải của mặt cắt xiên của cấu kiện không đủ, có thể tiến hành gia cố bằng cách dán tấm đai hình chữ U.

##### **4. Phương pháp phun vữa**

Nếu bên trong của bê tông khối lớn không đặc chắc, thường tiến hành gia cố bằng cách phun vữa áp lực. Nếu kết cấu bê tông có vết nứt, để khôi phục tính đồng nhất và công năng sử dụng, cũng có thể dùng phương pháp phun vữa để xử lí, nhưng đối với vết nứt có mức chịu tải không đủ, ngoài xử lí bằng phun vữa, còn phải dùng các biện pháp gia cố tương ứng khác.

## 5. Phương pháp tăng thêm cốt thép

Nếu cấu kiện bê tông bỗ trí không đủ cốt thép, có thể tiến hành gia cố bằng cách đục bỏ lớp bảo vệ, bỗ trí thêm cốt thép, đồng thời sau khi hàn chắc với cốt thép cũ, lại khôi phục lớp bảo vệ. Có lúc còn dùng phương pháp gia cố bằng cách tăng dày đai thép, để gia cố nút mà cốt thép của cột, khung đặt sai vị trí nghiêm trọng; dùng cốt thép xoắn ốc cuộn cột để gia cố cột bê tông.

## 6. Phương pháp gia cường liên kết

Nếu sức chịu tải của liên kết của cấu kiện hoặc điểm nút không đủ, dựa vào chủng loại và đặc trưng của kết cấu, lần lượt dùng các phương pháp gia cố sau: gia cường liên kết của kết cấu thép dùng đường hàn dài hơn, dày hơn; tăng bu lông hoặc đinh tán liên kết, lúc cần thiết cần tăng kích thước mặt cắt và chiều dài bộ phận liên kết; kết cấu bê tông lắp ghép dùng phương pháp tăng diện tích phần liên kết và mở rộng kích thước nối tiếp phần đỗ tại chỗ hoặc nâng cao cường độ bê tông.

## 7. Nâng cao khả năng chống lật

Như ở đầu ngầm của kết cấu công xôn tăng tải trọng nén hoặc tăng cường liên kết với các cấu kiện khác; tường chắn đất tăng thanh neo, nâng cao khả năng chống lật.

## 8. Tăng thêm giàn phụ

Như tăng thêm giàn dưới dầm thép, nghĩa là dùng dầm cũ làm thanh trên, thanh bụng và thanh dưới tăng sau, có thể nâng cao khả năng chịu tải rất nhiều.

## 9. Phương pháp tăng thêm đai tấm thép

Ống khói gạch xây hoặc bê tông có vết nứt đứng, thường gia cố bằng phương pháp này.

## II. Những điểm cần chú ý trong thiết kế và thi công bổ sung gia cường

Thiết kế và thi công bổ sung gia cường cần chú ý những điểm sau:

1. Kiểm định chính xác đối với cấu kiện cũ, để xác định xem có thể dùng được không và tỉ lệ sử dụng.

2. Nếu phần bổ sung gia cường sau cùng chịu tải với kết cấu hoặc cấu kiện cũ, thường tồn tại hiện tượng ứng suất kéo theo, vì vậy trong thiết kế phải xem xét một cách thích đáng hệ số khẩu trừ cường độ.

3. Biện pháp xử lý chính xác cấu tạo liên kết kết cấu cũ và phần gia cố, đảm bảo cho chúng cùng làm việc. Như đục xòm bê tông cũ, rửa và tưới đậm nước; tẩy sạch sơn, gi của kết cấu hoặc cấu kiện thép cũ.

4. Dùng các biện pháp bảo vệ thích đáng đối với kết cấu hoặc cấu kiện cũ. Như chống đỡ tạm thời, không chế tải trọng giai đoạn xử lý, quy định phương pháp và yêu cầu tháo dỡ cục bộ.

5. Sau khi quy định rõ rệt bổ sung gia cường, đề ra thời gian cho phép gia tải và các yêu cầu khác.

### 1.5.11. Nâng cao tính đồng nhất của công trình

Chú ý xử lý đối với các gian rộng lớn, hoặc tính đồng nhất đối với nhà thông thường sau khi bị hư hại, phương pháp thường dùng có mấy loại sau:

1. Tăng cột cầu tạo cho bê tông cốt thép;
2. Tăng các đầm vòng cho bê tông cốt thép;
3. Tăng các thanh bu lông kéo;
4. Dùng các đầm cao có vách ngăn, nâng cao tính đồng nhất cho kết cấu khung;
5. Tăng cây chống cho vỉ kèo, mái;
6. Tăng lớp bê tông đỗ liền cho sàn mái;
7. Tăng thêm các tường ngang có đủ độ cứng đối với các gian không gian lớn.

### **1.5.12. Các phương pháp xử lí khác**

Các phương pháp xử lí khác thường dùng có mấy loại sau đây:

1. Sửa đổi thiết kế: như thay đổi dạng kết cấu; tăng thêm đệm đầm ở dưới đầm lớn của kết cấu bê tông-gạch; chuyển đổi vết nứt trên tường gạch thành khe co giãn; thay đổi lớp cách nhiệt giữ ấm và các cầu tạo kiến trúc khác; sửa các gian phòng lớn của tầng dưới thành các phòng nhỏ, thay đổi đường truyền lực của kết cấu.
2. Loại bỏ cục bộ phần xây dựng nặng: ngoài các phương pháp thường dùng loại bỏ phần xây dựng nặng, còn có phương pháp kéo sau trong cầu kiện ứng suất trước, thay đổi cốt thép không đạt yêu cầu hoặc có sự cố; thay đổi cục bộ sau khi chống đỡ tạm thời kết cấu bên trên, như thay đầm đổi cột.
3. Giảm cấp cầu kiện đúc sẵn để sử dụng.
4. Lợi dụng cường độ cuối kì của bê tông.
5. Móng thiết bị chấn động quá lớn, tăng trọng lượng.
6. Dùng phương pháp xử lí nhiệt cải thiện điểm hàn điện cốt thép có thể xảy ra dòn đứt.
7. Xác định cường độ thực tế của vật liệu, đồng thời dựa theo điều kiện kích thước, tải trọng thực tế của kết cấu, tiến hành phân tích tính toán kiểm tra, đề xuất các cơ sở xử lí không chuyên môn.

## **2. KĨ THUẬT ĐO KIỂM TRA**

### **2.1. ĐO KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ THỰC TẾ VÀ TÍNH NĂNG CỦA VẬT LIỆU KẾT CẤU**

Nội dung chủ yếu của đo kiểm tra cường độ thực tế và tính năng của vật liệu kết cấu trong công trình xây dựng bao gồm:

1. Đo kiểm tra cấp cường độ bê tông trong kết cấu bê tông cốt thép, đo kiểm tra cường độ cốt thép và xác định ứng suất thực tế của cốt thép;
2. Đo kiểm tra cấp cường độ vữa xây, gạch, khối xây trong kết cấu xây và đo trạng thái ứng suất thực tế của khối xây;
3. Phân tích hóa học tính năng vật liệu bê tông và vật liệu thép.

Phương thức đo kiểm tra thường dùng là đo kiểm tra tại chỗ không phá hoại ở hiện trường công trình và lấy mẫu cục bộ nửa phá hoại ở hiện trường công trình đưa về phòng thí nghiệm để thí nghiệm.

#### **2.1.1. Đo kiểm tra cường độ bê tông tại hiện trường**

Trong quá trình xử lý sự cố chất lượng công trình, phương pháp đo kiểm tra cường độ bê tông của kết cấu ở hiện trường có thể chia thành phương pháp không phá hoại và phương pháp nửa phá hoại.

Phương pháp không phá hoại lấy mẫu quan hệ tương quan giữa lượng vật lí nào đó với cường độ tiêu chuẩn của bê tông làm chỗ dựa chính; với tiền đề không làm hỏng kết cấu, do được một số đặc tính vật lí của bê tông, đồng thời dựa vào mối quan hệ tương quan tìm ra cường độ chịu nén của bê tông (cấp cường độ). Thuộc loại phương pháp này có: phương pháp bật nẩy, phương pháp siêu âm, phương pháp tổng hợp siêu âm-bật nẩy, phương pháp vết hàn bê mặt, phương pháp chấn động, phương pháp chiếu. Hiện nay, Trung Quốc đã biên soạn các tiêu chuẩn như “Quy trình kĩ thuật của phương pháp bật nẩy đánh giá cường độ chịu nén của bê tông” (JGJ23-85) và “Quy trình kĩ thuật của phương pháp tổng hợp siêu âm-bật nẩy đo kiểm tra cường độ bê tông” (CECS 02: 88).

Phương pháp nửa phá hoại là lấy mẫu trực tiếp trên kết cấu để thí nghiệm hoặc thí nghiệm phá hoại cục bộ với điều kiện không ảnh hưởng tới sức chịu tải của kết cấu, căn cứ vào kết quả thí nghiệm để xác định cường độ bê tông (cấp cường độ). Thuộc loại phương pháp này có phương pháp khoan lấy lõi, phương pháp nhổ, phương pháp luốt và phương pháp bẻ gập. Hiện đã có tiêu chuẩn Nhà nước “Quy trình kĩ thuật khoan lấy lõi đo kiểm tra cường độ bê tông” (CECS 03: 88) và tiêu chuẩn ngành của Bộ Đường sắt “Phương pháp thí nghiệm rút kiềm tra cường độ bê tông”.

##### **1. Đo kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp bật nẩy**

###### **1. Chỗ dựa của phương pháp đo kiểm tra cường độ bê tông**

Phương pháp bật nẩy là một phương pháp không phá hoại dựa vào mối quan hệ tương quan giữa trị số bật nẩy của bê tông, độ sâu cacbon hóa với cường độ chịu nén của bê tông để tìm ra cường độ chịu nén của nó.

“Quy trình kĩ thuật của phương pháp bát nẩy đánh giá cường độ chịu nén của bê tông” (JGJ23-85) là chỗ dựa của phương pháp bát nẩy đo cường độ.

## 2. Súng bát nẩy

Súng bát nẩy được sử dụng rộng rãi nhất trong đo kiểm tra kết cấu bê tông thông thường là súng bát nẩy HT 225 của nhà máy thiết bị xây dựng Thiên Tân sản xuất, động năng xung kích của nó là 2,21J.

Súng bát nẩy phải được đơn vị kiểm định có liên quan kiểm định, có giấy phép kiểm định mới được sử dụng trong thời hạn cho phép (thường 1 năm).

Trước và sau mỗi lần đo ở hiện trường, phải hiệu chỉnh lại trên đe thép tiêu chuẩn có độ cứng  $H_{RC} = 60 \pm 2$ . Khi kiểm định, đe thép phải đặt trên nền bê tông bằng phẳng và có độ cứng lớn, súng bát nẩy bát xuống phía dưới, thanh bát chia làm bốn lần quay, mỗi lần  $90^\circ$ , lấy giá trị bình quân của ba lần bát nẩy. Giá trị bình quân bát nẩy của mỗi lần quay hiệu chỉnh phải trong phạm vi  $80 \pm 2$ , nếu không phải đưa đến đơn vị kiểm định để kiểm định lại. Ngoài ra, nếu số lần bắn cộng dồn của súng bát nẩy vượt quá 6.000 lần, hoặc sau khi các chi tiết chính của súng bát nẩy bị thay đổi phải đưa đến đơn vị kiểm định để kiểm định lại.

## 3. Đô trị số bát nẩy

### - Chuẩn bị hiện trường đo kiểm tra

Cấu kiện và bộ phận đo phải có tính đại diện, nguyên tắc lấy mẫu thí nghiệm là: nếu tìm hiểu cường độ bê tông của kết cấu hoặc cấu kiện đơn chiếc, phải dựa vào tình hình thực tế của chất lượng bê tông quyết định số lượng kiểm tra. Nếu lấy mẫu theo lô để tìm hiểu cường độ bê tông của toàn bộ kết cấu hoặc một lô cấu kiện, số lượng mẫu lấy theo xác suất không được nhỏ hơn 30% tổng số kết cấu hoặc cấu kiện.

Bố trí điểm đo dùng khái niệm vùng đo và mặt đo. Mỗi vùng đo tương đương với một mẫu; mỗi mặt đo tương đương với một bề mặt của mẫu bê tông. Trên mỗi mẫu lấy ra bố trí đều ở vùng đo, số vùng đo không nhỏ hơn 10, khoảng cách giữa các vùng đo liền kề không nên lớn hơn 2m, mỗi vùng đo nên bố trí hai mặt đo (bố trí trên hai mặt bên đối diện của kết cấu hoặc cấu kiện), độ lớn vùng đo khoảng  $400\text{cm}^2$ . Nếu không đáp ứng được yêu cầu này, mỗi vùng đo cho phép chỉ có một mặt đo.

Mặt đo phải sạch sẽ, bằng phẳng, khô ráo, không có khe nối, lớp trang trí, lớp trát, lớp vữa mặt, vết dầu và lỗ rỗng hoặc rỗ mặt, khi cần thiết có thể dùng đá mài quay để loại bỏ các tạp chất trên bề mặt và ở chỗ không bằng phẳng, mặt đo sau khi mài xong phải dùng bàn chải sắt chải đi lớp vôi và lớp mặt vữa.

### - Thao tác và đọc số đo của súng bát nẩy

Khi đo, phải để trực của súng bát nẩy thẳng góc với mặt đo, tăng áp lực từ từ đều đặn, đợi thanh bát sau khi bát trở lại đọc trị số bát nẩy. Mỗi vùng đo bắn 16 điểm, (nếu mỗi vùng đo có hai mặt đo, thì mỗi mặt đo bắn 8 điểm). Điểm đo phải bố trí đều trên mặt đo, tránh chỗ có đá và lỗ rỗng lộ ra ngoài, khoảng cách với điểm đo bên cạnh không được nhỏ hơn 3cm. Khoảng cách điểm đo đến mép cấu kiện hoặc cốt thép, chi tiết bằng thép lộ ra ngoài không được nhỏ hơn 5cm, tại mỗi điểm đo chỉ được bắn một lần.

#### 4. Chính lí số liệu trị số bát nẩy

Lần lượt loại bỏ 3 trị số lớn nhất và 3 trị số nhỏ nhất trong trị số bát nẩy của 16 điểm đo, sau đó tính giá trị bình quân bát nẩy của vùng đo theo công thức sau:

$$\overline{N} = \left( \sum_{i=1}^{10} N_i \right) / 10 \quad (2.1)$$

Trong đó:  $\overline{N}$  - Trị số bát nẩy bình quân của vùng đo, chính xác tới 0,1;

$N_i$  - Trị số bát nẩy của điểm đo thứ  $i$ .

Trừ trường hợp trục của súng bát nẩy là phương ngang, khi đo ở các góc độ khác phải cộng trị số bát nẩy bình quân của khu vực đo với trị số hiệu chỉnh góc  $\Delta N_\alpha$  (bảng 2.1).

Nếu mặt đo không phải là mặt bên của bệ tông, phải lấy trị số bát nẩy bình quân của vùng đo cộng thêm trị số hiệu chỉnh  $\Delta N_a$  (bảng 2.2).

**Bảng 2.1. Trị số hiệu chỉnh  $\Delta N_\alpha$  của giá trị đòn hồi đối với các góc độ đo thí nghiệm  $\alpha$  khác nhau**

$\overline{N}_\alpha$	Góc đo thí nghiệm $\alpha$							
	+90°	+60°	+45°	+30°	-30°	-45°	-60°	-90°
20	-6,0	-5,0	-4,0	-3,0	+2,5	+3,0	+3,5	+4,0
30	-5,0	-4,0	-3,5	-2,5	+2,0	+2,5	+3,0	+3,5
40	-4,0	-3,5	-3,0	-2,0	+1,5	+2,0	+2,5	+3,0
50	-3,5	-3,0	-2,5	-1,5	+1,0	+1,5	+2,0	+2,5

**Ghi chú :** 1. Trong bảng chưa liệt kê trị số hiệu chỉnh  $\Delta N_\alpha$  tương ứng với  $\overline{N}_\alpha$ , có thể dùng phương pháp nội suy để tìm, chính xác đến một số dưới dấu phẩy.

2. Súng bát nẩy thẳng góc hướng lên là +90°, thẳng góc hướng xuống là -90°. Súng bát nẩy hướng lên trên, góc kẹp giữa trục tim súng với đường thẳng ngang là dương, ngược lại là âm.

**Bảng 2.2. Trị số hiệu chỉnh  $\Delta N_a$  của giá trị đòn hồi đối với các mặt đồ bệ tông khác nhau**

$\overline{N}_a$	$\Delta N_a$	
	Mặt ngoài	Mặt đáy
20	+2,5	-3,0
25	+2,0	-2,5
30	+1,5	-2,0
35	+1,0	-1,5
40	+0,5	-1,0
45	0	-0,5
50	0	0

**Ghi chú :** 1. Trong bảng chưa liệt kê trị số hiệu chỉnh  $\Delta N_a$  tương ứng với  $\overline{N}_a$ , có thể dùng phương pháp nội suy để tìm, chính xác đến một số dưới dấu phẩy.

2. *Trị số hiệu chỉnh có liên quan đến bề mặt đỗ bê tông trong bảng là các trị số hiệu chỉnh nói chung sau khi láng mặt vữa cũ.*
3. *Trị số hiệu chỉnh có liên quan đến mặt đáy bê tông trong bảng là các trị số hiệu chỉnh cùng một loại ván khuôn dùng cho mặt đáy và mặt bên của cầu kiện hoặc kết cấu trong trường hợp đỗ bê tông thông thường.*

Khi đo, súng bạt nẩy không theo phương nằm ngang, mà vùng đo lại không phải là mặt bên của bê tông, đầu tiên phải tiến hành điều chỉnh góc độ đối với trị số bạt nẩy bình quân của vùng đo, sau đó mới tiến hành điều chỉnh mặt đỗ bê tông.

#### 5. Đo và tính toán giá trị bình quân độ sâu cacbon hoá của vùng đo

Sau khi đo xong trị số bạt nẩy, trong vùng đo dùng đục đục một lỗ có đường kính khoảng 15mm, chiều sâu khoảng 6mm, thổi sạch bụi và mạt trong lỗ, dùng dung dịch cồn quỳ 1% ( $C_{20}H_{14}O_4$ ) nhỏ vào mép của vách trong lỗ, sau đó dùng thước kẹp và cờ đo khoảng cách đứng từ bê mặt bê tông đến chỗ không đổi màu ở dưới sâu (bê tông chưa cacbon hoá có màu phấn hồng). Khoảng cách này là giá trị chiều sâu cacbon hoá của bê tông. Thông thường, mỗi một lỗ đo 1~2 lần, tìm độ sâu bình quân cacbon hoá  $\bar{L}$ , do chính xác tới 0,5mm. Độ sâu cacbon hoá bình quân nhỏ hơn 0,5mm lấy  $\bar{L} = 0$ ; độ sâu bình quân cacbon hoá lớn hơn 6mm, lấy  $\bar{L} = 6mm$ .

#### 6. Đánh giá cường độ bê tông

- Đường cong chuẩn đo cường độ của phương pháp bạt nẩy và giá trị cường độ bê tông của vùng đo:

Mỗi quan hệ tương quan giữa trị số bạt nẩy và cường độ chịu nén của bê tông gọi là đường cong chuẩn đo cường độ. Thông thường, để sử dụng thuận lợi, đường cong chuẩn đo cường độ đưa ra theo hình thức bảng chuyển đổi giá trị cường độ bê tông ở vùng đo. Có giá trị bạt nẩy bình quân của vùng đo  $\bar{N}$  và độ sâu cacbon hoá bình quân  $\bar{L}$ , tra bảng tính chuyển đổi tìm ra giá trị cường độ bê tông của vùng đo  $R_{nr}$ .

Đường cong chuẩn đo cường độ chia làm ba loại:

+ Đường cong đo cường độ chuyên dụng: nó là đường cong chuẩn (bảng chuyển đổi chuyên dụng) lập ra đối với bê tông của riêng một công trình nào đó, một xưởng đúc sẵn nào đó, hoặc một loại bê tông thương phẩm nào đó, độ chính xác tương đối cao. Nếu các loại điều kiện của bê tông kết cấu hoặc cầu kiện bị đo phù hợp với đường cong đo cường độ chuyên dụng, nên ưu tiên dùng đường cong đo cường độ chuyên dụng để đánh giá giá trị cường độ bê tông vùng đo  $R_{nr}$ .

+ Đường cong đo cường độ khu vực: là đường cong chuẩn đo cường độ lập ra trực tiếp đối với hình ảnh của một khu vực. Trong trường hợp không có đường cong đo cường độ chuyên dụng, cầu kiện và kết cấu ở khu vực này nên dùng đường cong đo cường độ khu vực (bảng chuyển đổi đo cường độ của khu vực) để đánh giá cường độ bê tông vùng đo  $R_{nr}$ .

+ Đường cong đo cường độ thông dụng: trong "Quy trình kỹ thuật của phương pháp bạt nẩy đánh giá cường độ chịu nén của bê tông" (JGJ23-85) đưa ra đường cong thông dụng đo cường độ ở Trung Quốc:

$$R_n = 0,025 \bar{N}^{-2,0108} \times 10^{-0,035\bar{L}} \quad (2.2)$$

**Bảng 2.3. Bảng chuyển đổi giá trị cường độ bê tông ở khu vực do**

Giá trị dàn hồi hình $\bar{N}$	Độ sâu hình thù của vùng đo $R_m$ (mm)													
	Cường độ bê tông của vùng đo $R_m$ (MPa)													
0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	14	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
20,0	10,3	9,9												
20,2	10,5	10,1	9,9											
20,4	10,7	10,3	9,9											
20,6	11,0	10,5	10,1											
20,8	11,2	10,7	10,3	9,9										
21,0	11,4	10,9	10,5	10,1										
21,2	11,6	11,1	10,7	10,2	9,8									
21,4	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0									
21,6	12,0	11,6	11,1	10,6	10,2	9,8								
21,8	12,3	11,8	11,3	10,8	10,4	10,0								
22,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,6	10,2	9,8							
22,2	12,7	12,2	11,7	11,2	10,8	10,4	9,9							
22,4	13,0	12,4	11,9	11,4	11,0	10,5	10,1							
22,6	13,2	12,7	12,1	11,7	11,2	10,7	10,3	9,9						
22,8	13,4	12,9	12,4	11,9	11,4	10,9	10,5	10,1	9,8					
23,0	13,7	13,1	12,6	12,1	11,6	11,1	10,7	10,2	9,8					
23,2	13,9	13,3	12,8	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0					
23,4	14,1	13,6	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,6	10,2	9,8				
23,6	14,4	13,8	13,3	12,7	12,2	11,7	11,2	10,8	10,3	9,9				
23,8	14,6	14,0	13,5	12,9	12,4	11,9	11,4	11,0	10,5	10,1				
24,0	14,9	14,3	13,7	13,2	12,6	12,1	11,6	11,2	10,7	10,3	9,8			
24,2	15,1	14,5	13,9	13,4	12,8	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0			
24,4	15,4	14,8	14,2	13,6	13,0	12,5	12,0	11,5	11,1	10,6	10,2	9,8		
24,6	15,6	15,0	14,4	13,8	13,3	12,7	12,2	11,7	11,2	10,8	10,4	9,9		
24,8	15,9	15,3	14,6	14,0	13,5	12,9	12,4	11,9	11,4	11,0	10,5	10,1		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25,0	16,2	15,5	14,9	14,3	13,7	13,1	12,6	12,1	11,6	11,1	10,7	10,3	9,9	
25,2	16,4	15,8	15,1	14,5	13,9	13,4	12,8	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0	
25,4	16,7	16,0	15,4	14,7	14,1	13,6	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,6	10,2	
25,6	16,9	16,3	15,6	15,0	14,4	13,8	13,2	12,7	12,2	11,7	11,2	10,8	10,3	
25,8	17,2	16,5	15,9	15,2	14,6	14,0	13,4	12,9	12,4	11,9	11,4	10,9	10,5	
26,0	17,5	16,8	16,1	15,4	14,8	14,2	13,7	13,1	12,6	12,1	11,6	11,1	10,7	
26,2	17,8	17,0	16,3	15,7	15,1	14,4	13,9	13,3	12,8	12,3	11,8	11,3	10,8	
26,4	18,0	17,3	16,6	15,9	15,3	14,7	14,1	13,5	13,0	12,4	11,9	11,5	11,0	
26,6	18,3	17,6	16,9	16,2	15,5	14,9	14,3	13,7	13,2	12,6	12,1	11,6	11,2	
26,8	18,6	17,8	17,1	16,4	15,8	15,1	14,5	13,9	13,4	12,8	12,3	11,8	11,3	
27,0	18,9	18,1	17,4	16,7	16,0	15,3	14,7	14,1	13,6	13,0	12,5	12,0	11,5	
27,2	19,1	18,4	17,6	16,9	16,2	15,6	14,9	14,3	13,8	13,2	12,7	12,2	11,7	
27,4	19,4	18,6	17,9	17,2	16,5	15,8	15,2	14,6	14,0	13,4	12,9	12,3	11,8	
27,6	19,7	18,9	18,2	17,4	16,7	16,0	15,4	14,8	14,2	13,6	13,1	12,5	12,0	
27,8	20,0	19,2	18,4	17,7	17,0	16,3	15,6	15,0	14,4	13,8	13,2	12,7	12,2	
28,0	20,3	19,5	18,7	17,9	17,2	16,5	15,8	15,2	14,6	14,0	13,4	12,9	12,4	
28,2	20,6	19,8	19,0	18,2	17,5	16,8	16,1	15,4	14,8	14,2	13,6	13,1	12,6	
28,4	20,9	20,0	19,2	18,5	17,7	17,0	16,3	15,6	15,0	14,4	13,8	13,3	12,7	
28,6	21,2	20,3	19,5	18,7	18,0	17,2	16,5	15,9	15,2	14,6	14,0	13,5	12,9	
28,8	21,5	20,6	19,8	19,0	18,2	17,5	16,8	16,1	15,4	14,8	14,2	13,6	13,1	
29,0	21,8	20,9	20,1	19,2	18,5	17,7	17,0	16,3	15,7	15,0	14,4	13,8	13,3	
29,2	22,1	21,2	20,3	19,5	18,7	18,0	17,2	16,5	15,9	15,2	14,6	14,0	13,5	
29,4	22,4	21,5	20,6	19,8	19,0	18,2	17,5	16,8	16,1	15,4	14,8	14,2	13,6	
29,6	22,7	21,8	20,9	20,1	19,2	18,5	17,7	17,0	16,3	15,7	15,0	14,4	13,8	
29,8	23,0	22,1	21,2	21,2	20,3	19,5	18,7	18,0	17,2	16,5	15,9	15,2	14,6	
30,0	23,3	22,4	21,5	20,6	19,8	19,0	18,2	17,5	16,8	16,1	15,4	14,8	14,2	
30,2	23,6	22,7	21,8	20,9	20,0	19,2	18,4	17,7	17,0	16,3	15,6	15,0	14,4	
30,4	23,9	23,0	22,0	21,2	20,3	19,5	18,7	18,0	17,2	16,5	15,9	15,2	14,6	
30,6	24,3	23,3	22,3	21,4	20,6	19,7	18,9	18,2	17,4	16,7	16,1	15,4	14,8	
30,8	24,6	23,6	22,6	21,7	20,8	20,0	19,2	18,4	17,7	17,0	16,3	15,6	15,0	
31,0	24,9	23,9	22,9	22,0	21,1	20,3	19,4	18,7	17,9	17,2	16,5	15,8	15,2	
31,2	25,2	23,2	24,2	22,3	21,4	20,5	19,7	18,9	18,1	17,4	16,7			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
31,4	25,6	24,5	23,5	22,6	21,7	20,8	20,0	19,1	18,4	17,6	16,9	16,2	15,6	
31,6	25,9	24,8	23,8	22,9	21,9	21,1	20,2	19,4	18,6	17,9	17,1	16,4	15,8	
31,8	26,2	25,2	24,1	23,2	22,2	21,3	20,5	19,6	18,8	18,1	17,4	16,7	16,0	
32,0	26,5	25,5	24,4	23,5	22,5	21,6	20,7	19,9	19,1	18,3	17,6	16,9	16,2	
32,2	26,9	25,8	24,8	23,8	22,8	21,9	21,0	20,1	19,3	18,5	17,8	17,1	16,4	
32,4	27,2	26,1	25,1	24,0	23,1	22,1	21,3	20,4	19,6	18,8	18,0	17,3	16,6	
32,6	27,6	26,4	25,4	24,3	23,4	22,4	21,5	20,6	19,8	19,0	18,2	17,5	16,8	
32,8	27,9	26,8	25,7	24,6	23,7	22,7	21,8	20,9	20,1	19,2	18,5	17,7	17,0	
33,0	28,2	27,1	26,0	25,0	23,9	23,0	22,0	21,2	20,3	19,5	18,7	17,9	17,2	
33,2	28,6	27,4	26,3	25,3	24,2	23,3	22,3	21,4	20,6	19,7	18,9	18,2	17,4	
33,4	28,9	17,8	26,6	25,6	24,5	23,5	22,6	21,7	20,8	20,0	19,2	18,4	17,6	
33,6	29,3	28,1	27,0	25,9	24,8	23,8	22,9	21,9	21,1	20,2	19,4	18,6	17,9	
33,8	29,6	28,4	27,1	26,2	25,1	24,1	23,1	22,2	21,3	20,4	19,6	18,8	18,1	
34,0	30,0	28,8	27,6	26,5	25,4	24,4	23,4	22,5	21,6	20,7	19,9	19,1	18,3	
34,2	30,3	29,1	27,9	26,8	25,7	24,7	23,7	22,7	21,8	20,9	20,1	19,3	18,5	
34,4	30,7	29,5	28,3	27,1	26,0	25,0	24,0	23,0	22,1	21,2	20,3	19,5	18,7	
34,6	31,1	29,8	28,6	27,4	26,3	25,3	24,3	23,3	22,3	21,4	20,6	19,7	18,9	
34,8	31,4	30,1	28,9	27,8	26,6	25,6	24,5	23,5	22,6	21,7	20,8	20,0	19,2	
35,0	31,8	30,5	29,3	28,1	27,0	25,9	24,8	23,8	22,9	21,9	21,0	20,2	19,4	
35,2	32,1	30,9	29,6	28,4	27,3	26,2	25,1	24,1	23,1	22,2	21,3	20,4	19,6	
35,4	32,5	31,2	29,9	28,7	27,6	26,5	25,4	24,4	23,4	22,4	21,5	20,7	19,8	
35,6	32,9	31,6	30,3	29,1	27,9	26,8	25,7	24,6	23,7	22,7	21,8	20,9	20,1	
35,8	33,3	31,9	30,6	29,4	28,2	27,1	26,0	24,9	23,9	23,0	22,0	21,1	20,3	
36,0	33,6	32,3	31,0	29,7	28,5	27,4	26,3	25,2	24,2	23,2	22,3	21,4	20,5	
36,2	34,0	32,6	31,3	30,1	28,8	27,7	26,6	25,5	24,5	23,5	22,5	21,6	20,7	
36,4	34,4	33,0	31,7	30,4	29,2	28,0	26,9	25,8	24,7	23,7	22,8	21,9	21,0	
36,6	34,8	33,4	32,0	30,7	29,5	28,3	27,2	26,1	25,0	24,0	23,0	22,1	21,2	
36,8	35,2	33,7	32,4	31,1	29,8	28,6	27,5	26,3	25,3	24,3	23,3	22,3	21,4	
37,0	35,5	34,1	32,7	31,4	30,1	28,9	27,8	26,6	25,6	24,5	23,5	22,6	21,7	
37,2	35,9	34,5	33,1	31,7	30,5	29,2	28,1	26,9	25,8	24,8	23,8	22,8	21,9	
37,4	36,3	34,9	33,4	32,1	30,8	29,6	28,4	27,2	26,1	25,1	24,0	23,1	22,1	
37,6	36,7	35,2	33,8	32,4	31,1	29,9	28,7	27,5	26,4	25,3	24,3	23,3	22,4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
37,8	37,1	35,6	34,2	32,8	31,5	30,2	29,0	27,8	26,7	25,6	24,6	23,6	22,6			
38,0	37,5	36,0	34,5	33,1	31,8	30,5	29,3	28,1	27,0	25,9	24,8	23,8	22,9			
38,2	37,9	36,4	34,9	33,5	32,1	30,8	29,6	28,4	27,3	26,2	25,1	24,1	23,1			
38,4	38,3	36,7	35,3	33,8	32,5	31,2	29,9	28,7	27,5	26,4	25,4	24,3	23,4			
38,6	38,7	37,1	35,6	34,2	32,8	31,5	30,2	29,0	27,8	26,7	25,6	24,6	23,6			
38,8	39,1	37,5	36,0	34,6	33,2	31,8	30,5	29,3	28,1	27,0	26,2	25,1	24,1			
39,0	39,5	37,9	36,4	34,9	33,5	32,2	30,9	29,6	28,4	27,3	26,4	25,4	24,3			
39,2	39,9	38,3	36,8	35,3	33,9	32,5	31,2	29,9	28,7	27,5	26,4	25,4	24,3			
39,4	40,3	38,7	37,1	35,6	34,2	32,8	31,5	30,2	29,0	27,8	26,7	25,6	24,6			
39,6	40,7	39,1	37,5	36,0	34,5	33,2	31,8	30,5	29,3	28,1	27,0	25,9	24,8			
39,8	41,2	39,5	37,9	36,4	34,9	33,5	32,1	30,8	29,6	28,4	27,3	26,2	25,1			
40,0	41,6	39,9	38,3	36,7	35,3	33,8	32,5	31,2	29,9	28,7	27,5	26,4	25,4			
40,2	42,0	40,3	38,7	37,1	35,6	34,2	32,8	31,5	30,2	29,0	27,8	26,7	25,6			
40,4	42,4	40,7	39,1	37,5	36,0	34,5	33,1	31,8	30,5	29,3	28,0	27,0	25,9			
40,6	42,8	41,1	39,4	37,9	36,3	34,9	33,5	32,1	30,8	29,6	28,4	27,2	26,1			
40,8	43,3	41,5	39,8	38,2	36,7	35,2	33,8	32,4	31,1	29,9	28,6	27,5	26,4			
41,0	43,7	41,9	40,2	38,6	37,0	35,6	34,1	32,7	31,4	30,1	28,9	27,8	26,6			
41,2	44,1	42,3	40,6	39,0	37,4	35,9	34,5	33,1	31,7	30,4	29,2	28,0	26,9			
41,4	44,5	42,8	41,0	39,4	37,8	36,3	34,8	33,4	32,0	30,7	29,5	28,3	27,2			
41,6	45,0	43,2	41,4	39,8	38,1	36,6	35,1	33,7	32,3	31,0	29,8	28,6	27,4			
41,8	45,4	43,6	41,8	40,1	38,5	37,0	35,5	34,0	32,7	31,3	30,1	28,9	27,7			
42,0	45,9	44,0	42,2	40,5	38,9	37,3	35,8	34,4	33,0	31,6	30,4	29,1	28,0			
42,2	46,3	44,4	42,6	40,9	39,3	37,7	36,2	34,7	33,3	31,9	30,7	29,4	28,2			
42,4	46,7	44,9	43,0	41,3	39,6	38,0	36,5	35,0	33,6	32,3	31,0	29,7	28,5			
42,6	47,2	45,3	43,5	41,7	40,0	38,4	36,8	35,4	33,9	32,6	31,2	30,0	28,8			
42,8	47,6	45,7	43,9	42,1	40,4	38,8	37,2	35,7	34,3	32,9	31,5	30,3	29,0			
43,0	48,1	46,1	44,3	42,5	40,8	39,1	37,5	36,0	34,6	33,2	31,8	30,6	29,3			
43,2	48,5	46,6	44,7	42,9	41,2	39,5	37,9	36,4	34,9	33,5	32,1	30,8	29,6			
43,4	49,0	47,0	45,1	43,3	41,5	39,9	38,3	36,7	35,2	33,8	32,4	31,1	29,9			
43,6	47,4	45,5	43,7	41,9	40,2	38,6	37,0	35,6	34,1	32,7	31,4	30,1	29,0			
43,8	47,9	45,9	44,1	42,3	40,6	39,0	37,4	35,9	34,4	33,0	31,7	30,4	29,7			
44,0	48,3	46,4	44,5	42,7	41,0	39,3	37,7	36,2	34,7	33,3	32,0	30,7	29,7			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
44,2		48,8	46,8	44,9	43,1	41,4	39,7	38,1	36,5	35,1	33,7	32,3	31,0
44,4		47,2	45,3	43,5	41,7	40,0	38,4	36,9	35,4	34,0	32,6	31,3	31,3
44,6		47,6	45,7	43,9	42,1	40,4	38,8	37,2	35,7	34,3	32,9	31,6	31,6
44,8		48,1	46,1	44,3	42,5	40,8	39,1	37,5	36,0	34,6	33,2	31,8	31,8
45,0		48,5	46,6	44,7	42,9	41,1	39,5	37,9	36,4	34,9	33,5	32,1	32,1
45,2		48,9	47,0	45,1	43,3	41,5	39,8	38,2	36,7	35,2	33,8	32,4	32,4
45,4		47,4	45,5	43,6	41,9	40,2	38,6	37,0	35,5	34,1	32,7		
45,6		47,8	45,9	44,0	42,2	40,5	38,9	37,3	35,8	34,4	33,0		
45,8		48,2	46,3	44,4	42,6	40,9	39,3	37,7	36,1	34,7	33,3		
46,0		48,7	46,7	44,8	43,0	41,3	39,6	38,0	36,5	35,0	33,6		
46,2		47,1	45,2	43,4	41,6	39,9	38,3	36,8	35,3	35,3	33,9		
46,4		47,5	45,6	43,8	42,0	40,3	38,7	37,1	35,6	35,6	34,2		
46,6		47,9	46,0	44,1	42,4	40,6	39,0	37,4	35,9	35,9	34,5		
46,8		48,3	46,4	44,5	42,7	41,0	39,3	37,7	36,2	36,2	34,8		
47,0		48,8	46,8	44,9	43,1	41,3	39,7	38,1	36,5	36,5	35,1		
47,2		47,2	45,3	43,5	41	40,0	38,4	36,9	35,4	35,4			
47,4		47,6	45,7	43,8	42,1	40,4	38,7	37,2	35,7	35,7			
47,6		48,0	46,1	44,2	42,4	40,7	39,1	37,5	36,0	36,0			
47,8		48,4	46,4	44,6	42,8	41,0	39,4	37,8	36,3	36,3			
48,0		48,8	46,8	44,9	43,1	41,4	39,7	38,1	36,6	36,6			
48,2		47,2	45,3	43,5	41,7	40,1	38,4	36,9					
48,4		47,4	45,7	43,9	42,1	40,4	38,8	37,2					
48,6		48,0	46,1	44,2	42,4	40,7	39,1	37,5					
48,8		48,4	46,5	44,6	42,8	41,1	39,4	37,8					
49,0		48,8	46,9	45,0	43,1	41,4	39,7	38,1					
49,2		47,2	45,3	43,5	41,7	40,1	38,4	37,5					
49,4		47,6	45,7	43,9	42,1	40,4	38,8	37,8					
49,6		48,0	46,1	44,2	42,4	40,7	39,1	38,4					
49,8		48,4	46,4	44,6	42,8	41,0	38,4	37,5					
50,0		48,8	46,8	44,9	43,1	41,4	39,7	38,8					
50,2		47,2	45,3	43,5	41,7	40,0	38,8	37,2					
50,4		47,6	45,7	43,8	41,9	40,2	38,5	37,0					

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50,6									47,8	46,0	44,2	42,4	40,7	
50,8									48,3	46,4	44,5	42,7	41,0	
51,0									48,7	46,8	44,9	43,1	41,3	
51,2										47,1	45,2	43,4	41,6	
51,4										47,5	45,6	43,7	42,0	
51,6										47,9	45,9	44,1	42,3	
51,8										48,2	46,3	44,4	42,6	
52,0										48,6	46,7	44,8	43,0	
52,2										49,0	47,0	45,1	43,3	
52,4											47,4	45,5	43,6	
52,6											47,7	45,8	44,0	
52,8											48,1	46,2	44,3	
53,0											48,5	46,5	44,6	
53,2											48,8	46,9	45,0	
53,4												47,2	45,3	
53,6												47,6	45,7	
53,8												47,9	46,0	
54,0												48,3	46,4	
54,2												48,7	46,7	
54,4												49,0	47,0	
54,6													47,4	
54,8													47,7	
55,0													48,1	
55,2													48,4	
55,4													48,8	

*Ghi chú:* Trong bảng chưa liệt kê trị số  $R_{ui}$  tương ứng với  $\overline{N}$ , có thể dùng phương pháp nội suy để tìm, chính xác đến 0,1 MPa.

Bảng 2.3 là bảng tính chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo tương ứng với đường cong đo cường độ thông dụng, cung cấp để sử dụng trong trường hợp không có đường cong đo cường độ chuyên dụng và đường cong đo cường độ khu vực.

#### - Đánh giá cường độ bê tông mẫu thí nghiệm

+ Giá trị bình quân của cường độ bê tông mẫu thí nghiệm  $\bar{R}_n$  tính theo công thức dưới đây (chính xác tới 0,1 MPa):

$$\bar{R}_n = \left( \sum_{i=1}^n R_m \right) / n \quad (2.3)$$

Trong đó:  $n$  là số vùng đo, đánh giá đơn chiếc đối với kết cấu hoặc cấu kiện, lấy số vùng đo của một mẫu; đối với kết cấu hoặc cấu kiện lấy mẫu đánh giá, lấy tổng của số vùng đo lấy mẫu.

+ Giá trị điều kiện của cường độ bê tông mẫu (chính xác đến 0,1 MPa)

$$\text{Giá trị điều kiện thứ nhất: } R_{n1} = 1,18(\bar{R}_n - K \cdot s_n) \quad (2.4a)$$

$$\text{Giá trị điều kiện thứ hai: } R_{n2} = 1,18(R_m)_{\min} \quad (2.4b)$$

Trong đó:

$(R_m)_{\min}$  - Giá trị nhỏ nhất trong các giá trị cường độ bê tông của các vùng đo;

$K$  - Hệ số phán đoán đạt yêu cầu, lấy giá trị theo bảng 2.4;

$s_n$  - Sai số tiêu chuẩn của cường độ bê tông mẫu (MPa), tính theo công thức sau:

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_m - \bar{R}_n)^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

Bảng 2.4. Giá trị hệ số phán đoán đạt yêu cầu

$n$	10-14	15-24	$\geq 25$
$K$	1,70	1,65	1,60

+ Đánh giá cường độ bê tông  $R_N$  của kết cấu hoặc cấu kiện:

Đối với đánh giá kết cấu và cấu kiện đơn chiếc, lấy giá trị thấp của  $R_{n1}, R_{n2}$  làm giá trị đánh giá cường độ bê tông. Nghĩa là giá trị đánh giá cường độ bê tông của kết cấu và cấu kiện có tuổi gần nhau  $R_N$  trong điều kiện công nghệ sản xuất như nhau, tương ứng với một lô nghiệm thu.

Ở đây, gọi là cường độ bê tông  $R_N$  là chỉ cường độ mẫu thí nghiệm trong cùng một điều kiện của mẫu lặp phương có cạnh là 15cm.

#### 7. Điều kiện sử dụng thích hợp

- Trong trường hợp thiếu mẫu có cùng điều kiện hoặc số lượng mẫu thí nghiệm tiêu chuẩn không đủ, hoặc chất lượng của mẫu thí nghiệm thiếu tính đại diện; hoặc kết quả nén

của mẫu thí nghiệm không phù hợp với yêu cầu quy định của tiêu chuẩn, quy phạm, quy định hiện hành, đồng thời có hoài nghi đối với kết quả đó, có thể dùng phương pháp bát nẩy để đánh giá cường độ bê tông, đồng thời là một trong những chếo dựa kiểm nghiệm cường độ bê tông.

- Đối với bê tông có tuổi trên 3 năm, sau khi dùng súng bát nẩy đo kiểm tra phải dùng phương pháp khoan lấy lõi để đối chiếu hiệu chỉnh. Đối với bê tông mà trước khi đo kiểm tra, gặp trường hợp đóng băng, hoặc bề mặt bị ướt trong thời gian ngắn, phải đợi sau khi tan băng hoặc gió thổi khô mới tiến hành đo kiểm tra.

## II. Đo kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp sóng siêu âm

Phương pháp sóng siêu âm là phương pháp không phá hoại để kiểm tra cường độ bê tông, các khuyết tật bên trong bê tông, độ đồng đều và độ sâu các vết nứt của bê tông. Ở phần này chỉ giới thiệu ứng dụng của phương pháp sóng siêu âm trong việc đo kiểm tra cường độ bê tông, các nội dung khác giới thiệu ở phần dưới.

Cơ sở của phương pháp sóng siêu âm kiểm tra cường độ bê tông là mối quan hệ tương quan giữa tốc độ truyền của sóng siêu âm trong bê tông với cường độ bê tông (đường cong tốc độ sóng-cường độ).

### 1. Hệ thống đo kiểm tra của sóng siêu âm

Hệ thống đo kiểm tra của sóng siêu âm bao gồm thiết bị đo kiểm tra của sóng siêu âm và bộ phận chuyển đổi năng lượng (đầu dò) và chất ngẫu hợp (hình 2.1).

Thiết bị thường dùng ở Trung Quốc để đo kiểm tra công trình là thiết bị đo kiểm tra sóng siêu âm phi kim loại kiểu CTS-25 do xưởng thiết bị sóng siêu âm Sán Đầu sản xuất (thời gian truyền sóng: 0,5~9999 $\mu$ s, độ chính xác đọc số: 0,1 $\mu$ s, điện áp: 220V), đầu dò (tần số: 50~100kHz). Chất ngẫu hợp thường dùng là hồ hoặc dầu nhớt.

Thiết bị đo kiểm tra phải được cơ quan có trách nhiệm hiệu chỉnh và sử dụng trong thời gian cho phép. Thiết bị phải luôn luôn bảo dưỡng, ít nhất mỗi tháng phải nồi mạch một lần, mỗi lần không ít hơn 1h.

### 2 Đo thời gian truyền sóng siêu âm (giá trị thời gian truyền sóng)

Chuẩn bị hiện trường và bố trí vùng đo cho đo kiểm tra sóng siêu âm giống như phương pháp bát nẩy. Hai mặt bên đối diện nhau (mặt đo) của mỗi vùng đo chọn 5 điểm đo có hình hoa mai. Khi đo, tím của hai thiết bị chuyển đổi năng lượng phải cùng nằm trên một đường trục, sau đó đo từng cặp. Để đảm bảo giữa bê tông và đầu dò có sự trùng hợp âm tin cậy, giữa bê mặt đo của bê tông và đầu dò bôi lớp hồ hoặc dầu nhớt làm chất ngẫu hợp.

Trước khi đo cần làm nóng thiết bị khoảng 10 phút, đồng thời sau khi dùng thanh chuẩn điều tiết biên độ sóng đầu tiên đến 30~40mm đọc trị số thời gian truyền âm làm số đọc đầu tiên.

Khi đo, đầu dò sau khi bôi chất ngẫu hợp đặt vào điểm đo và ép chặt, sau khi điều chỉnh biên độ sóng đầu tiên của tín hiệu tiếp nhận đến 30~40mm, đọc giá trị thời gian truyền âm của các điểm đo, sau khi trừ đi số đọc đầu tiên, đó là giá trị thời gian truyền âm của các điểm đo.

### 3. Tính toán giá trị tốc độ âm của vùng đo

Lấy giá trị bình quân của ba giá trị giữa trong số 5 giá trị thời gian truyền sóng của các vùng đo làm giá trị thời gian truyền sóng của vùng đo  $t_m$  ( $\mu s$ ), tốc độ âm của vùng đo  $V$  ( $km/s$ ) là:

$$V = L/t_m \quad (2.6)$$

Trong đó:  $L$  là khoảng cách truyền của sóng siêu âm, có thể dùng thước trực tiếp đo trên cầu kiêm, đơn vị là mm.

### 4. Đánh giá cường độ bê tông

Lấy tốc độ truyền âm của vùng đo  $V$  tra trên đường cong đo cường độ: tốc độ âm-cường độ bê tông có thể tìm được cường độ bê tông của vùng đo. Từ đó xác định cường độ bê tông của cầu kiêm.

Ở Trung Quốc cho đến nay vẫn chưa có tiêu chuẩn đo cường độ bằng phương pháp sóng âm. Một số nơi như tỉnh Giang Tô đã biên soạn quy trình khu vực để sử dụng.

## III. Đo kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp tổng hợp sóng siêu âm và bát nẩy

Phương pháp tổng hợp siêu âm-bát nẩy là phương pháp không phá hoại, trên cơ sở của mối quan hệ tương quan giữa tốc độ truyền của sóng siêu âm và giá trị bát nẩy với cường độ chịu nén của bê tông, lấy tốc độ âm và giá trị bát nẩy tổng hợp phản ánh cường độ chịu nén của bê tông. Phương pháp tổng hợp có độ chính xác cao hơn so với phương pháp đơn nhất. Điều kiện phù hợp của nó về cơ bản giống như phương pháp bát nẩy.

### 1. Thiết bị đo và chuẩn bị hiện trường

Yêu cầu của thiết bị đo và chuẩn bị hiện trường của phương pháp siêu âm-bát nẩy lần lượt giống như phương pháp siêu âm và phương pháp bát nẩy.

Bố trí điểm đo siêu âm trên cùng một vùng đo của phương pháp bát nẩy. Đầu tiên tiến hành đo bát nẩy, sau đó tiến hành đo siêu âm.

Số lượng vùng đo và yêu cầu lấy mẫu giống như phương pháp bát nẩy. Ngoài ra, khi kiểm tra cầu kiêm theo lô, nếu sai số tiêu chuẩn cường độ của toàn bộ vùng đo ( $f_{cu}^c$ ) xảy ra những trường hợp sau đây, thì toàn bộ cầu kiêm của lô này đánh giá theo đo kiểm tra cầu kiêm đơn chiếc.

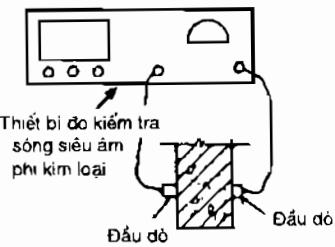
- Nếu cấp của cường độ bê tông thấp hơn hoặc bằng C20,  $f_{cu}^c > 4,5 \text{ MPa}$ ;
- Nếu cấp của cường độ bê tông bằng hoặc cao hơn C20,  $f_{cu}^c > 5,5 \text{ MPa}$ .

### 2. Đo và tính toán trị số bát nẩy

Đo, tính toán và hiệu chỉnh trị số bát nẩy trong vùng đo giống như phương pháp bát nẩy.

### 3. Đo và tính toán giá trị siêu âm

Phương pháp đo và tính toán trị số thời gian truyền âm của vùng đo hoàn toàn giống như phương pháp siêu âm.



**Hình 2.1. Hệ thống đo kiểm tra sóng siêu âm**

Khi đo mặt trên và mặt đáy của bê tông, trị số tốc độ âm của vùng đo hiệu chỉnh theo công thức dưới đây:

$$V_a = \beta V \quad (2.7)$$

Trong đó:  $V$  - Tốc độ âm của vùng đo (km/s);

$V_a$  - Trị số tốc độ âm vùng đo sau khi hiệu chỉnh (km/s);

$\beta$  - Hệ số hiệu chỉnh mặt đo kiểm tra siêu âm. Khi đo mặt trên và mặt đáy của bê tông,  $\beta = 1,034$ ; ở mặt bên của bê tông,  $\beta = 1$ .

#### 4. Suy ra trị số tính chuyển đổi của cường độ bê tông vùng đo

Dựa vào giá trị bêt nẩy  $R_{ai}$  (trong phương pháp bêt nẩy dùng  $N_i$  để biểu thị) và trị số tốc độ âm ở vùng đo  $V_{ai}$ , ưu tiên dùng đường cong đo cường độ của phương pháp tổng hợp chuyên dụng hoặc địa phương để suy ra trị số chuyển đổi cường độ bê tông ở vùng đo. Nếu không có đường cong đo cường độ loại này, sau khi được kiểm tra có thể tính toán theo công thức dưới đây:

$$\begin{aligned} f_{cu,i}^c &= 0,0038(V_{ai})^{1,23}(R_{ai})^{1,95}, \text{ nếu cốt liệu là cuội sỏi;} \\ f_{cu,i}^c &= 0,008(V_{ai})^{1,72}(R_{ai})^{1,57}, \text{ nếu cốt liệu là đá dăm;} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Trong đó:  $f_{cu,i}^c$  - Trị số tính chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo thứ  $i$ , (MPa), chính xác đến 0,1 MPa;

$V_{ai}$  - Trị số tốc độ âm của sóng siêu âm vùng đo thứ  $i$  sau khi đã hiệu chỉnh, (km/s), chính xác đến 0,01 km/s;

$R_{ai}$  - Trị số bêt nẩy vùng đo thứ  $i$  sau khi đã hiệu chỉnh, chính xác đến 0,1.

Phụ lục II của “Quy trình kĩ thuật của phương pháp tổng hợp siêu âm-bêt nẩy đo kiểm tra cường độ bê tông” (CECS 02: 88) đưa ra bảng tính chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo tính theo công thức (2.8), có thể dùng để tra.

Nếu vật liệu mà kết cấu sử dụng khác nhau tương đối lớn so với vật liệu dùng lập ra đường cong đo cường độ, cần phải tiến hành hiệu chỉnh bằng mẫu thí nghiệm có cùng điều kiện hoặc lõi bê tông khoan lấy ra từ vùng đo của cấu kiện kết cấu. Số lượng mẫu không được ít hơn 3. Lúc này, trị số tính chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo thu được phải nhân với hệ số hiệu chỉnh  $\eta$ :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c / f_{cu,i}^c, \text{ nếu mẫu thử lập phương có cùng điều kiện;} \\ \eta &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c / f_{cu,i}^c, \text{ nếu mẫu thử là lõi khoan bê tông.} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Trong đó  $\eta$  - Hệ số hiệu chỉnh, độ chính xác đến 0,01;

$n$  - Số mẫu thử;

$f_{cu,i}^c$  - Trị số tính chuyển đổi cường độ bê tông của mẫu lập phương hoặc lõi khoan thứ  $i$ , (MPa), độ chính xác đến 0,1 MPa;

$f_{cu,i}$  - Cường độ chịu nén của mẫu lấp phương bê tông thứ  $i$ , (cạnh dài 150mm), (MPa), độ chính xác đến 0,1MPa;

$f_{cr,i}$  - Cường độ chịu nén của mẫu lõi khoan bê tông thứ  $i$ , (tính theo Ø100x100mm), (MPa), độ chính xác đến 0,1MPa.

5. Giá trị suy ra của cường độ bê tông kết cấu hoặc cấu kiện  $f_{cu,e}$

- Khi đo kiểm tra theo cấu kiện đơn chiết, lấy cường độ bê tông nhỏ nhất của các vùng đo cấu kiện đó chuyển đổi làm giá trị suy ra của cường độ bê tông của cấu kiện.

- Khi đo kiểm tra lấy mẫu theo lô, giá trị suy ra của cường độ bê tông của lô cấu kiện đó tính theo công thức dưới đây.

$$f_{cu,e} = mf_{cu}^e - 1,645sf_{cu}^e \quad (2.10a)$$

$$mf_{cu,mean} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_{cu,mj}^e \quad (2.10b)$$

Khi tính toán, lấy giá trị lớn làm giá trị suy ra của cường độ bê tông của lô cấu kiện đó. Trong đó:

$mf_{cu}^e$  - Giá trị bình quân của tất cả giá trị tính chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo;

$$mf_{cu}^e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,ij}^e$$

$sf_{cu}^e$  - Độ chênh tiêu chuẩn của tất cả giá trị chuyển đổi cường độ bê tông vùng đo;

$$sf_{cu}^e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,ij}^e)^2 - n(mf_{cu}^e)^2}{n-1}}$$

$f_{cu,mj}^e$  - Giá trị tính chuyển đổi cường độ bê tông nhỏ nhất của vùng đo trong cấu kiện thứ  $j$ ;

$n$  - Tổng số vùng đo của cấu kiện lấy làm mẫu;

$m$  - Số cấu kiện lấy làm mẫu.

#### IV. Đo kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp khoan lấy lõi

Phương pháp khoan lấy lõi là một phương pháp đo kiểm tra nhanh phá hoại, sử dụng máy khoan trực tiếp khoan lấy lõi từ kết cấu, đồng thời cân cứ vào cường độ chịu nén của lõi suy ra cường độ bê tông của kết cấu, kết quả trực quan đáng tin cậy, phù hợp với kết cấu và cấu kiện có cấp cường độ bê tông lớn hơn hoặc bằng C10. So với phương pháp không phá hoại, phương pháp khoan lấy lõi còn có thể đo kiểm tra cường độ bê tông của các kết cấu bê tông có tuổi cao, chịu hỏa hoạn, động lạnh và xâm thực hóa học.

Cơ sở đo cường độ bằng phương pháp khoan lấy lõi là "Quy trình kĩ thuật khoan lấy lõi để kiểm tra cường độ bê tông" (CECS 03: 88).

## 1. Chuẩn bị hiện trường đo kiểm tra

Do phương pháp khoan lấy mẫu gây tổn thương cho kết cấu, vị trí của lõi khoan nên chọn ở khu vực kết cấu chịu lực tương đối nhỏ, không có cốt thép hoặc các chi tiết chôn sẵn, mà còn phải xem xét tới tính đại diện của mẫu. Ngoài ra, do chi phí thí nghiệm theo phương pháp khoan lấy lõi tương đối cao, do đó không khuyến nghị dùng phương pháp khoan lấy lõi làm phương pháp kiểm tra toàn diện cường độ thực tế của kết cấu. Kiến nghị kết hợp sử dụng phương pháp khoan lấy lõi với các phương pháp không phá hoại khác. Một mặt, lợi dụng phương pháp không phá hoại để giảm số lượng khoan lõi, mặt khác lại lợi dụng phương pháp khoan lấy lõi để nâng cao độ tin cậy của phương pháp không phá hoại. Chỉ sử dụng phương pháp khoan lấy lõi đo cường độ, khi đo kiểm tra cấu kiện đơn chiết, số lượng lõi khoan của mỗi cấu kiện không được nhỏ hơn 3 lõi; đối với cấu kiện tương đối nhỏ lấy 2 lõi; khi đo kiểm tra khu vực cục bộ của cấu kiện, với điều kiện đảm bảo an toàn cho cấu kiện, nên uỷ thác đơn vị đo kiểm tra để xuất vị trí khoan lõi và số lượng mẫu lõi.

### 2. Khoan lấy lõi

Trên điểm khoan đã chọn, đưa máy khoan vào vị trí, cố định.

Nối với nguồn nước và điều chỉnh đủ lượng nước làm lạnh, dùng tay thao tác điều chỉnh vị trí mũi khoan, khoan từ từ. Sau khi khoan đến độ sâu dự định, rút mũi khoan lên, sau đó đem đục thép cắm vào khe hở của lỗ khoan, dùng búa nhỏ đập lên đục thép, lõi sẽ bị đứt ở phía chân, dùng kẹp hoặc thông lõng dây thép rút lõi từ trong lỗ khoan.

Cấu kiện sau khi khoan lấy lõi phải lập tức lắp lỗ khoan, thông thường dùng bê tông cốt liệu nhỏ có phụ gia trương nở, cường độ cao hơn một cấp so với cường độ thiết kế để lắp.

### 3. Gia công mẫu và yêu cầu kỹ thuật

Mẫu lõi bê tông lấy ra từ kết cấu thường dài ngắn không bằng nhau, phải dùng máy cưa mẫu lõi để có chiều dài nhất định.

Kích thước mẫu tiêu chuẩn có hai loại: chiều cao và đường kính đều 100mm hoặc 150mm. Thông thường khuyến nghị dùng loại 100cm. Trong thực tế, đường kính mẫu lõi cơ bản xác định (100mm hoặc 150mm), chiều cao cho phép có một số thay đổi (cố gắng không chế tỉ lệ chiều cao - đường kính trong phạm vi 1,0~2,0). Mẫu lõi sau khi cưa, nếu không đáp ứng được độ bằng phẳng và độ thẳng góc phải tiến hành mài hoặc dùng vữa xi măng cát trát phẳng.

### 4. Thí nghiệm chịu nén và tính toán cường độ bê tông của mẫu lõi

Thí nghiệm chịu nén của mẫu lõi phải tiến hành theo các quy định có liên quan trong “Phương pháp thí nghiệm tính năng cơ học của bê tông thông thường”. Trạng thái khi thí nghiệm nén mẫu lõi phải gần với trạng thái sử dụng của cấu kiện thực tế.

Trị số tính chuyển đổi mẫu thí nghiệm của lõi tương ứng với giá trị cường độ chịu nén của khối lập phương có cạnh là 150mm cùng tuổi tính theo công thức dưới đây:

$$f_{cn}^l = \alpha \frac{4F}{\pi d^2} \quad (2.11)$$

Trong đó:

$f_{cn}^c$  - Giá trị tính chuyển đổi cường độ bê tông của mẫu lõi (MPa), chính xác đến 0,1 MPa;

$F$  - Áp lực lớn nhất đo được của thí nghiệm chịu nén của mẫu lõi (N);

$d$  - Đường kính của mẫu lõi thí nghiệm (mm);

$\alpha$  - Hệ số tính chuyển đổi cường độ bê tông của mẫu lõi thí nghiệm có tỉ lệ chiều cao-đường kính khác nhau (theo bảng 2.5).

**Bảng 2.5. Hệ số tính chuyển đổi cường độ bê tông lõi thí nghiệm**

Tỉ lệ $h/d$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Hệ số $\alpha$	1,00	1,04	1,07	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,22	1,24

Ngoài ra, trong công tác đo kiểm tra thực tế, thường gặp trường hợp tỉ lệ  $h/d < 1$ , do đó, trên cơ sở rất nhiều thí nghiệm đưa ra công thức tính toán giá trị của  $\alpha$  khi  $h/d < 1$  để tham khảo:

$$\alpha = -0,0265 + 1,111 \frac{h}{d} \quad 0,25 \leq \frac{h}{d} < 0,925 \quad (2.12)$$

Dựa vào kết quả thí nghiệm, trong trường hợp đường kính cốt liệu khoảng 25mm, nếu  $h/d < 0,5$ , kích thước cốt liệu có ảnh hưởng tương đối lớn đối với độ chính xác của kết quả thí nghiệm. Phương pháp khắc phục là, khi tiến hành thí nghiệm chịu nén mẫu lõi, chú ý quan sát sự thay đổi của kim trên mâm chia độ của máy thí nghiệm, lấy giá trị  $F$  khi kim quay trở lại lần đầu làm giá trị lớn nhất thí nghiệm chịu nén của mẫu lõi.

### 5. Đánh giá kết quả

Cấu kiện đơn chiết hoặc khu vực cục bộ của cấu kiện đơn chiết, có thể lấy giá trị nhỏ nhất trong trị số tính chuyển đổi cường độ bê tông của mẫu lõi thí nghiệm làm giá trị đại diện.

### V. Đo kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp nhổ

Phương pháp nhổ thuộc phương pháp đo kiểm tra nửa phá hoại. Thông qua lực chống nhổ của neo chôn sâu hoặc lắp đặt trong bê tông để xác định cường độ của bê tông. Vì khi neo bị nhổ sẽ mang theo một khối bê tông hình chiết ô, do đó lực chống nhổ là một chỉ tiêu cơ học quyết định đo cường độ chịu kéo, cường độ chịu cắt của bê tông. Do đó có thể dựa vào mối quan hệ tương quan giữa lực chống nhổ với cường độ chịu nén của bê tông để xác định cường độ bê tông.

Phương pháp nhổ phân làm hai loại: phương pháp nhổ chôn sâu và phương pháp nhổ lắp đặt sau. Phương pháp thường dùng trong đo kiểm tra sự cố công trình ở hiện trường là phương pháp nhổ lắp đặt sau.

Phương pháp nhổ là một loại phương pháp đo kiểm tra nằm giữa phương pháp đo kiểm tra không phá hoại và phương pháp khoan lõi. Phương pháp này có ưu điểm là độ chính xác đo kiểm tra tương đối cao, hư hại đối với kết cấu cầu kiện tương đối nhỏ. Do đó, phương pháp nhổ có thể dùng cho đo kiểm tra toàn diện cường độ bê tông trong quá trình xử lý sự cố chất lượng công trình.

Máy móc thiết bị của phương pháp nhổ đã được nghiên cứu chế tạo nhiều ở Trung Quốc. Mỗi loại có những ưu điểm riêng. Bộ Đường sắt đã có tiêu chuẩn ngành “Phương pháp thí nghiệm nhổ lắp đặt sau đo cường độ bê tông” (TB/T2298.2-91).

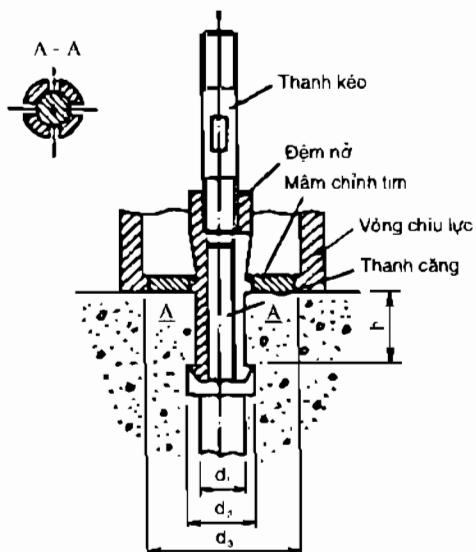
### 1. Thiết bị và máy móc thí nghiệm

#### - Thiết bị nhổ

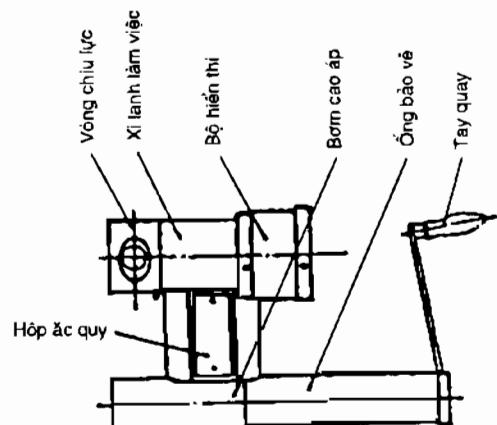
Thiết bị nhổ lắp đặt sau như hình 2.2, thiết bị này phải phù hợp những yêu cầu sau:

- + Đường kính khoan lỗ  $d_1 = 18\text{mm}$ ;
- + Đường kính viền ngoài của mặt dính kết sau khi căng ra  $d_2 = 25\text{mm}$ ;
- + Đường kính trong của vòng chịu lực  $d_3 = 55\text{mm}$ ;
- + Chiều sâu chôn của mặt đệm nở  $h = 25\text{mm}$ ;
- + Vòng chịu lực và thiết bị giän nở phải ở trên một trục.

#### - Máy thí nghiệm nhổ bê tông (hình 2.3)



**Hình 2.2.** Thiết bị nhổ lắp đặt sau



**Hình 2.3.** Máy thí nghiệm nhổ bê tông TYL

Máy thí nghiệm này phải có những tính năng kỹ thuật dưới đây:

- + Lực nhổ lớn nhất  $F_{nmax} \geq 60\text{kN}$ ;
- + Hành trình công tác  $\geq 4\text{mm}$ ;

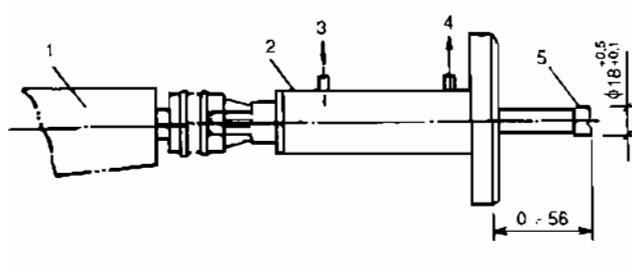
+ Độ chính xác trong phạm vi  $\pm 20\%$  (FS).

#### - Máy khoan lỗ

Nên dùng máy khoan có mũi khoan vách mỏng, đường kính ngoài của mũi khoan là  $18^{+0.5}_{-0.1}$  mm, phải có trang bị đảm bảo trực của lỗ khoan vuông góc với bề mặt bê tông, đồng thời có hệ thống nước làm lạnh (hình 2.4).

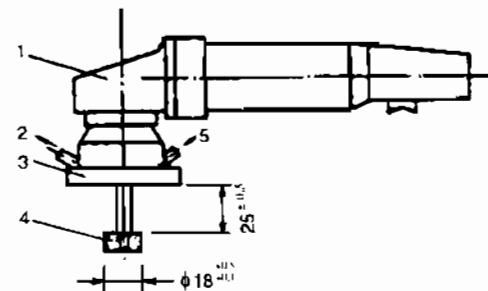
#### - Máy xoi rãnh

Đường kính đá mài của máy xoi rãnh là  $18^{+0.5}_{-0.1}$  mm, khoảng cách thông thuỷ của bánh xe đá mài và bệ đá mài là  $25 \pm 0.5$  mm; máy xoi rãnh nên có hệ thống nước làm lạnh (hình 2.5).



**Hình 2.4. Máy khoan lỗ**

1. Khoan điện cầm tay; 2. Thân máy; 3. Đường nước vào; 4. Đường nước ra; 5. Mũi khoan.



**Hình 2.5. Máy xoi rãnh**

1. Thân máy; 2. Đường nước ra; 3. Bệ đá mài quay; 4. Đá mài quay; 5. Đường nước vào.

### 2. Bố trí điểm đo

Khi tiến hành đo kiểm tra cường độ bê tông đối với cục bộ bê tông hoặc cấu kiện đơn chiết, phải bố trí ít nhất 5 điểm đo trên cấu kiện bị đo, khoảng cách giữa các điểm đo không được nhỏ hơn 200mm, khoảng cách từ điểm đo đến mép cấu kiện không được nhỏ hơn 100mm; chiều dày bê tông ở khu vực điểm đo không được nhỏ hơn 80mm.

### 3. Các bước thí nghiệm đo

#### - Khoan lỗ:

Dùng máy khoan ở điểm đo khoan một lỗ thẳng có đường kính 18mm, chiều sâu không được nhỏ hơn 45mm. Trục của lỗ thẳng phải vuông góc với bề mặt của bê tông, vách lỗ phải nhẵn. Nếu bề mặt bê tông không bằng phẳng, trước khi khoan lỗ phải dùng máy mài phẳng bề mặt trong phạm vi  $\varnothing 80$ mm xung quanh vị trí lỗ.

#### - Xoi rãnh:

Dùng máy xoi rãnh xoi một rãnh hình vòng khuyên ở phía trong lỗ cách miệng lỗ 25mm (hình 2.6).

#### - Lắp đặt thiết bị nhỏ

Đưa lò so dãn nở vào trong lỗ, đưa thanh căng vào trong khoang trống của lò so dãn nở, làm cho lò so nở ra, đầu lò so cắm vào trong rãnh, sau đó một đầu của thanh căng vặn vào lò so, còn một đầu nối với thiết bị thí nghiệm nhổ.

#### - Kéo thiết bị nhổ:

Đầu tiên điều chỉnh độ cao của vành chịu lực, để thiết bị thí nghiệm nhổ ép chặt vào bề mặt bê tông một cách đều đặn nhờ vành chịu lực, đồng thời làm cho vành chịu lực cùng nằm trên một trục với thiết bị nhổ. Tiếp theo quay tay quay của thiết bị thí nghiệm nhổ, tác động lực nhổ ra đối với thiết bị nhổ. Lực quay tác động phải liên tục và đều đặn (tốc độ tăng của lực nhổ không chế trong khoảng 1kN/s). Nếu số đọc trên bộ hiển thị không tiếp tục tăng nữa, có nghĩa là bê tông ở dưới vành chịu lực đã bị phá hoại, sau khi ghi lại lực nhổ tối hạn này, về đâu để hạ tải.

Cuối cùng kiểm tra tình trạng phá hoại của điểm đo kiểm tra, nếu phát hiện một trong những trường hợp dưới đây có nghĩa là lần thí nghiệm nhổ đó không có ý nghĩa:

- + Không thấy vết phá hoại hình vành khuyên, cũng không có bất kỳ hiện tượng phá hoại khác;
- + Bê tông trong vành chịu lực chỉ có một phần nhỏ bị phá hoại, còn phần lớn không bị phá hoại, cũng không có vết phá hoại;
- + Bê tông bên ngoài vành chịu lực có vết nứt.

#### 4. Tính toán cường độ chịu nén của bê tông

Loại bỏ giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của lực nhổ tối hạn trong 5 lần thí nghiệm nhổ, tính giá trị bình quân toán học, đưa vào công thức sau để tính toán:

$$f_c = 1,59F_u - 5,8 \quad (2.13)$$

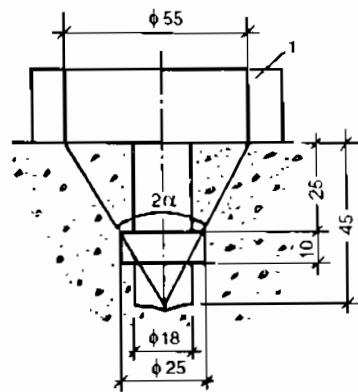
Trong đó:  $F_u$  - Lực nhổ tối hạn (kN), chính xác đến 0,1kN;

$f_c$  - Cường độ chịu nén của bê tông tương ứng với mẫu thí nghiệm lập phương có cạnh là 150mm được bảo dưỡng trong cùng điều kiện (MPa), chính xác đến 0,1MPa.

$f_c$  này là giá trị đại diện cường độ bê tông chịu nén của bê tông cục bộ hoặc của cấu kiện bê tông đơn chiết.

#### 2.1.2. Đo kiểm tra cường độ cốt thép (vật liệu thép) và ứng suất thực tế

Trong quá trình chẩn đoán và xử lý sự cố công trình, nói chung không cần đo kiểm tra cường độ cốt thép, mà chỉ cần đo kiểm tra ứng suất thực tế của cốt thép trong cấu kiện bê tông cốt thép. Chỉ trong trường hợp có hoài nghi đối với tính chất vật liệu của cốt thép hoặc tính chất vật liệu của cốt thép thay đổi sau sự việc như hỏa hoạn, mới cần đo kiểm tra cường độ cốt thép. Đo kiểm tra tính năng của vật liệu thép trong kết cấu thép cũng như vậy



**Hình 2.6. Kích thước lỗ khoan và rãnh xói**

#### 1. Vành chịu lực

## I. Đo kiểm tra cường độ cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép

Đo kiểm tra cường độ thực tế của cốt thép thường dùng phương pháp thí nghiệm lấy mẫu. Lấy mẫu thí nghiệm cốt thép từ hiện trường dựa vào phòng thí nghiệm làm thí nghiệm kéo, xác định cường độ chịu kéo tối hạn, cường độ chảy và độ giãn dài của cốt thép.

Vì lấy mẫu cốt thép ở hiện trường có ảnh hưởng đến sức chịu tải của kết cấu, khi dùng phương pháp này cần phải cẩn thận. Cố gắng lấy mẫu ở cấu kiện không quan trọng hoặc ở bộ phận không quan trọng của cấu kiện.

### 1. Lấy mẫu ở hiện trường

#### - Vị trí lấy mẫu:

Lấy mẫu hiện trường phải xem xét mẫu lấy có tính đại diện, đồng thời cố gắng để mẫu lấy ít tổn thương nhất đến kết cấu. Do đó vị trí lấy mẫu là nơi chịu lực tương đối nhỏ trong kết cấu bê tông cốt thép, như đối với cốt thép chịu kéo của đầm, có thể lấy cốt thép chịu kéo ở chỗ điểm quay ngược, hoặc cốt thép chịu kéo ở vùng chịu nén. Sau khi lấy mẫu phải có biện pháp gia cường.

#### - Số lượng lấy mẫu:

Mỗi loại cốt thép lấy 3 thanh, lấy giá trị bình quân kết quả thí nghiệm của 3 thanh mẫu cốt thép đó làm giá trị đánh giá cường độ cốt thép.

### 2. Thí nghiệm kéo

Thí nghiệm kéo mẫu cốt thép phải tuân theo các quy định có liên quan của Nhà nước. Dưới đây giới thiệu tóm tắt thí nghiệm đo tính năng của cốt thép.

#### - Xác định điểm chảy:

Đối với cốt thép có hiện tượng chảy rõ rệt, thì điểm chảy có thể dùng kim đồng hồ trên mâm đo lực của máy thí nghiệm hoặc đường cong chịu kéo để xác định.

+ Phương pháp kim đồng hồ: tải trọng không thay đổi khi kim chỉ trên mâm đo lực ngừng chuyển động, hoặc tải trọng nhỏ nhất của lần quay trở lại đầu tiên, đó là tải trọng của điểm chảy  $P_a$  cần tìm.

+ Phương pháp đồ thị: trên đường cong chịu kéo tìm ra tải trọng không đổi của phần ngang điểm chảy (hình 2.7a), hoặc giá trị tải trọng nhỏ nhất hạ xuống lần thứ nhất (hình 2.7b), đây chính là tải trọng điểm chảy  $P_a$  cần tìm.

#### + Tính toán điểm chảy (ứng suất chảy):

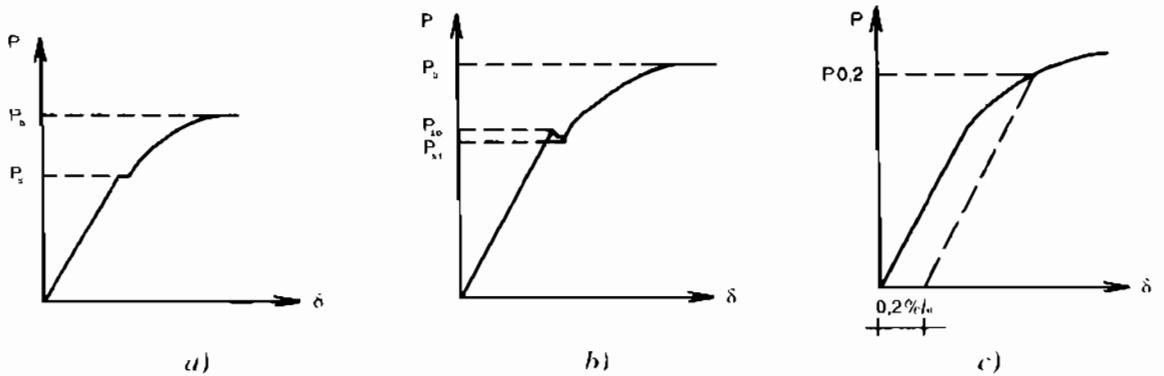
$$\sigma_a = \frac{P_a}{F_a} \quad (2.14)$$

Trong đó:  $\sigma_a$  - Ứng suất chảy (MPa);

$P_a$  - Tải trọng lớn nhất hoặc nhỏ nhất khi mẫu thí nghiệm đạt tới điểm chảy (N);

$F_a$  - Diện tích mặt cắt của mẫu thí nghiệm ( $\text{mm}^2$ ).

- Xác định cường độ chảy: đối với cốt thép mà đường cong chịu kéo không có hiện tượng chảy rõ rệt, cường độ chảy của nó là ứng suất trong quá trình thí nghiệm kéo, khi chiều dài phần giãn dài của độ dài chuẩn đạt đến 0,2% chiều dài của độ dài chuẩn đó (hình 2.7c).



**Hình 2.7. Đường cong tải trọng - biến dạng**

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0} \quad (2.15)$$

Trong đó:

$P_{0.2}$  - Tải trọng mà trong quá trình thí nghiệm kéo, khi chiều dài phần giãn dư của độ dài chuẩn đạt được 0,2% chiều dài của độ dài chuẩn đó (N);

$F_0$  - Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất ban đầu của phần độ dài chuẩn thí nghiệm ( $\text{mm}^2$ );

$\sigma_{0.2}$  - Cường độ chảy của mẫu thí nghiệm (MPa).

- Xác định cường độ chịu kéo:

Sau khi kéo đứt mẫu thí nghiệm, có thể đọc được tải trọng lớn nhất  $P_b$  trên mâm đo lực hoặc trên đường cong chịu kéo, cường độ chịu kéo của cốt thép là:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (2.16)$$

Trong đó:  $P_b$  - Giá trị tải trọng lớn nhất sau khi kéo đứt mẫu cốt thép (N);

$F_0$  - Diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thí nghiệm ( $\text{mm}^2$ );

$\sigma_b$  - Cường độ chịu kéo của cốt thép (MPa).

- Xác định độ giãn dài:

+ Đo chiều dài  $l_1$  của phần độ dài chuẩn sau khi đứt: lấy hai đoạn của mẫu sau khi đứt đặt sít vào nhau, cố gắng để trực của chúng trên cùng một đường thẳng. Nếu nơi đứt có khe hở do những nguyên nhân khác nhau, thì khe hở này phải tính vào độ dài chuẩn.

- Nếu khoảng cách từ nơi kéo đứt đến điểm đầu của độ dài chuẩn lớn hơn  $l_0/3$ , có thể trực tiếp đo khoảng cách giữa hai đầu ( $l_0$  là độ dài chuẩn của mẫu thí nghiệm).

- Nếu khoảng cách từ nơi kéo đứt đến điểm đầu của độ dài chuẩn nhỏ hơn hoặc bằng  $l_0/3$ , đo theo phương pháp của hình 2.8.

Ở trên đoạn dài, từ điểm kéo đứt  $O$  lấy một đoạn cơ bản bằng đoạn ngắn, được điểm  $B$ , tiếp đó lấy bằng một nửa dây cơ số (số chẵn) của đoạn dài được điểm  $C$ ; hoặc lấy một nửa các cơ số còn lại (số lẻ) trừ đi 1 hoặc cộng thêm 1 được điểm  $C_1$  và  $C_1$ .  $l_1$  sau khi chuyển dịch lần lượt là:

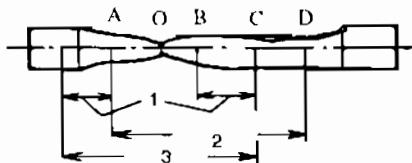
$$l_1 = AO + OB + 2BC \text{ hoặc } l_1 = AO + OB + BC + BC_1;$$

→ Tính toán độ giãn dài: độ giãn dài  $\delta$  là tỉ lệ phần trăm của chiều dài tăng thêm của phần độ dài chuẩn của mẫu cốt thép sau khi kéo đứt với chiều dài của độ dài chuẩn:

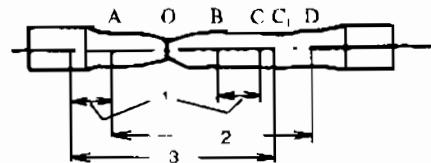
$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (2.17)$$

Trong đó:  $l_0$  - Chiều dài của độ dài chuẩn ban đầu của mẫu cốt thép (mm);

$l_1$  - Chiều dài của độ dài chuẩn sau khi kéo đứt của mẫu cốt thép (mm).



a)



b)

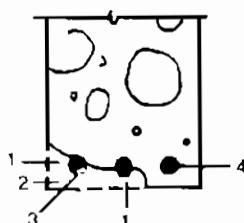
**Hình 2.8. Xác định tỉ lệ giãn dài của cốt thép**

1. Chuyển dịch; 2.  $l_1$  thực tế; 3.  $l_1$  sau khi chuyển dịch.

## II. Đo ứng suất thực tế của cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép

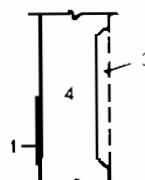
### 1. Phương pháp và các bước đo (phương pháp của Phạm Lập để xuất)

- Lấy khu vực chịu lực lớn nhất của cấu kiện cần tiến hành đo kiểm tra ứng suất thực tế của cốt thép làm khu vực đo kiểm tra. Ứng suất thực tế của cốt thép ở khu vực này phản ánh tình trạng sức chịu tải của cấu kiện đó.



**Hình 2.9. Đo kiểm tra ứng**

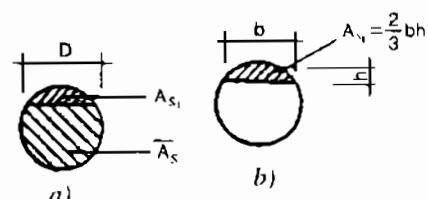
**sựt thực tế của cốt thép**



**Hình 2.10. Sơ đồ bố**

**trí kế ứng biến**

1. Kế ứng biến  $\Delta\varepsilon$ ; 2. Lớp bê tông bảo vệ cần đúc bô; 3. Phần bị mài nhỏ đi; 4. Cốt thép.



**Hình 2.11. Tính toán diện tích**

**cốt thép sau khi mài**

- Đúc bô lớp bảo vệ của cốt thép bị đúc (hình 2.9), sau đó ở phía của cốt thép lộ ra ngoài dán kế ứng biến (hình 2.10).

- Trên cốt thép bị đo, phía bên kia của kẽ ứng biến dùng phương pháp mài để giảm hớt tiết diện cốt thép. Dùng thước cặp đo lượng giảm đi của đường kính cốt thép. Đồng thời, dùng kẽ ứng biến ghi giá trị tăng của ứng biến  $\Delta\varepsilon_s$ .

- Ứng suất thực tế của cốt thép  $\sigma_s$  tính theo công thức sau:

$$\sigma_s = \frac{\Delta\varepsilon_s E_s \overline{A}_s}{\overline{A}_s} + E_s \frac{\sum_{i=1}^n \Delta\varepsilon_{s_i} A_{s_i}}{\sum_{i=1}^n A_{s_i}} \leq f_y \quad (2.18)$$

Trong đó:  $\Delta\varepsilon_s$  - Lượng tăng ứng biến của cốt thép bị mài mòn;

$\Delta\varepsilon_{s_i}$  - Lượng tăng ứng biến của cốt thép thứ  $i$  gần thanh cốt thép bị đo của cấu kiện;

$E_s$  - Mô đun đàn hồi của cốt thép;

$\overline{A}_s$  - Diện tích mặt cắt sau khi bị mài của cốt thép bị đo (hình 2.11, a);

$\overline{A}_{s_i}$  - Diện tích mặt cắt sau khi bị mài mất của cốt thép bị đo (hình 2.11, b);

$A_{s_i}$  - Diện tích mặt cắt cốt thép thanh thứ  $i$  gần thanh cốt thép bị đo của cấu kiện.

## 2. Kết quả đo kiểm tra

Lặp lại 2 bước cuối, nếu giá trị  $\sigma_s$  thu được sau hai lần mài rất gần nhau, có thể ngừng việc đo kiểm tra. Lấy giá trị  $\sigma_s$  lúc này làm ứng suất thực tế của cốt thép.

## 3. Vấn đề cần chú ý

- Phần giảm đi của đường kính cốt thép bị đo sau khi mài mòn không được vượt quá  $1/3$  của đường kính cũ.

- Mài cốt thép nên thực hiện 2~4 lần, mỗi lần đều phải ghi lại phần giảm đi của tiết diện cốt thép và phần tăng của ứng biến phần cốt thép mài mòn.

- Mặt mài mòn của cốt thép cần bằng phẳng, phải dùng thước kẹp để đo diện tích mặt cắt cốt thép sau khi mài mòn. Đợi cho nhiệt độ của mặt cốt thép bị mài mòn bằng nhiệt độ bên ngoài, ghi số đọc trên kẽ ứng biến.

- Sau khi kết thúc đo kiểm tra, dùng cốt thép Ø20,  $l = 200\text{mm}$  hàn vào nơi cốt thép bị tổn thất vì mài mòn, đồng thời dùng bê tông đá nhỏ bổ sung lớp bảo vệ.

Ngoài ra, đối với cấu kiện chịu nén, sau khi dùng phương pháp trên để tìm giá trị ứng suất thực tế của cốt thép trong cấu kiện, còn phải tìm ứng suất nén thực tế  $\sigma_c$  của bê tông trên mặt cắt tương ứng của cấu kiện:

$$\sigma_c = \left( \frac{E_c}{E_s} \right) \sigma_s \quad (2.19)$$

Trong đó:  $E_c, E_s$  - Lần lượt là mô đun đàn hồi của bê tông và cốt thép.

## III. Đo kiểm tra cường độ vật liệu thép trong kết cấu thép

Đo kiểm tra cường độ vật liệu thép trong kết cấu thép chủ yếu có ba loại: một là phương pháp lấy mẫu ở hiện trường đưa về phòng thí nghiệm để thí nghiệm kéo; hai là phương

pháp đo độ cứng bề mặt, trực tiếp đo kiểm tra độ cứng của vật liệu thép, dùng các công thức có liên quan để tính cường độ thực tế của vật liệu thép; ba là phương pháp phân tích hoá học, thông qua phân tích hoá học đo hàm lượng các nguyên tố có liên quan của vật liệu thép, sau đó thay vào các công thức có liên quan để tìm ra cường độ thực tế của vật liệu thép.

### 1. Phương pháp thí nghiệm kéo

Yêu cầu và quá trình thí nghiệm của phương pháp này giống như thí nghiệm kéo cốt thép ở phần trước. Điều khác nhau là lấy mẫu và gia công mẫu thí nghiệm.

- Mẫu thí nghiệm vật liệu thép chia thành hai loại có tỉ lệ và không tỉ lệ, đặt  $l_0$  là độ dài chuẩn của mẫu thí nghiệm,  $F_0$  là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thí nghiệm thì mẫu thí nghiệm có tỉ lệ nếu  $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$  gọi là mẫu thí nghiệm ngắn; nếu  $l_0 = 11,3\sqrt{F_0}$  gọi là mẫu thí nghiệm dài. Độ dài chuẩn thực tế của mẫu thí nghiệm không tỉ lệ không có quan hệ nhất định với diện tích mặt cắt ngang của nó, mà dựa vào kích thước và chất lượng vật liệu (tấm mỏng, lặp là, ống, vật liệu mặt cắt nhỏ, vật liệu mặt cắt không quy cách), do độ dài chuẩn và độ dài song song quy định.

- Chiều dài song song của mẫu  $l = l_0 + \frac{b_0}{2}$ , trong đó  $b_0$  là chiều rộng của phần độ dài chuẩn của mẫu thí nghiệm.

- Chiều rộng  $b_0$  của mẫu thí nghiệm thép tấm, dựa vào chiều dày của sản phẩm dùng bốn loại: 10, 15, 20, 30mm. Mẫu thí nghiệm thép tấm dùng hai loại tỉ lệ ngắn, dài. Đối với tấm mỏng có chiều dày nhỏ hơn 0,5mm, cũng có thể dùng chiều rộng  $b_0$  và độ dài chuẩn  $l_0$ , sao cho phép của kích thước các bộ phận mẫu thí nghiệm và độ hóng gia công bề mặt phải phù hợp với quy định của bảng 2.6.

**Bảng 2.6. Sai số cho phép của kích thước các bộ phận mẫu thí nghiệm thép tấm**

Chiều rộng $b_0$ của mẫu tấm thép thí nghiệm (mm)	Sai số cho phép của chiều rộng $b_0$ của phần chuẩn mẫu thí nghiệm (mm)	Giá trị sai số cho phép của chiều rộng lớn nhất và nhỏ nhất trong đoạn dài chuẩn của mẫu thí nghiệm (mm)
10 15	$\pm 0,2$	0,1
20 30	$\pm 0,5$	0,2

### 2. Phương pháp độ cứng bề mặt

Giữa cường độ vật liệu thép và độ cứng có mối quan hệ như sau:

$$\text{Thép cacbon thấp} \quad \sigma_b = 3,6 \text{HB} \quad (2.20a)$$

$$\text{Thép cacbon cao} \quad \sigma_b = 3,4 \text{HB} \quad (2.20b)$$

$$\text{Thép hợp kim} \quad \sigma_b = 3,25 \text{HB} \quad (2.20c)$$

Trong đó:  $\sigma_b$  - Cường độ tối hạn của vật liệu thép ( $\text{N/mm}^2$ );

HB - Độ cứng, đo được trực tiếp từ vật liệu thép.

Sau khi xác định  $\sigma_b$ , có thể căn cứ vào tỉ lệ chảy của vật liệu cùng loại tính toán cường độ chảy của vật liệu thép hoặc cường độ chảy điều kiện, cuối cùng khi cho kết quả đo kiểm tra thường còn xem xét tỉ lệ đảm bảo của nó.

### 3. Phương pháp phân tích hoá học đo kiểm tra cường độ vật liệu thép

Phương pháp phân tích hoá học là phương pháp dựa vào các thành phần hoá học của vật liệu thép dự tính một cách sơ lược cường độ vật liệu thép cacbon:

$$\sigma_b = 285 + 7 \cdot C + 0,06 \cdot Mn + 7,5 \cdot P + 2 \cdot Si \quad (2.21)$$

Trong đó: C, Mn, P, Si lần lượt là hàm lượng các nguyên tố cacbon, mangan, phốtpho, silic của vật liệu thép, lấy 0,01% làm đơn vị tính.

#### IV. Phương pháp phân tích hoá học của thép

Hàm lượng các thành phần hoá học của thép trực tiếp ảnh hưởng đến tính năng cơ học của vật liệu thép và tính năng hàn. Phương pháp phân tích hoá học chủ yếu là phân tích hàm lượng các nguyên tố trong vật liệu thép. Mẫu phân tích hoá học là mạt thí nghiệm, cũng có thể dùng phương pháp bào hoặc khoan, trước khi lấy mạt thí nghiệm phải làm sạch lớp ôxy hoá sắt ở bề mặt.

##### 1. Xác định hàm lượng cacbon (phương pháp dung lượng thể khí)

Đem mẫu nung trong lò nung nhiệt độ cao và dùng luồng ôxy đốt để biến CO thành CO<sub>2</sub>. Hỗn hợp khí sau khi loại bỏ lưu huỳnh, tập trung vào ống khí. Sau đó dùng dung dịch KOH hấp thụ CO<sub>2</sub>, trong đó, tỉ lệ thể tích trước và sau hấp thụ là thể tích CO<sub>2</sub>, từ đó tính hàm lượng cacbon.

Phương pháp xác định cụ thể có thể xem “Xác định hàm lượng cacbon trong thép và hợp kim” (GB223.1-81).

##### 2. Xác định hàm lượng mangan (phương pháp dung lượng axenit natri-nitrat natri)

Mẫu qua dung dịch axit, trong môi trường axit sunphuric axit phốtphoric, dùng nitrat bạc làm chất xúc tác, dùng sunfat ammonium chuyển ôxit mangan thành hoá trị 7. Dùng dung dịch tiêu chuẩn axenit natri-nitrat natri nhỏ vào để xác định. Khi trong dung dịch thí nghiệm có trên 5mg ảnh hưởng tới sự quan sát của điểm cuối, có thể cho никen vào để triệt tiêu ảnh hưởng của ion coban.

##### 3. Xác định hàm lượng phốtpho

Mẫu thí nghiệm dùng muối có tính axit để hòa tan, với nồng độ khoảng 2,2mol/L nitrat natri, cho molybdaenum natri vào, hình thành phốtpho molybdaenum ammonium kết tủa, sau khi qua lọc, dùng dung dịch tiêu chuẩn NaOH quá liều lượng để hòa tan, NaOH thừa dùng dung dịch tiêu chuẩn nitrat natri nhỏ giọt trở lại.

Nếu trong dung dịch thí nghiệm có As ít hơn 100μg; Ta ít hơn 500μg; Zr, V hoặc Nb ít hơn 1ng; W ít hơn 8mg; Ti ít hơn 10mg và Si ít hơn 20mg thì không ảnh hưởng tới kết quả đo. Vượt qua giới hạn trên, As dùng HCl để trừ bỏ; Zr, Nb, Ta, Ti, Si dùng axit hydrôphốtphoric để phủ; V dùng axit clohydric-ammonium hydrôxit để hoàn nguyên; W ở trong dung dịch ammonium; EDTA tồn tại dùng beryllium phân li để loại bỏ.

#### 4. Xác định hàm lượng silic

Mẫu tan trong dung dịch axit, dùng axit clohydric đun nổi khói để axit silic thoát ra khỏi nước, sau khi lọc rửa sạch, đun thành  $\text{SiO}_2$ . Dùng axit sunfuaric-axit hydro fluôric xử lí, khiến cho Si tạo thành  $\text{SiO}_4$  để loại bỏ đi. Chênh lệch trọng lượng trước và sau khi loại bỏ Si, tính được hàm lượng phần trăm của Si.

#### 5. Xác định hàm lượng sunfur

Để mẫu vào trong nước brôm bão hòa, hoà tan bằng  $\text{HCl-HNO}_3$ , khiến cho  $\text{HCl}$  bốc khói, sau đó lọc để loại bỏ Si, W, Nb, thông qua các lớp màng  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hoạt tính để loại bỏ phần lớn các nguyên tố gây nhiễu, lại dùng axit hydro ammonium loãng rửa sạch axit sunfuric của khói màng, dùng phương pháp trọng lượng sunfat baryum để xác định sunfur.

#### 6. Xác định hàm lượng titan

Để mẫu tan trong dung dịch axit, khiến cho axit sunfuric bốc khói, trong dung dịch axit oxalic, axit và Ti biến mẫu hình thành vật có dạng xơ, đo độ hút ánh sáng. Các ion khác triệt tiêu theo tỉ lệ dung dịch.

#### 7. Xác định hàm lượng vanadiوم

Sau khi mẫu thí nghiệm tan trong dung dịch axit, trong môi trường axit sunfuric và axit phôtphoric, với nhiệt độ trong phòng, dùng manat axit kali đưa ôxít vanadium tối hoá trị 5, cho chất xúc tác tantalum tan trong hydro cacbua, vật có dạng xơ vanadium lấy hydro cacbua, đo độ hút ánh sáng. Nếu trong dung dịch mẫu, Mo và Ti có hàm lượng trên 1mg trở lên, xác định nhiễu; Nếu nâng cao nồng độ axit của dung dịch đến 6N, có thể nâng cao lượng cho phép của Mo đến 2,5mg, sau khi rửa sạch axit sunfuric, có thể loại bỏ ánh hưởng của 5mg Ti đối với kết quả đo

### 2.1.3. Phương pháp phân tích hóa học xi măng và bê tông

#### I. Đo kiểm tra hàm lượng xi măng trong bê tông, tỉ lệ viễn-cốt liệu

Hàm lượng xi măng trong bê tông là dựa vào silicat và ôxít canxi dễ bị axit hydrochlorit loãng phân giải hơn so với các vật liệu khác trong bê tông, trở thành những vật chất có thể hoà tan để xác định. Hàm lượng đá silic hoặc ôxít canxi có thể hoà tan, có thể thông qua phân tích hóa học thường để xác định

Đầu tiên chia cốt liệu làm mấy loại:

- Cốt liệu dạng I: vđc cơ bản không tan trong axit hydrochlorit loãng;
- Cốt liệu dạng S: vđc cơ bản có thể tan trong axit hydrochlorit loãng;
- Cốt liệu dạng P: một phần tan trong axit hydrochlorit loãng.

Dưới đây chủ yếu bàn về phương pháp thí nghiệm kiểm tra bê tông cốt liệu dạng I.

##### 1. Lấy mẫu và xử lí

Mẫu chỉ có liên quan đến một bộ phận bê tông nào đó trong kết cấu, do đó, mẫu lấy phải có số lượng đầy đủ mới có thể đại diện cho toàn bộ cấu kiện bê tông.

Lấy một phần mẫu khô, đập vỡ, nghiên và tạo thành bột mịn có thể qua được lõi sàng thí nghiệm  $150\mu\text{m}$ . Mẫu được đập vỡ và sàng lại, mỗi lần lấy một nửa lượng còn lại trên sàng lại đập vỡ và sàng, để có thể lần lượt qua được mắt sàng  $4,75\text{mm}$ ,  $2,36\text{mm}$ ,  $600\mu\text{m}$ ,  $150\mu\text{m}$ .

Hạt còn nhỏ hơn 150 $\mu\text{m}$  trong quá trình nghiên mịn lần thứ nhất đã được sàng ra. Trọng lượng mẫu cuối cùng đạt được phải lớn hơn 20g. Do đó, trọng lượng của mẫu trước khi đập vỡ và nghiên mịn ít nhất phải lớn hơn 2kg.

## 2. Xác định hàm lượng xi măng và tỉ lệ cốt liệu-vữa

### - Cốt liệu dạng I

Lấy một phần mẫu đã nghiên, dự tính trong đó có 0,3~0,5g ôxít canxi, sau khi dùng axit hydrôchlorit loãng và hydrôxit natri xử lý, phân tích xác định hàm lượng ôxít canxi, đồng thời lấy 0,5~1,0g mẫu nguyên dạng cho vào lò nung, gia nhiệt trong khoảng 925 $^{\circ}\text{C}$ ~950 $^{\circ}\text{C}$ , cho đến khi trọng lượng không thay đổi thì dừng, ta có:

$$\text{Hàm lượng xi măng \%} = \frac{c(100 - q) - b(100 - m)}{a(100 - q) - b(100 - p)} \times 100 \quad (2.22a)$$

$$\text{Tỉ lệ cốt liệu-vữa} = \frac{a(100 - m) - c(100 - p)}{c(100 - q) - b(100 - m)} \quad (2.22b)$$

Trong đó:  $a$  - Hàm lượng ôxít canxi trong xi măng, %;

$b$  - Hàm lượng ôxít canxi trong cốt liệu, %;

$c$  - Hàm lượng ôxít canxi trong bê tông, %;

$p$  - Lượng tổn thất do nung, tỉ lệ phần trăm của trọng lượng xi măng, %;

$q$  - Lượng tổn thất do nung, tỉ lệ phần trăm của trọng lượng cốt liệu, %;

$m$  - Lượng tổn thất do nung, tỉ lệ phần trăm của trọng lượng bê tông, %..

$a$  và  $p$  có liên quan đến tính chất của xi măng, tốt nhất có thể thông qua phân tích thí nghiệm vật liệu để xác định. Nói chung có thể dùng giá trị gần đúng:  $a = 64,5\%$ ;  $p = 2,0\%$ . Đối với  $b$  và  $q$ , giống như phương pháp thí nghiệm bê tông trình bày ở trên, chuẩn bị mẫu cốt liệu nghiên mịn để tiến hành thí nghiệm.

### - Các loại cốt liệu khác

Bê tông với các loại hình cốt liệu khác có thể tham khảo những tài liệu có liên quan.

## II. Kiểm nghiệm tính ổn định của xi măng

Kiểm nghiệm tính ổn định của xi măng là một chỉ tiêu quan trọng của kiểm nghiệm xi măng. Bê tông nếu sử dụng xi măng có tính ổn định không đạt yêu cầu sẽ làm cho bê tông bị nứt, rò rỉ rạc khiến cho bê tông mất đi năng lực chịu tải.

### 1. Phương pháp kiểm nghiệm hóa học tính ổn định của xi măng

Mẫu xi măng sau khi hỗn hợp với dung dịch cồn etilic glyxérin, với trọng xi măng hóa hợp với glyxérin ( $\text{MgO}$  không có phản ứng với glyxérin), tạo ra glyxérat canxi có tính kiềm yếu, đồng thời hòa tan trong dung dịch, phenol titanate làm cho dung dịch có màu hồng. Dùng dung dịch axit benzen (axit yếu) nhòe vào glyxérat canxi làm cho dung dịch mất màu, có thể dùng lượng tiêu hao của axit benzen để tìm ra hàm lượng của đá vôi. Các bước thí nghiệm cụ thể là:

- Dùng nam châm hút mạt sắt trong mẫu xi măng, sau đó cho vào bình thuỷ tinh miệng rộng, bịt kín miệng bình, trọng lượng mẫu không được ít hơn 200g. Trước khi phân tích, lấy mẫu xi măng dùng phương pháp chia bốn lấy 25g, sau đó sàng qua sàng có mắt sàng vuông là 0,08mm, lấy 5g trong số xi măng qua sàng, cho vào bình thuỷ tinh nhỏ rộng miệng, để ở nơi khô ráo.

- Cân 0,05g ôxít canxi (nung cacbônat canxi tinh khiết cao ở  $950^{\circ}\text{C} \sim 1.000^{\circ}\text{C}$  cho đến khi trọng lượng không thay đổi), để vào bình hình côn 150ml khô, cho vào 15ml dung dịch glixérin và khuấy đều. Lắp thiết bị ngưng kết tuần hoàn, ở lò điện có lưỡi amiăng đun sôi, để dung dịch sau khi có màu đỏ đậm, lấy bình hình côn ra, lấy ngay 0,1N dung dịch tiêu chuẩn cồn axit benzen nhỏ vào cho đến khi màu hồng nhạt; đưa tiếp vào thiết bị ngưng kết tuần hoàn, tiếp tục đun sôi cho đến khi màu hồng nhạt xuất hiện, lại lấy ra nhỏ giọt. Thao tác lặp đi lặp lại như vậy, cho đến khi đun trong 10 phút không có màu hồng nhạt thì dừng. Nhỏ giọt dung dịch tiêu chuẩn cồn axit benzen đối với ôxít canxi tinh theo công thức sau:

$$T_{\text{CaO}} = \frac{G_0 \times 1000}{V_0} \quad (2.23)$$

Trong đó:  $T_{\text{CaO}}$  - Mỗi ml dung dịch tiêu chuẩn cồn axit benzen tương đương với số miligam của ôxít canxi (mg/ml);

$G_0$  - Trọng lượng ôxít canxi (g);

$V_0$  - Khi nhỏ giọt ôxít canxi, tổng thể tích tiêu hao 0,1N dung dịch tiêu chuẩn cồn axit benzen (ml).

- Lấy 0,5g mẫu, lặp lại cách làm ở bước trên, cho đến khi mẫu đun sau 10 phút không có màu hồng nhạt thì dừng (cho vào thiết bị ngưng kết tuần hoàn). Hàm lượng  $f.\text{CaO}$  trong mẫu là:

$$\text{Hàm lượng } f.\text{CaO} = \frac{T_{\text{CaO}} \times V}{1000 \times G} \times 100 \quad (2.24)$$

Trong đó:  $T_{\text{CaO}}$  - Kết quả tính theo công thức 2.23;

$G$  - Trọng lượng mẫu đem cân (g);

$V$  - Tổng thể tích tiêu hao 0,1N dung dịch tiêu chuẩn cồn axit benzen (ml) khi nhỏ giọt đối với mẫu,

- Mỗi một mẫu nên lán lượt tiến hành hai lần đo, nếu hàm lượng  $f.\text{CaO}$  nhỏ hơn 2%, sau số tuyệt đối của hai lần kết quả phải trong phạm vi 0,2, nếu vượt ra ngoài phạm vi này, phải tiến hành đo lần thứ ba. Nếu sai số tuyệt đối của kết quả thu được so với kết quả hai lần trước hoặc một lần bất kỳ trước trong phạm vi 0,2, lấy giá trị bình quân làm kết quả đo.

- Đánh giá kết quả;

+ Xi măng sản xuất bằng lò quay:

Nếu hàm lượng  $f.\text{CaO} < 1,25\%$ , tính ổn định của xi măng đạt yêu cầu;

Nếu hàm lượng  $f.\text{CaO} > 1,40\%$ , tính ổn định của xi măng không đạt yêu cầu;

Nếu  $1,25\% < \text{hàm lượng } f.\text{CaO} < 1,40\%$ , thí nghiệm bằng phương pháp bánh thử.

#### + Xi măng sản xuất bằng lò đứng:

Nếu hàm lượng  $f.CaO < 2,75\%$ , tính ổn định của xi măng đạt yêu cầu;

Nếu hàm lượng  $f.CaO > 2,95\%$ , tính ổn định của xi măng không đạt yêu cầu;

Nếu  $2,75\% < \text{hàm lượng } f.CaO < 2,95\%$ , thí nghiệm bằng phương pháp bánh thử.

#### 2. Kiểm nghiệm tính ổn định của xi măng bằng phương pháp bánh thử

Phương pháp bánh thử không thuộc loại phương pháp phân tích hóa học, nhưng phương pháp bánh thử là phương pháp chủ yếu thường dùng trên quốc tế để kiểm nghiệm tính ổn định của xi măng, dưới đây là phương pháp đó.

##### + Làm mẫu bánh thử

Lấy 400g mẫu xi măng đổ vào nồi trộn đã được lau bằng vải ướt, cho vào 114ml nước máy. Trộn bằng máy hoặc trộn thủ công, sau khi trộn đều xong lấy ngay một phần chia làm hai phần đều nhau, làm thành hình cầu đặt lên tấm kính đã được bôi dầu, chấn động nhẹ tấm kính đồng thời dùng dao đã lau qua vải ướt quết từ bên mép ngoài vào giữa làm thành chiếc bánh có đường kính  $70\sim 80\text{mm}$ , ở giữa dày khoảng  $10\text{mm}$ , bên ngoài mỏng hơn, bề mặt nhẵn. Tiếp đó để bánh vào tủ bảo dưỡng, bảo dưỡng  $24 \pm 3\text{h}$  tính từ sau khi hình thành bánh.

##### + Luộc bánh đồng thời đánh giá tính ổn định của xi măng

Lấy bánh từ trên mặt kính, đặt trên tấm lưới trong thùng nước đun cho sôi, đun sôi trong 4h. Trong quá trình đun luôn để nước cao hơn bánh trên  $30\text{mm}$ . Đun xong đổ nước ra, đợi cho nhiệt độ trong thùng bằng nhiệt độ trong phòng thì lấy ra kiểm tra. Dùng mắt thường quan sát không phát hiện bánh có vết nứt, khi dùng thước thẳng kiểm tra không bị cong, tính ổn định thể tích của xi măng đạt yêu cầu. Ngược lại không đạt yêu cầu.

### III. Xác định hàm lượng ion clo trong bê tông

Hàm lượng ion clo trong bê tông có thể dùng phương pháp nhỏ giọt nitrat bạc để xác định

#### 1. Yêu cầu lấy mẫu

- Phương pháp lấy mẫu: dùng máy khoan lõi khoan lấy lõi đường kính  $100\text{mm}$  trên cấu kiện bê tông, chiều dài của mẫu lấy theo yêu cầu. Cũng có thể dùng mũi khoan đường kính lớn (đường kính  $25\text{mm}$ ) đục lỗ trên cấu kiện, lấy được bột bê tông.

- Vị trí lấy mẫu: vị trí lấy mẫu nên lấy ở chỗ đồng đều không có cốt thép và cách đầu cấu kiện  $50\sim 100\text{mm}$ .

#### 2. Chế tạo mẫu thử

Lấy mẫu bê tông loại bỏ những viên đá lớn, nghiên cho đến khi toàn bộ qua được sàng  $0,08\text{mm}$ , sau đó đặt vào thùng sấy sấy trong  $2\text{h}$ , sau khi lấy ra đặt vào đồ đựng bằng sứ để lạnh bằng nhiệt độ trong phòng.

#### 3. Phương pháp đo và phân tích kết quả

Cân  $20\text{g}$  mẫu (chính xác tới  $0,01\text{g}$ ), cho vào bình đun và cho vào  $200\text{ml}$  nước cất, trộn mạnh trong  $1\sim 2$  phút, ngâm  $24\text{h}$  hoặc  $3\text{h}$  trong nồi nước  $90^\circ\text{C}$ , sau đó lọc bằng giấy lọc định tính. Điều chỉnh nồng độ pH khoảng  $7\sim 8$  (dùng axit nitric để điều chỉnh nồng độ axit,

dùng  $\text{NaHCO}_3$  hoặc hydroxit natri để điều chỉnh nồng độ kiềm). Cho thêm vào 10~12 giọt chất chí thị chromat axit kali 5%, dùng dung dịch 0,02N nitrat bạc nhỏ giọt, vừa nhỏ vừa khuấy để dung dịch hiện ra màu hồng thâm không bị mất thì dừng. Lúc này hàm lượng ion clo tính theo công thức sau:

$$P = \frac{0,03545 \cdot NVm}{V_2 V_1} \cdot 100\% \quad (2.25)$$

Trong đó:  $N$  - Nồng độ đương lượng của dung dịch tiêu chuẩn nitrat bạc;

$V$  - Khi nhỏ giọt, dung dịch nitrat bạc bị tiêu hao (ml);

$V_1$  - Lượng nước để ngâm mẫu thí nghiệm (ml);

$V_2$  - Mỗi lần nhỏ giọt, lượng dung dịch được lọc lấy ra (ml);

$m$  - Trọng lượng mẫu (g).

#### 4. Xác định chiều sâu thâm nhập của ion clo

Mẫu lõi lấy được chia từng lớp, lần lượt xác định hàm lượng ion clo của từng lớp, từ đó có thể xác định chiều sâu thâm nhập của ion clo. Xác định hàm lượng ion clo cho mỗi lớp, yêu cầu lấy 3 mẫu trở lên trên cùng một lớp lần lượt xác định hàm lượng ion clo, sau đó lấy giá trị bình quân làm giá trị đại diện hàm lượng ion clo cho lớp đó.

##### 2.1.4. Đo kiểm tra cường độ khối xây, vữa xây và gạch

###### 1. Đo kiểm tra cường độ khối xây

###### 1. Đo kiểm tra cường độ khối xây bằng phương pháp lấy mẫu hiện trường

- Cắt mẫu khối xây ( $240 \times 370\text{mm}$ ) và xử lí mẫu:

Trên khối tường ở hiện trường (thường là phia luar cửa sổ) cắt lấy mẫu thí nghiệm. Kích thước của mẫu thí nghiệm cắt ra phải lớn hơn + . h thước quy định, dùng bao cối gói lại và đưa đến phòng thí nghiệm. Gia công mẫu thí nghiệm cắt ra theo kích thước quy định ( $240 \times 370$ ), dùng vữa xi măng láng phẳng hai mặt trên và dưới.

- Nén thí nghiệm và đánh giá cường độ:

Đưa mẫu thí nghiệm đã xử lí xong vào máy nén tiến hành thí nghiệm nén dọc trực. Khi thí nghiệm, đo tải trọng lớn nhất  $N$  mà mẫu thí nghiệm có thể gánh chịu.

Lúc này cường độ chịu nén thực tế của khối xây  $f_m = N/A$ , trong đó  $A$  là diện tích mặt cắt chịu tải của mẫu.

Cần phải chỉ ra rằng,  $f_m$  thật ra không phải là cường độ thiết kế  $f$  của khối xây, giữa chúng có mối quan hệ như sau:

$$f = f_m (1 - 1,645 \delta_l) / \gamma_l \quad (2.26)$$

Trong đó:  $\delta_l$  - Hệ số biến dạng,  $\delta_l = 0,17$ ;

$\gamma_l$  - Hệ số phân loại tính năng vật liệu.  $\gamma_l = 1,5$ .

Sau khi có  $f$ , dựa vào cấp cường độ của gạch, tra bảng 2.2.1-1 trong GBJ 3-88, được cấp cường độ của vữa, tiếp đó tra bảng 2.2.2-1 của GBJ 3-88 để tìm được cường độ chịu kéo, chịu cắt và cường độ chịu uốn của khối xây.

## 2. Đo kiểm tra cường độ chịu nén của khối xây bằng phương pháp kích nhỏ

### - Quá trình đo:

Tại nấm hàng gạch liền kề theo hướng thẳng đứng của khối tường đục một rãnh ngang tương đương với kích nhỏ (rộng 240mm, cao 70mm~130mm), trong rãnh đặt một kích nhỏ đồng thời cố định bằng thanh kéo thẳng bằng, dùng bom dầu bằng tay phân cấp tải đối với khối xây trong rãnh cho đến khi khối xây chịu lực bị phá hoại, ghi lại giá trị tải trọng phá hoại  $N$ .

### - Suy ra cường độ chịu nén của khối xây:

$$f_m = N/(kA) \quad (2.27)$$

Trong đó:  $f_m$  - Giá trị ước tính cường độ chịu nén của khối xây (MPa);

$A$  - Diện tích mặt cắt chịu nén của khối xây ( $\text{mm}^2$ );

$N$  - Tải trọng phá hoại của thí nghiệm (N);

$k$  - Hệ số tính chuyển đổi cường độ đối ứng với mẫu hiệu chuẩn, tính theo công thức sau:

$$k = 1,29 + 0,67\sigma_0 \quad (2.28)$$

Trong đó:  $\sigma_0$  - Giá trị ứng suất nén do tải trọng trên khối xây bị đo gây nên, nếu  $\sigma_0 \geq 0,6\text{MPa}$ , thì lấy  $\sigma_0 = 0,6\text{MPa}$ .

## 3. Đo kiểm tra cường độ chịu cắt của khối xây bằng phương pháp kích

Chọn khối xây gạch ở gần cửa sổ làm khu vực đo kiểm tra, sau đó đục rãnh trên khối xây, khoảng cách hai miệng rãnh  $l = 500\text{mm}$ , sau đó sửa cho rãnh bằng phẳng, rái vữa đặt tấm đệm thép. Khi đo, kích sẽ đẩy khối xây ở vị trí viên miệng lỗ, đo giá trị tải trọng lớn nhất  $V$  khi bị đẩy ra, cường độ chịu cắt thực tế của khối xây  $f_{v,m}$  là:

$$f_{v,m} = V/A \quad (2.29)$$

Trong đó:  $A$  - Diện tích mặt cắt ngang của phần bị đẩy ra.

Giá trị thiết kế cường độ chịu cắt  $f_{v,d}$  của khối xây gạch tính theo công thức sau:

$$f_v = f_{v,m} (1-1,645\delta_l)/\gamma_i \quad (2.30)$$

$$\gamma_i = 1,50; \delta_l = 0,20$$

## II. Đo kiểm tra cường độ chịu nén của vữa xây

Dưới đây chủ yếu giới thiệu đo kiểm tra vữa xây bằng phương pháp xung kích.

Lấy vữa khối xây trong mạch xây gạch, đục mẫu thành hạt hình tròn có đường kính khoảng 10mm. Lấy 180~200g vật liệu thí nghiệm (hạt) cho vào hộp sấy, sấy trong khoảng 2h dưới nhiệt độ 50~60°C (mẫu khô có thể không cần phải sấy).

Sau khi mẫu đã nguội chia thành 3 phần, mỗi phần 50g, cân chính xác đến 0,01g.

Đưa mẫu thí nghiệm vào ống xung kích trong thiết bị xung kích (Tổng viện Nghiên cứu Xây dựng Bộ Luyện kim sản xuất), đồng thời gạt phẳng mặt phía trên của chúng.

Dùng sàng có mắt sàng tròn đường kính là 5mm, 2,5mm và sàng có mắt sàng vuông có lỗ là 1,2, 0,6, 0,3, 0,15mm, sàng 2 phút trên sàng máy, lần lượt cân lượng còn lại  $a_1$  trên sàng của mỗi loại sàng. Trình tự xung kích và sàng là: đầu tiên xung kích hai lần sau đó sàng, cân, sau đó lại xung kích bốn lần, sàng, cân, lại xung kích bốn lần, sàng, cân. Dùng công thức dưới đây tính tổng diện tích bề mặt  $A$  của vật liệu thí nghiệm:

$$A = \frac{10,5}{\gamma_0} \sum d_{cp}$$
 (2.31)

Trong đó:  $\gamma_0$  - Mật độ chất đống của vật liệu thí nghiệm;

$a_i$  - Lượng dư thừa vật liệu thí nghiệm trên các sàng;

$d_{cp}$  - Đường kính bình quân của hạt vật liệu thí nghiệm trên các sàng, xem bảng 2.7.

**Bảng 2.7. Đường kính bình quân hạt vật liệu thí nghiệm của các loại sàng mẫu**

A	1,2~1,0	1,0~0,5	0,5~0,25	0,25~0,12	0,12~0,06	0,06~0,03	0,03~0,015
B	1,097	0,722	0,361	0,177	0,0866	0,0433	0,022

**Ghi chú :** A - Phạm vi đường kính hạt trên các số hiệu sàng (cm);

B - Đường kính bình quân của hạt  $d_{op}$  (cm);

Diện tích bề mặt của mẫu vật liệu nhỏ hơn 0,015cm, tính theo công thức:

$$A <_{0,015} = 1510 \cdot \frac{a <_{0,015}}{\gamma_0}.$$

Đồng thời tính toán công năng đã dùng để phá vỡ vật liệu thí nghiệm:

$$W = Nh$$
 (2.32)

Trong đó:  $W$  - Công xung kích (J);

$N$  - Trọng lượng búa (kg);

$h$  - Chiều cao rơi búa (m).

Lấy ba kết quả thí nghiệm diện tích bề mặt thu được của công tiêu hao khác nhau ( $W_1, A_1$ ), ( $W_2, A_2$ ), ( $W_3, A_3$ ), dùng phương pháp bình phương nhỏ nhất tìm được phương trình tuyến tính, tính được độ nghiêng  $\left( \frac{\Delta A}{\Delta W} \right)$  của đường thẳng hồi quy.

Đặt:  $a = \left( \frac{\Delta A}{\Delta W} \right)$  (2.33)

Thì cường độ chịu nén  $f_2$  của vữa là:  $f_2 = 394,9(a)^{-0,7}$  (2.34)

Có rất nhiều cách đo kiểm tra cường độ vữa ở hiện trường, như đo kiểm tra cường độ vữa xay bằng phương pháp bột nẩy, phương pháp suy đoán,... đều có thể chọn dùng.

#### III. Kiểm tra cường độ chịu nén của gạch

Đo kiểm tra cường độ chịu nén của gạch tương đối đơn giản, có thể lấy mẫu trực tiếp từ tường gạch để làm thí nghiệm chịu nén. Mỗi lần thí nghiệm có tính chất kiểm tra, cùng một

loại khối xây ít nhất lấy năm mẫu tiến hành thí nghiệm. Lấy giá trị bình quân toán học biểu thị cường độ chịu nén của gạch.

Ngoài ra, Viện Nghiên cứu xây dựng Tứ Xuyên dùng súng bạt nẩy HT-75 tiến hành nghiên cứu đo cường độ gạch, lập ra quy trình đo cường độ, khi cần thiết có thể sử dụng phương pháp này.

## 2.2. ĐO KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊN TRONG CẤU KIỆN BÊ TÔNG

### 2.2.1. Đo kiểm tra tính đồng đều và khuyết tật bên trong cấu kiện bê tông

Đo kiểm tra tính đồng đều và khuyết tật bên trong cấu kiện bê tông chủ yếu dùng phương pháp sóng siêu âm. Đòi hỏi khu vực cần đo có một đôi (hoặc hai đôi) mặt đo song song với nhau. Đồng thời, đòi hỏi mặt đo phải sạch sẽ, bằng phẳng, khi cần thiết phải dùng đá mài mài phẳng hoặc dùng vữa cường độ cao đong cứng nhanh trát phẳng.

#### I. Thiết bị và đo các tham số âm thanh

1. Thiết bị siêu âm sử dụng và đầu dò phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Thiết bị hiện sóng có hình sóng rõ ràng, thể hiện ổn định;

- Số đọc nhỏ nhất của máy ghi thời gian là  $0,1\mu\text{s}$ , Phạm vi ghi thời gian  $0,5\sim 5.000\mu\text{s}$ ;

- Chữ số hiển thị ổn định, điều tiết thời gian của âm trong phạm vi  $20\sim 30\mu\text{s}$ , trong thời gian 2h, sự thay đổi của chữ số không được lớn hơn  $\pm 0,2\mu\text{s}$ ;

- Bộ tắt dần có độ chia nhỏ nhất là  $1\text{dB}$ ;

- Phạm vi ảnh hưởng của tần số của bộ phóng đại tiếp thu là  $10\sim 500\text{kHz}$ , tổng độ tảng không được nhỏ hơn  $100\text{dB}$ ;

- Có thể làm việc bình thường trong môi trường nhiệt độ là  $-10 \sim +40^\circ\text{C}$ , độ ẩm tương đối nhỏ hơn hoặc bằng 90%, điện áp của nguồn điện  $220\text{V} \pm 10\%$  (điện áp của nguồn điện một chiều  $\pm 5\%$ );

- Tần số của đầu dò trong phạm vi  $20\sim 250\text{kHz}$ , chênh lệch tần số đo thực tế của đầu dò không được lớn hơn  $\pm 10\%$ .

- Máy siêu âm phải kiểm tra định kỳ ở cơ quan kiểm định, sử dụng trong thời gian có hiệu lực. Máy móc phải thường xuyên bảo dưỡng, mỗi tháng ít nhất phải cắm điện một lần, mỗi lần 1h.

#### 2. Đo các tham số âm thanh

Trước khi đo dựa vào độ lớn của khoảng cách đo, điều chỉnh điện áp phát xạ của máy đến một nấc nào đó, đồng thời đảm bảo đường chuẩn quét không bị nhiễu vì tạp âm, điều chỉnh độ tảng thiết bị đèn vị trí tương đối lớn giữ nguyên không đổi. Tiếp theo đó có thể đo giá trị thời gian truyền âm, biên độ sóng và tần số.

##### + Đo thời gian truyền sóng

Đầu phát và đầu thu lân lượt từng đôi đưa vào vị trí tương ứng với điểm đo trong khu vực đo (dung môi để đầu dò là hồ hoặc đầu nhót). Dùng bộ tắt dần điều chỉnh sóng của tín hiệu đầu tiên đến độ cao nhất định, sau đó điều chỉnh mạch xung. Lấy mép trước của nó để đúng

vào khởi điểm của đường cong đường chuẩn mép sóng đầu tiên, đọc giá trị thời gian truyền sóng  $t_1$  (chính xác đến  $0,1\mu s$ ), sau đó tính toán giá trị thời gian truyền sóng thực tế của bê tông của điểm đo:

$$t_{ci} = t_1 - t_0 \quad (2.35)$$

Trong đó:  $t_{ci}$  - Thời gian truyền sóng thực tế của điểm đo thứ  $i$  ( $\mu s$ );

$t_1$  - Giá trị đo thời gian truyền sóng điểm đo thứ  $i$  ( $\mu s$ );

$t_0$  - Số đọc đầu tiên thời gian truyền sóng ( $\mu s$ ). Dựa vào bản thuyết minh của thiết bị yêu cầu đo trước.

- Đo biên độ dao động:

Có hai phương pháp đo biên độ dao động:

+ Phương pháp chia ô: cố định bộ tắt dần ở một vị trí tắt dần nào đó, trên màn hình hiện sóng của máy đọc biên độ dao động đầu tiên (vạch số).

+ Phương pháp trị số tắt dần: dùng bộ tắt dần điều chỉnh biên độ sóng đầu tiên đến một độ cao nhất định (5mm hoặc một vạch của ô), đọc số dB trên bộ tắt dần.

- Đo tần số:

Đầu tiên phải điều chỉnh mạch xung di động điện đến chỗ lõm của sóng (hoặc đỉnh sóng) nửa trước chu kỳ sóng đầu tiên, đọc thời gian truyền sóng  $t_1$  ( $\mu s$ ), sau đó điều chỉnh mạch xung di động tới chỗ lõm bên cạnh (hoặc đỉnh sóng), đọc thời gian truyền sóng  $t_2$  ( $\mu s$ ), tần số của chu kỳ sóng thứ nhất là:

$$f_i = \frac{1000}{t_2 - t_1} \quad (2.36)$$

## II. Đo kiểm tra tính đồng đều bên trong kết cấu bê tông

Đo kiểm tra dùng phương pháp kẻ ô. Đầu tiên chia ô đối với cấu kiện bị đo (ô vuông 200mm, cùng một điểm trên hai mặt đo phải trùng hợp), sau đó đo thời gian truyền sóng thực tế của các điểm  $t_{ci}$ , đồng thời tính tốc độ âm theo công thức dưới đây:

$$V_i = l_i / t_{ci} \quad (2.37)$$

Trong đó:  $V_i$  - Tốc độ âm bê tông của điểm đo thứ  $i$  (km/s);

$l_i$  - Khoảng cách đo của điểm đo thứ  $i$  (mm).

Trên giấy ghi do thí nghiệm, vẽ vị trí các điểm đo, ghi trị số tốc độ âm. Tiếp đó vẽ đường đồng mức tốc độ âm. Đường cong đồng mức tốc độ này phản ánh tính đồng đều của bê tông.

## III. Đo kiểm tra khu vực không đặc chắc và lỗ rỗng bên trong bê tông

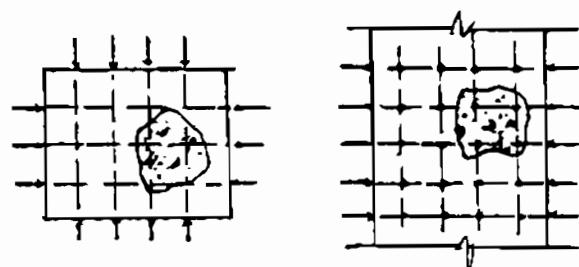
### 1. Bố trí điểm đo

Đo kiểm tra vẫn sử dụng phương pháp kẻ ô vuông (ô vuông 200mm). Tuỳ tình hình thực tế của cấu kiện bị đo bố trí đầu dò theo một trong ba phương pháp dưới đây:

- Nếu cấu kiện bị đo có hai đôi mặt đo song song với nhau, dùng phương pháp đo từng cặp (hình 2.12).

- Nếu cấu kiện bị đo chỉ có một đối mặt đo song song với nhau, dùng phương pháp đo xiên. Nghĩa là trên hai mặt đo song song với nhau lần lượt vẽ vị trí điểm đo giao nhau của hai nhóm điểm đo (hình 2.13).

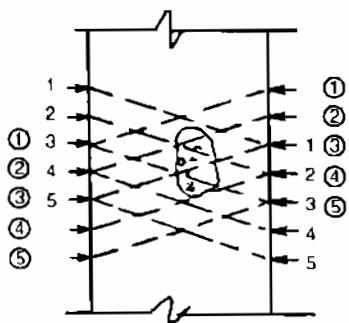
- Nếu khoảng cách đo của cấu kiện bị đo tương đối lớn, có thể ở vị trí thích đáng của vùng đo khoan lỗ đo song song với mặt bên. Đường kính lỗ khoan 45~50mm. Chiều sâu lỗ khoan phụ thuộc vào yêu cầu đo kiểm tra. Nếu mặt bên của cấu kiện dùng đầu dò dạng dao động theo chiều sâu, dùng đầu nhót ngẫu hợp; nếu trong lỗ đo dùng đầu dò dạng dao động hướng tâm, dùng nước ngẫu hợp. Bố trí đầu dò như hình 2.14.



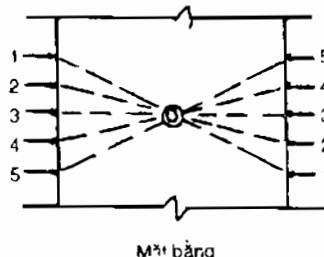
Mặt bên

Mặt đứng

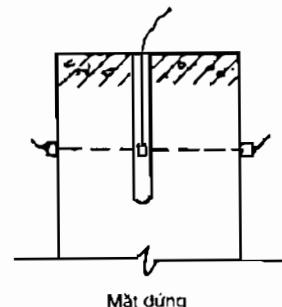
**Hình 2.12. Bố trí điểm đo theo phương pháp đo thẳng**



**Hình 2.13. Phương pháp đo giao nhau**



Mặt bên



**Hình 2.14. Phương pháp đo bằng khoan lỗ**

## 2. Đo số liệu và tính toán

Trên giấy ghi đo kiểm tra vẽ vị trí các điểm đo. Dùng phương pháp nêu ở trên đo thời gian truyền sóng, biên độ sóng, tần số và khoảng cách đo của các điểm đo, ghi vào bản vẽ vị trí các điểm đo và bảng ghi chép. Lần lượt tính toán tốc độ sóng (tính được từ thời gian truyền sóng), biên độ sóng, trị số bình quân của giá trị tần số đo được ( $m_x$ ) và sai số tiêu chuẩn ( $S_x$ ):

$$m_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.38)$$

$$S_x = \sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - nm_x^2 \right) / (n-1)} \quad (2.39)$$

Trong đó:  $x_i$  - Tốc độ âm, biên dò, tần số của điểm đo thứ  $i$ ;

$n$  - Số điểm đo liên quan đến thống kê của một khu vực đo.

### 3. Phân biệt các giá trị khác thường ở khu vực đo

- Lần lượt lấy các giá trị tốc độ ám, biên độ, tần số của các điểm ở khu vực đo xếp thứ tự từ lớn đến nhỏ:

$$x_1 \geq x_2 \geq \dots \geq x_i \geq x_{i+1} \geq \dots \geq x_n \quad (2.40)$$

Trong đó:  $x_i$  - Giá trị đo tốc độ ám, biên độ, tần số của các điểm ở khu vực đo, nếu điều kiện ngẫu hợp không đảm bảo được ổn định của biên độ đo, thì giá trị biên độ sóng không thể làm chỗ dựa cho thống kê.

- Tính toán giá trị phán đoán khác thường  $x_0(i)$ :

$$x_0(i) = m_x + \lambda_1(i).S_x \quad (2.41)$$

$$i = n, n - 1, n - 2, \dots$$

Trong đó:  $\lambda_1(i)$  - Tra theo bảng 2.8.

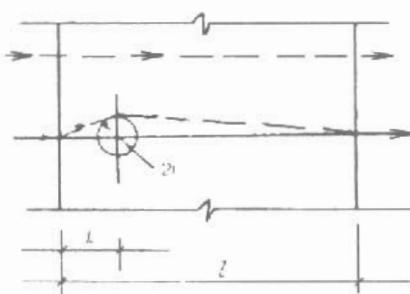
Bảng 2.8. Trị số thống kê của  $n$  và  $\lambda_1$  tương ứng

$n$	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\lambda_1$	1,47	1,53	1,59	1,64	1,69	1,73	1,77	1,80	1,83
$n$	32	34	36	38	40	42	44	46	48
$\lambda_1$	1,86	1,89	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,04
$n$	50	52	54	56	58	60	62	64	66
$\lambda_1$	2,05	2,07	2,09	2,10	2,12	2,13	2,14	2,155	2,17
$n$	68	70	74	78	80	84	88	90	95
$\lambda_1$	2,18	2,19	2,21	2,23	2,24	2,26	2,28	2,29	2,31
$n$	100	105	110	115	120	125	130	135	140
$\lambda_1$	2,32	2,34	2,36	2,38	2,40	2,41	2,42	2,43	2,45
$n$	145	150	155	160	170	180	190	200	210
$\lambda_1$	2,46	2,48	2,49	2,50	2,52	2,54	2,56	2,57	2,59

- Xác định trị số khác thường:

Một mặt dùng công thức (2.41) tính  $x_0(i)$ , một mặt so sánh  $x_0(i)$  với  $x_i$ , tìm giá trị  $i$  lớn nhất để khiến cho  $x_i < x_0(i)$ , thì  $x_i$  và các số xếp ở phía sau nó đều là các giá trị khác thường. Nếu  $x_n > x_0(n)$  có nghĩa là trong khu vực đo không tồn tại các giá trị khác thường.

4. Xác định khu vực không đặc đặc và phạm vi lỗ rộng



Hình 2.15. Đo kiểm tra lỗ rộng

Nếu số liệu một số điểm đo nào đó trong khu vực đo bị coi là các trị số khác thường, có thể kết hợp sự phân bố của các điểm khác thường và tình trạng hình sóng để xác định bên trong bê tông có tồn tại khu vực không đặc chắc hoặc phạm vi lỗ rỗng. Nếu một số điểm đo nào đó trong khu vực đo chỉ có biên độ sóng hoặc tần số có giá trị khác thường, thì bê tông ở trong khu vực những điểm đo này không đặc chắc. Nếu tốc độ âm và biên độ sóng của một số điểm đo nào đó trong vùng đo tồn tại trị số khác thường, thì có thể cho rằng bên trong bê tông của khu vực những điểm đo này tồn tại lỗ rỗng.

Có thể giả thiết một cách gần đúng các lỗ rỗng bên trong bê tông là hình cầu hoặc các “hình trụ tròn” mà trục của nó thẳng góc với phương truyền của sóng âm, đồng thời coi như xung quanh lỗ rỗng là bê tông bình thường, thì kích thước của lỗ rỗng có thể ước tính gần đúng.

Như hình 2.15, khoảng cách đo kiểm tra là  $l$ , khoảng cách vuông góc từ tim của lỗ rỗng (ở điểm đo mà thời gian truyền sóng dài nhất trên mặt đo kia) đến một mặt đo là  $t_h$ , giá trị bình quân của thời gian truyền sóng của sóng âm trong bê tông không có khuyết tật ở gần lỗ rỗng là  $m_{ta}$ , giá trị thời gian truyền sóng lớn nhất ở lỗ rỗng là  $t_h$ , như vậy bán kính lỗ rỗng  $r$  có thể lấy gần đúng theo bảng 2.9.

Nếu cấu kiện đo chỉ có một đôi mặt ngoài có thể đo, lúc này bán kính lỗ rỗng  $r$  tính theo công thức sau:

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{t_h}{m_{ta}}\right)^2 - 1} \quad (2.42)$$

Trong đó:  $r$  - Bán kính lỗ rỗng (mm);

$l$  - Khoảng cách giữa hai đầu đò (mm);

$t_h$  - Thời gian truyền âm lớn nhất ( $\mu s$ );

$m_{ta}$  - Thời gian truyền âm bình quân của khu vực không có khuyết tật ( $\mu s$ ).

### 2.2.2. Xác định vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ

Có hai cách đo kiểm tra vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ: một là lấy mẫu đo kiểm tra, hai là đo kiểm tra vị trí cốt thép bằng máy đo.

#### I. Đo kiểm tra bằng lấy mẫu

Đục bò một phần lớp bảo vệ trên cấu kiện bê tông, trực tiếp đo vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ. Phương pháp này gây tổn thương cục bộ cho cấu kiện bê tông, nói chung chỉ có thể đo kiểm tra với số lượng ít. Nếu muốn đo kiểm tra toàn diện vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ bê tông, cần dùng máy để đo.

#### II. Đo kiểm tra bằng máy xác định vị trí cốt thép

##### 1. Thiết bị

Xưởng thiết bị sóng siêu âm thành phố Sán Đầu và công ty điện khí liên hiệp III của Tỉnh Nam đều sản xuất máy xác định vị trí cốt thép. Hình 2.16 là máy xác định vị trí cốt thép và chiều dày lớp bảo vệ GBH-1 của xưởng thiết bị sóng siêu âm Sán Đầu sản xuất.

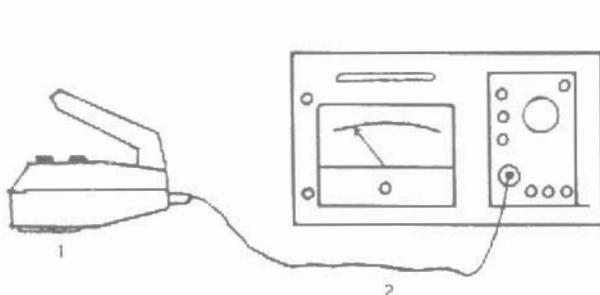
**Bảng 2.9. Giá trị so sánh giữa bán kính  $r$  của lỗ hổng và khoảng cách đo  $l$**

$y$	$x$	$z$	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
0,10 (0,9)	1,42	3,77	6,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,15 (0,85)	1,00	2,56	4,06	5,97	8,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2 (0,8)	0,78	2,02	3,18	4,62	6,36	8,44	10,9	13,9	-	-	-	-	-	-	-
0,25 (0,75)	0,67	1,72	2,69	3,90	5,34	7,03	8,98	11,2	13,8	16,8	-	-	-	-	-
0,3 (0,7)	0,60	1,53	2,40	3,46	4,73	6,21	7,91	9,38	12,0	14,4	17,1	-	-	-	-
0,35 (0,65)	0,55	1,41	2,21	3,19	4,35	5,70	7,25	9,00	10,9	13,1	15,5	18,1	21,0	23,6	-
0,4 (0,6)	0,52	1,34	2,09	3,02	4,12	5,39	6,84	8,48	10,3	12,3	14,5	16,9	19,6	-	-
0,45 (0,55)	0,50	1,30	2,03	2,92	3,99	5,22	6,62	8,20	9,95	11,9	14,0	16,3	18,8	-	-
0,5	0,50	1,28	2,00	2,89	3,94	5,16	6,55	8,11	9,84	11,8	13,3	16,1	18,6	-	-

*Ghi chú.* Trong bảng:  $y = (t_h - t_m)/t_n \times 100\%$ ;  $y = l_h/l_i$ ;  $z = r/l$ .

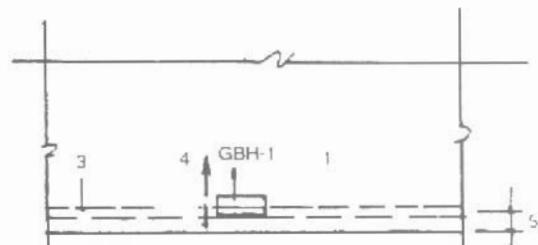
## 2. Xác định vị trí cốt thép

Nối tiếp vào nguồn điện của ắc quy, để chiều dài của đầu dò máy xác định vị trí cốt thép song song với hướng chiều dài của cốt thép, điều chỉnh về điểm không gạt cần do khoảng cách đến vị trí lớn nhất. Chuyển dịch đầu dò theo chiều ngang (thẳng góc với chiều cốt thép), vị trí kim của máy khi dao động lớn nhất dưới đầu dò là vị trí cốt thép. Cũng như vậy, chuyển dịch đầu dò dọc theo chiều của cốt thép, có thể kiểm tra số lượng và khoảng cách cốt dài.



**Hình 2.16. Máy đo vị trí cốt thép và  
chiều dây lớp bảo vệ GBH-1**

1. Đầu dò; 2. Máy đo; 3. Cốt thép; 4. Hướng di chuyển; 5. Chiều dây lớp bảo vệ.



**Hình 2.17. Đo chiều dây lớp  
bảo vệ cốt thép ở góc**

## 3. Xác định chiều dây lớp bảo vệ cốt thép

Sau khi xác định vị trí cốt thép, dựa theo đường kính và chủng loại cốt thép đánh dấu trên bản vẽ để điều chỉnh cần đo đường kính và chủng loại của máy, nối với nguồn điện, dựa theo yêu cầu điều chỉnh khoảng cách đo, đồng thời xoay nút để kim trở về số không, để đầu dò trên cốt thép định đo (cạnh dài của đầu dò song song với chiều dọc của cốt thép), trên đồng hồ có thể đọc được giá trị chiều dây lớp bảo vệ.

Phương pháp đơn giản đo chiều dây lớp bảo vệ cốt thép ở góc đầm là: đặt máy đo vị trí cốt thép ở mặt bên của đầm, theo phương pháp đã trình bày ở trên, xác định vị trí cốt thép ở góc, đồng thời ghi lại. Dùng thước thẳng đo khoảng cách từ chỗ đánh dấu đến dây đầm, đó chính là chiều dây lớp bảo vệ cốt thép. Sơ họa phương pháp đo như hình 2.17.

### 4. Phương pháp tổng hợp đo kiểm tra chiều dây lớp bảo vệ cốt thép

Phương pháp tổng hợp đo kiểm tra chiều dây lớp bảo vệ cốt thép là dùng máy đo do thông thường, dùng phương pháp lấy mẫu tiến hành chỉnh lít. Sai số giữa giá trị đo bằng máy và giá trị hiệu chỉnh không được lớn hơn 15% ( $a_{smáy}/a_{séchinh} = 0,85-1,15$ ).

#### 2.2.3. Đo kiểm tra mức độ ăn mòn cốt thép bên trong cấu kiện bê tông

Phương pháp đo kiểm tra mức độ ăn mòn cốt thép chủ yếu có:

- ① Phương pháp quan sát vết nứt;
- ② Phương pháp lấy mẫu đo kiểm tra;
- ③ Phương pháp điện thế tự nhiên.

##### 1. Phương pháp quan sát vết nứt

Bảng 2.10 cho biết tình hình cơ bản của trạng thái phá hoại của cấu kiện bê tông và tồn thắt tiết diện cốt thép, có thể là phán đoán bước đầu mức độ ăn mòn của cốt thép

Bảng 2.10. Tỉ lệ trạng thái phá huỷ cấu kiện bê tông với tổn thất tiết diện cốt thép

Trạng thái phá huỷ	Tỉ lệ tổn thất tiết diện cốt thép
Nứt không lộ cốt thép	0 ~ 1%
Nứt lộ cốt thép	0,5~10%
Lớp bảo vệ bị bong dởp cục bộ	5 ~20%
Lớp bảo vệ bị bong dởp toàn bộ	15 ~20%

**Ghi chú :** Trạng thái phá huỷ nêu ra trong bảng này chỉ là trường hợp xảy ra khi cấu kiện sử dụng lâu dài, vì phá huỷ cấu kiện do sự cố gây ra không thuộc vào phạm vi của bảng này.

Nếu cấu kiện bê tông có vết nứt dọc theo cốt thép, có thể dùng công thức sau tính mức độ ăn mòn cốt thép:

$$\lambda = 507e^{0,007a_s f_{cu}^{-0,09d^{-1,76}}} \quad (2.43a)$$

$(0 \leq \delta_t < 0,2\text{mm})$

$$\lambda = 332e^{0,008a_s f_{cu}^{-0,567d^{-1,102}}} \quad (2.43b)$$

$(0,2 \leq \delta_t \leq 0,4\text{mm})$

Trong đó:  $\lambda$  - Tỉ lệ tổn thất mặt cắt (%);

$a_s$  - Chiều dày lớp bảo vệ (mm);

$f_{cu}$  - Cường độ khối lập phương của bê tông (MPa);

$d$  - Đường kính cốt thép (mm);

$\delta_t$  - Chiều rộng vết nứt ăn mòn dọc theo cốt thép (mm).

### II. Phương pháp lấy mẫu đo kiểm tra

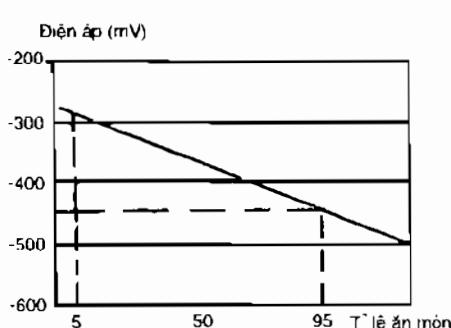
Chọn điểm lấy mẫu ở nơi lớp bảo vệ của cấu kiện bê tông bị nứt hoặc bị bong dởp và ở nơi lớp bảo vệ không có. Đục bỏ lớp bảo vệ, trực tiếp quan sát hiện trạng ăn mòn cốt thép. Phương pháp quan sát cụ thể là dùng thước kẹp đo đường kính cốt thép còn lại, chiều sâu, chiều dài hốc bị ăn mòn, và chiều dày lớp bị ăn mòn, dùng thước mềm đo chu vi còn lại của cốt thép. Trước khi đo đường kính và chu vi còn lại của cốt thép phải làm sạch giòi cốt thép, làm cho cốt thép lộ ra ánh kim loại.

Đồng thời cũng có thể cắt lấy mẫu cốt thép bị ăn mòn trên cấu kiện đưa đến phòng thí nghiệm đo mức độ ăn mòn của cốt thép. Phương pháp làm cụ thể là, đầu tiên làm phẳng đầu của mẫu lấy về (cưa phẳng, mài phẳng), dùng thước kẹp đo chiều dài thực tế của mẫu sau khi đã gọt gót (chính xác đến 0,02mm), làm sạch giòi bằng điện giải dung dịch NaOH. Cân mẫu đã làm sạch giòi, tỉ lệ giữa khối lượng cân được với khối lượng riêng của cốt thép là tỉ lệ mặt cắt còn lại của cốt thép. Nếu đã biết khối lượng cốt thép trước lúc giòi, nên lấy tỉ lệ giữa khối lượng cân được với khối lượng trước lúc giòi là tỉ lệ ăn mòn.

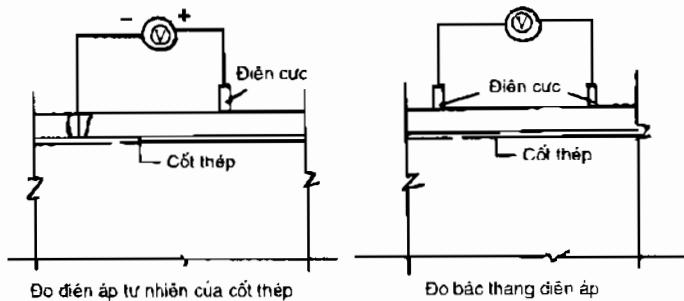
### III. Phương pháp điện thế tự nhiên

Cốt thép trong bê tông có tác động giữa mặt tiếp xúc với môi trường xung quanh, hình thành "hai lớp điện" đồng thời cuối cùng hình thành một điện thế ổn định (còn gọi là điện

thể tự nhiên). Độ lớn của điện thế phản ánh trạng thái nơi có cốt thép. Mỗi quan hệ điện thế tự nhiên của cốt thép với tỉ lệ ăn mòn của cốt thép như hình 2.18 (quan hệ này do R.F. Statfull đề xuất, chỉ để tham khảo khi ứng dụng trong thực tế).



Hình 2.18. Đường cong tỉ lệ điện thế- ăn mòn



Hình 2.19. Đo điện thế ở hiện trường

Hình 2.19 là sơ đồ đo tại hiện trường bằng phương pháp điện thế tự nhiên, điện trở trong vôn kế phải là  $10^7\text{--}10^{14}\Omega$ . Điện cực có thể dùng điện cực CuSO<sub>4</sub>, điện cực ca lô men, điện cực ôxit thuỷ ngân, điện cực ôxit molybdanium. Cốt thép bị lộ ra một phần phải mài sạch trước, đảm bảo tiếp xúc tốt.

Dựa vào điện thế tự nhiên đo được có thể xác định tình trạng ăn mòn của cốt thép. Bảng 2.11, bảng 2.12 và bảng 2.13 cho các tiêu chuẩn phán đoán của tổng viện luyện kim Trung Quốc, Mỹ và Nhật Bản.

Dùng phương pháp điện thế tự nhiên đo kiểm tra tình trạng ăn mòn của cốt thép thuận tiện, thiết bị đơn giản. Quá trình đo về cơ bản vẫn là không phá hoại. Nhưng, sự thay đổi điện thế của phương pháp điện thế tự nhiên chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố, cho nên chỉ có thể dùng phương pháp điện thế tự nhiên làm phán đoán sơ bộ.

Bảng 2.11. Tiêu chuẩn của tổng viện nghiên cứu xây dựng luyện kim

Điện thế của cốt thép trong bê tông	Tình trạng ăn mòn
0 ~ -250mV	Không bị ăn mòn
-250 ~ -400mV	Có khả năng bị ăn mòn
< -400mV	Bị ăn mòn

**Ghi chú:** Nếu hai điện cực cách nhau 20cm, nếu bậc của điện thế là 150~200mV nơi điện thế thấp phán đoán là bị ăn mòn.

Bảng 2.12. Tiêu chuẩn của nước Mỹ

Điện thế của cốt thép trong bê tông	Tình trạng ăn mòn
> 200mV	90% không bị ăn mòn
200 ~ 350mV	Không xác định
< 350mV	Ăn mòn 90%

**Ghi chú:** Điện cực là điện cực sunphat đồng bão hòa

Bảng 2.13. Tiêu chuẩn của Nhật Bản

Điện thế của cốt thép trong bê tông	Tình trạng ăn mòn
$> -300\text{mV}$	Không bị ăn mòn
Cực bộ $< -300\text{mV}$	Bị ăn mòn cực bộ
$< -300\text{mV}$	Ăn mòn toàn bộ

Ghi chú: Điện cực là điện cực sunphat đồng bão hòa

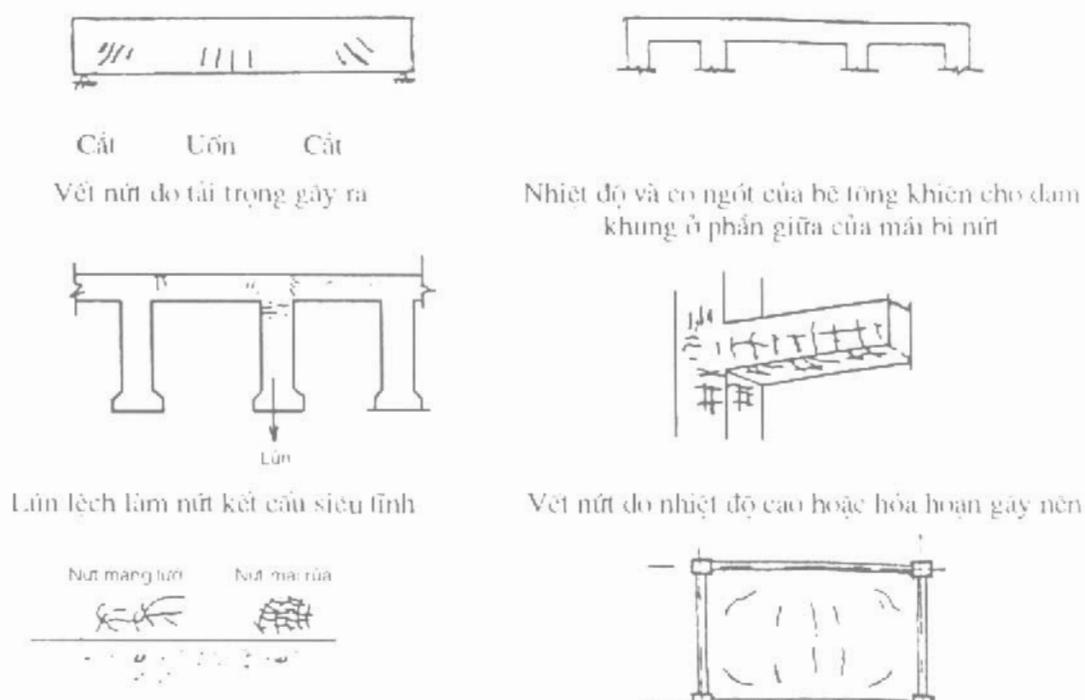
## 2.3. ĐO KIỂM TRA NÚT KẾT CẤU

### 2.3.1. Đo kiểm tra nút cầu kiện bê tông

#### 1. Điều tra và đo kiểm tra nút bê mặt cầu kiện bê tông

Đo kiểm tra nút cầu kiện bê tông, đầu tiên cần phải điều tra hình thức nút của bê mặt cầu kiện, từ đó có thể sơ bộ phân tích tính chất của vết nứt: nứt do chịu lực gây ra, do lún nén gây ra, do thi công không tốt gây ra, do động đất hoặc chấn động của thiết bị, vết nứt nhiệt độ, vết nứt co ngót hoặc vết nứt do tính ổn định của xi măng không tốt gây ra.

Hình 2.20 là một số hình thức vết nứt thường gặp của cầu kiện bê tông cốt thép. Cần phải chỉ ra rằng, vết nứt kết cầu thường do rất nhiều nhân tố dẫn đến, khi điều tra phải phản ánh một cách tường tận hình thức vết nứt.



Vết nứt mạng nhện trên bê mặt bê tông do hàn  
lượng bùn lớn trong cốt liệu gây ra hoặc vết nứt  
mai rùa do tính ổn định của xi măng kém

Hình 2.20. Những dạng vết nứt thường gặp

Vết nứt do tẩm đáy chịu lực gây nén

Phương pháp đo kiểm tra vết nứt bề mặt của cấu kiện bê tông là dùng thước thép đo chiều dài vết nứt, dùng kính phóng đại có khắc độ, thước cẩm hoặc kẹp so sánh độ rộng vết nứt để đo chiều rộng khe nứt; bố trí điểm quan sát khe nứt để quan sát tình hình phát triển của vết nứt. Vẽ bản vẽ triển khai vết nứt bề mặt cấu kiện và ghi chép vị trí, hình thức, số lượng, hướng phát triển, độ dài, độ rộng của vết nứt và thời gian phát triển của vết nứt, tình hình phát triển của vết nứt. Hình 2.21 là bản vẽ triển khai vết nứt của đầm bê tông.

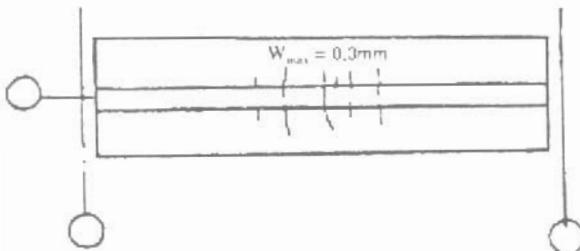
## II. Đo kiểm tra chiều sâu vết nứt bê tông

Chiều sâu vết nứt của bê tông chủ yếu là dùng phương pháp sóng siêu âm do ngang để đo kiểm tra. Đòi hỏi cấu kiện đo phải có ít nhất một bề mặt có thể đo. Thiết bị đo kiểm tra chiều sâu vết nứt bằng sóng siêu âm và phương pháp đo các tham số âm học giống như đã trình bày ở mục 2.2.

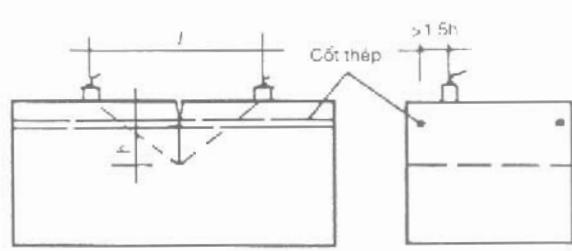
Yêu cầu cụ thể của phương pháp sóng siêu âm kiểm tra chiều sâu vết nứt như sau:

- Đòi hỏi trong vết nứt đo kiểm tra không được có nước hoặc vữa;

- Nếu cốt thép chủ xuyên qua vết nứt mà dây nối hai đầu dò có thể song song, đầu dò nên tránh cốt thép. Khoảng cách tránh cốt thép phải lớn hơn 1,5 lần chiều sâu vết nứt dự tính (hình 2.22).



Hình 2.21. Hình triển khai vết nứt của đầm



Hình 2.22. Loại bỏ ảnh hưởng của cốt thép khi đo kiểm tra chiều sâu vết nứt

### 1. Đo kiểm tra chiều sâu vết nứt thẳng đứng

- Đo thời gian truyền sóng không đi qua vết nứt

Đặt hai đầu dò cùng ở về một phía vết nứt, lấy khoảng cách mép trong của hai đầu dò  $l_i$ , làm chuẩn, lấy  $\bar{l}_i = 100, 150, 200, 250\text{mm}, \dots$  lần lượt đọc giá trị thời gian truyền sóng  $t_i$ , vẽ đồ thị tần số thời gian-khoảng cách (hình 2.23), tính toán khoảng cách truyền sóng thực tế của điểm đo:

$$l_i = \bar{l}_i + a \quad (2.44)$$

Trong đó:  $l_i$  - Khoảng cách truyền sóng thực tế sóng siêu âm của điểm  $i$ ;

$\bar{l}_i$  - Khoảng cách mép trong hai đầu dò của điểm  $i$  (mm);

$a$  - Hằng số, tìm được trên đồ thị “thời gian-khoảng cách” (mm).

- Đo thời gian truyền sóng vượt qua vết nứt

Như hình 2.44, hai đầu dò đối xứng qua vết nứt, lấy  $t_i = 100, 150, 200, 300\text{mm}, \dots$  lần lượt đọc giá trị thời gian truyền sóng  $t_i^0$ .

- Tính toán chiều sâu vết nứt:

$$d_{ci} = \frac{t_i}{2} \sqrt{\left(\frac{t_i^0}{t_i}\right)^2 - 1} \quad (2.45)$$

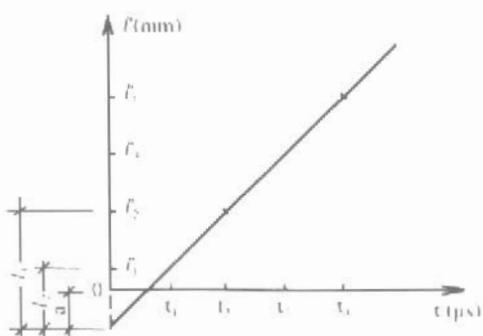
Trong đó:  $d_{ci}$  - Chiều sâu vết nứt (mm);

$t_i, t_i^0$  - Lần lượt là giá trị thời gian truyền sóng không vượt qua vết nứt và vượt qua vết nứt khi khoảng cách đo là  $t_i$  ( $\mu\text{s}$ );

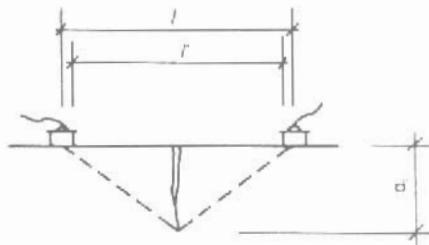
$t_i$  - Khoảng cách truyền sóng siêu âm lần thứ  $i$  khi đo ngang không vượt qua vết nứt (mm).

Thu được giá trị bình quân của  $d_{ci}$  với các khoảng cách đo khác nhau làm giá trị chiều sâu của vết nứt đó ( $d_c$ ), nếu giá trị  $d_c$  thu được lớn hơn  $t_i$  nào đó, thì phải loại bỏ  $d_{ci}$  tương ứng đổi với  $t_i$ , tính lại  $d_c$ .

Phương pháp này phù hợp với việc đo kiểm tra vết nứt bê tông có chiều sâu dưới  $500\text{mm}$ .



Hình 2.23. Đồ thị “thời gian-khoảng cách”  
đo ngang



Hình 2.24. Đo vượt qua vết nứt

## 2. Đo kiểm tra vết nứt xiên của bê tông

Đo kiểm tra vết nứt xiên của bê tông bao gồm đo kiểm tra hướng và chiều sâu vết nứt.

- Xác định tốc độ sóng  $V_c$  của sóng âm đo ngang của bê tông vùng không nứt:

Đo theo phương pháp đã trình bày ở trên, sau đó vẽ đồ thị thời gian-khoảng cách (hình 2.23). Tính toán độ nghiêng của đường thẳng trong hình vẽ, đó chính là tốc độ truyền của sóng âm trong bê tông không bị nứt  $V_c$ .

- Phân đoán hướng của vết nứt xiên:

Như hình 2.25, đặt một đầu dò ở A về một phía của vết nứt, đầu dò kia đặt ở B gần vết nứt ở phía bên kia vết nứt. Đo thời gian truyền của sóng âm. Sau đó chuyển đầu dò ở B đến

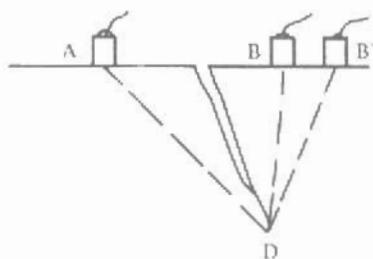
$B'$  theo hướng xa vết nứt hơn, nếu thời gian truyền giảm đi, thì chiều vết nứt nghiêng theo hướng dịch chuyển của đầu dò, ngược lại, chiều vết nứt nghiêng theo hướng dịch chuyển ngược lại của đầu dò.

- Đo kiểm tra chiều sâu vết nứt xiên:

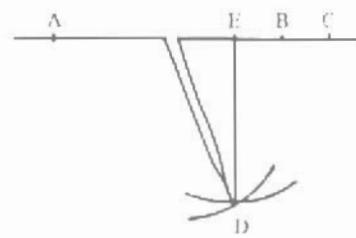
Chiều sâu vết nứt xiên xác định bằng phương pháp kết hợp đo thí nghiệm và vẽ.

Hai kết quả khi xác định hướng của vết nứt là nhóm số liệu thứ nhất, vẽ trên giấy có toạ độ. Cách vẽ là: đầu tiên đánh dấu vị trí của đầu dò và vị trí vết nứt mặt ngoài của bê tông theo tỉ lệ trên giấy có toạ độ. Lấy vị trí  $A, B$  của đầu dò do lần thứ nhất làm điểm gốc, lấy  $t_1$  và  $V_1$  làm tổng của hai đường kính động vẽ một hình e lấp, tiếp đó lấy vị trí  $A, B'$  của đầu dò do lần thứ hai làm điểm gốc, lấy  $t_2$  và  $V_2$  làm tổng của hai đường kính động vẽ thêm một hình e lấp. Giao điểm  $D$  của đường e lấp này là đầu cuối  $D$  của vết nứt. Khoảng cách  $DE$  từ đầu cuối đến bê mặt của cấu kiện là trị số chiều sâu của vết nứt  $h$ . Kéo dài khoảng cách  $AB$ ,  $AB'$ , theo phương pháp trên do và vẽ lại có thể được một trị số chiều sâu vết nứt. Lặp lại quá trình nói ở trên có thể thu được  $n$  nhóm số liệu và được  $n$  trị số chiều sâu vết nứt, loại bỏ trường hợp khoảng cách giữa các đầu dò nhỏ hơn trị số chiều sâu vết nứt, lấy giá trị bình quân chiều sâu vết nứt còn lại (không ít hơn 2) làm kết quả đo kiểm tra (hình 2.26).

Phương pháp này phù hợp đo kiểm tra vết nứt bê tông có độ sâu trong phạm vi 500mm.



Hình 2.25. Đo kiểm tra hướng xiên của vết nứt



Hình 2.26. Xác định điểm đỉnh của vết nứt

### 3. Đo kiểm tra vết nứt sâu

Nếu dự tính chiều sâu vết nứt lớn hơn 500mm, phải dùng phương pháp ở mục này để đo kiểm tra độ sâu vết nứt.

Đo kiểm tra vết nứt sâu nên dùng đầu dò dạng chấn động tần số 20–40kHz, đồng thời đánh dấu theo các khoảng cách bằng nhau 100–500mm trên dây dẫn. Phương pháp đo cụ thể như sau:

- Hai bên vết nứt sâu của kết cấu bị đo khoan hai lỗ đo thí nghiệm (hình 2.27);
- + Khoảng cách giữa hai lỗ đo thí nghiệm là 200mm;
- + Đường kính lỗ lớn hơn đường kính đầu dò 5–10mm, chiều sâu lỗ khoan phải lớn hơn chiều sâu dự tính của vết nứt ít nhất là 70mm. Nếu chiều sâu lỗ đo nồng hơn chiều sâu thực tế của vết nứt phải tăng thêm chiều sâu lỗ khoan;

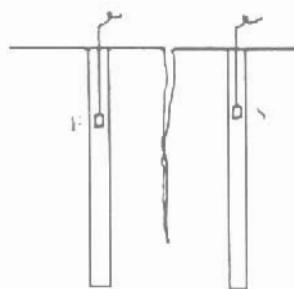
+ Hai lỗ khoan tương ứng này phải đảm bảo luôn luôn ở hai phía của vết nứt đồng thời trục của chúng phải song song;

- Đo và đọc các tham số âm học:

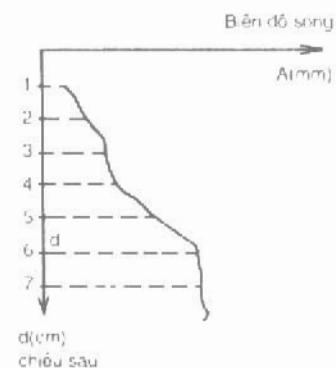
Cho dây nước sạch sau khi rửa sạch lỗ khoan. Lần lượt đưa hai đầu dò vào hai lỗ khoan, đưa xuống đảm bảo cùng cao độ và cùng khoảng cách, đo và đọc giá trị biên độ của sóng siêu âm theo từng điểm và ghi chiều sâu của đầu dò.

- Phán đoán chiều sâu vết nứt:

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa chiều sâu đầu dò ( $d$ ) và giá trị biên độ sóng tương ứng ( $A$ ) (hình 2.28). Nếu biên độ sóng lớn nhất, mà cơ bản ổn định, chiều sâu của lỗ tương ứng chính là chiều sâu vết nứt  $d_c$ .



Hình 2.27. Đo kiểm tra vết nứt sìn



Hình 2.28. Biểu đồ quan hệ chiều sâu vết nứt và biên độ sóng

### 2.3.2. Đo kiểm tra vết nứt kết cấu khói xay

Vết nứt xuất hiện trên kết cấu khói xay nói chung đều rộng, phương pháp kiểm tra tương đối đơn giản. Nhưng nguyên nhân sinh ra vết nứt của kết cấu khói xay có rất nhiều, khi đo kiểm tra phải dựa vào hướng và vị trí của vết nứt để sơ bộ xác định nguyên nhân sinh ra vết nứt.

Phương pháp đo kiểm tra cụ thể là: ghi lại vị trí, số lượng, hướng đi của vết nứt; dùng thước thép đo chiều dài vết nứt; dùng kẹp tỉ lệ hoặc thước cài để đo chiều rộng vết nứt. Một điểm quan trọng là phải vẽ được sơ đồ triển khai vết nứt, đánh dấu cẩn thận kết quả đo kiểm tra trên bản vẽ triển khai. Ngoài ra, phần lớn vết nứt của khói xay là phát triển và thay đổi, phải chú ý quan trắc và xác định quy luật phát triển và thay đổi của vết nứt cùng những nhân tố ảnh hưởng.

### 2.3.3. Đo kiểm tra vết nứt và mối hàn của kết cấu thép

#### 1. Đo kiểm tra vết nứt của kết cấu thép

Sự hình thành vết nứt của kết cấu thép có liên quan đến hình thức của kết cấu thép, do đó, khi kiểm tra vết nứt của kết cấu thép, đầu tiên phải kiểm tra chung bên ngoài đối với các kết cấu hoài nghi. Trên cơ sở kiểm tra chung phát hiện vết nứt mới tiến hành đo kiểm tra cụ thể.

- Trên bản thép phát hiện vết nứt vỡ lối ô vuông, dùng kính lúp phóng đại không nhỏ hơn 10 lần, lần lượt từng ô tìm vết nứt, ghi lại vị trí vết nứt. Sau đó dùng kính lúp có khắc kích thước để chiều rộng vết nứt.

- Ở những khu vực chịu lực quan trọng dùng máy thám dò khuyết tật siêu âm có đầu dò có áp lực nước, để đo kiểm tra bên trong kết cấu thép có những vết nứt nhỏ hay không.

## II Đo kiểm tra chất lượng mối hàn kết cấu thép

Đo kiểm tra chất lượng mối hàn kết cấu thép có thể chia thành hai loại: đo kiểm tra thông thường và đo kiểm tra bằng máy. Đo kiểm tra thông thường có thể xác định một cách sơ bộ tình trạng cơ bản của mối hàn; đo kiểm tra bằng máy có thể đo tương đối chính xác chất lượng mối hàn của kết cấu thép.

### 1. Đo kiểm tra thông thường

#### - Đo kiểm tra bên ngoài:

Vệ sinh hết vết hàn trên mối hàn của kết cấu thép, sau đó dùng kính lúp phóng đại 10 lần kiểm tra chất lượng bên ngoài của mối hàn, quan sát và ghi lại tình trạng mép mối hàn, các vết gợn, bỏ sót trên bề mặt mối hàn và các vết lõm, hở khí, xỉ và vết rạn nứt.

#### - Đo kiểm tra kích thước:

Dùng tăm mẫu đo mối hàn hoặc thước đo kích thước mối hàn, ghi lại kết quả đo.

#### - Khoan lỗ đo kiểm tra:

Thông qua đo kiểm tra bên ngoài và đo kiểm tra kích thước, sau khi xác định mối hàn kết cấu thép có vấn đề chất lượng hoặc có điểm hoài nghi, có thể dùng máy khoan khoan lỗ trên mối hàn, vừa khoan vừa quan sát bên trong mối hàn có hở khí, xỉ, hàn chưa thấu và rạn nứt hay không. Nói chung đường kính mũi khoan là Ø8~Ø12. Chiều sâu lỗ khoan xác định theo phương thức hàn: Chiều sâu lỗ khoan mối hàn đổi đầu bằng 2/3 chiều dày chi tiết hàn; chiều sâu lỗ khoan mối hàn nối góc bằng 1~1,5 lần chiều dày chi tiết hàn.

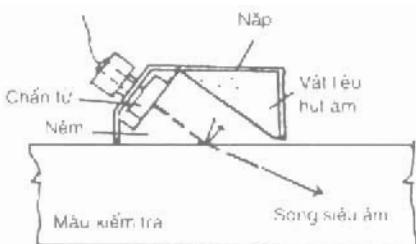
### 2. Đo kiểm tra bằng máy

#### - Đo kiểm tra chất lượng mối hàn bằng phương pháp siêu âm:

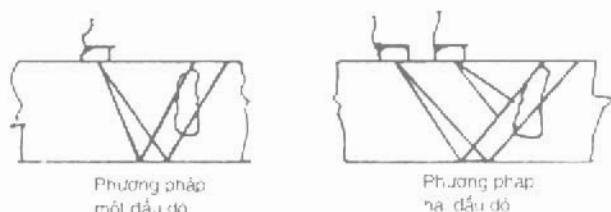
Dùng máy đo kiểm tra sóng siêu âm kim loại, tần số của đầu dò là 1~5MHz. Yêu cầu về máy và phương pháp đo kiểm tra trình bày trong “Quy định điều kiện kí thuật thám dò khuyết tật bằng sóng siêu âm đối với mối hàn của bình tiếp chịu áp lực” (tiêu chuẩn của Bộ công nghiệp cơ khí).

Đo kiểm tra chất lượng mối hàn bằng phương pháp sóng siêu âm chủ yếu dùng phương pháp thám dò vết thương góc nghiêng, nghĩa là phương pháp thám dò vết thương lợi dụng sóng siêu âm truyền dọc theo một góc nghiêng nhất định đối với mặt thám dò. Để góc của sóng vào có thể nghiêng một góc với mặt thám dò vết thương có thể dùng đầu dò xiên (hình 2.29). Đầu dò xiên cấu tạo bởi nêm nhựa cứng và dán trên đó một chấn tử. Sóng dọc do chấn tử sinh ra đi qua nêm đến mặt thám dò vết thương, sau khi khắc xạ đi vào trong cấu kiện thí nghiệm biến thành sóng ngang.

Thám dò vết thương góc nghiêng có thể chia thành phương pháp đầu dò đơn và phương pháp đầu dò kép (hình 2.30).



Hình 2.29: Đáy dò xiên



Hình 2.30: Phương pháp thăm dò vết thương

### - Phương pháp thăm dò vết thương bằng tia

Phương pháp thăm dò vết thương bằng tia là phương pháp thường dùng nhất trong đo kiểm tra mối hàn, chủ yếu chia thành hai loại: phương pháp thăm dò mối hàn bằng tia x và tia γ. Phương pháp trước dùng cho các mối hàn có chiều dày không lớn hơn 30mm, phương pháp sau dùng cho các mối hàn có chiều dày lớn hơn 30mm. Phương pháp và yêu cầu chất lượng mối hàn dùng các tia thăm dò vết thương có thể xem trong cuốn "Thăm dò vết thương bằng các tia" (nhà xuất bản Lao động nhân sự 1989).

## 2.4. QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC

### 2.4.1. Quan trắc nghiêng của công trình kiến trúc

Chọn góc lồi của công trình cần quan trắc nghiêng làm điểm quan trắc. Trong trường hợp bình thường đều phải tiến hành quan trắc nghiêng đối với cả bốn góc, tổng hợp phân tích mới có thể phản ánh tình trạng nghiêng của ngôi nhà.

#### 1. Phương pháp quan trắc nghiêng

##### 1. Máy móc cần dùng

Máy móc chủ yếu dùng để quan trắc nghiêng của công trình là máy kính vi.

##### 2. Xác định vị trí của máy kính vi

Vị trí máy kính vi như hình 2.31, trong đó đòi hỏi khoảng cách  $l$  từ máy kính vi đến công trình phải lớn hơn chiều cao công trình.

##### 3. Đo đạc các số liệu nghiêng

Như hình 2.32, ngắm chuẩn một điểm  $M$  trên đầu tường, chiếu xuống phía dưới được điểm  $N$ , sau đó đo khoảng cách ngang  $a$  giữa  $NN'$ . Ngoài ra, lấy  $M$  làm điểm chuẩn, dùng máy kính vi đo góc  $\alpha$ .

##### 4. Chỉnh lí kết quả

Dựa vào góc đứng  $\alpha$  có thể tính được cao độ theo công thức sau:

$$H = l \cdot \text{tg} \alpha \quad (2.46)$$

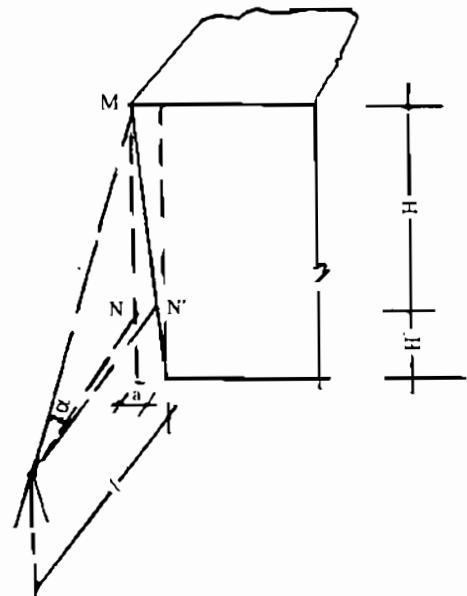
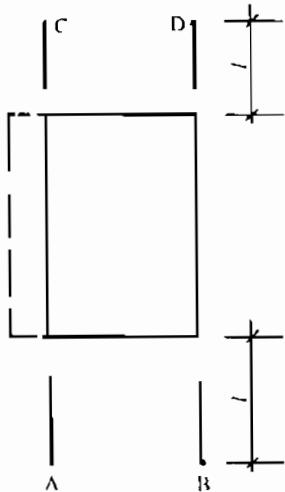
Độ nghiêng của công trình là:

$$i = a/H \quad (2.47)$$

Mức độ nghiêng của góc công trình  $\bar{a}$ :

$$\bar{a} = i.(H + H') \quad (2.48)$$

Cuối cùng, phân tích tổng hợp độ nghiêng của bốn góc, có thể vẽ tình trạng nghiêng của toàn bộ công trình kiến trúc.



**Hình 2.31.** Quan trắc độ nghiêng của công trình

- Công trình cũ
- - - Công trình sau khi bị nghiêng

**Hình 2.32.** Phương pháp đo

#### 2.4.2. Đo biến dạng cầu kiện kết cấu

Đo biến dạng cầu kiện kết cấu nói ở đây, chủ yếu là chỉ đo biến dạng đã có của đầm sàn. Nếu biến dạng của kết cấu đầm sàn đang phát triển, phải dùng phương pháp trình bày ở mục 2.5; với biến dạng của cột, tường có thể dùng phương pháp đã nêu ở trên để đo.

Một trong những phương pháp đo biến dạng giữa nhịp của cầu kiện đầm sàn là giữa các gối đỡ của kết cấu đầm sàn kéo căng một sợi thép nhỏ hoặc dây đàn, đo khoảng cách giữa sợi thép hoặc dây đàn với cầu kiện ở giữa nhịp của đầm sàn, khoảng cách này là biến dạng giữa nhịp của cầu kiện.

Một phương pháp khác đo biến dạng của cầu kiện đầm sàn là dùng máy thuỷ chuẩn. Lần lượt đặt mía thẳng góc với gối và giữa nhịp của đầm sàn, dùng máy thuỷ chuẩn đọc số trên mía khi đo cùng một cao độ, dựa vào chênh lệch của số đọc ở gối và giữa nhịp có thể thu được giá trị biến dạng ở giữa nhịp của cầu kiện đầm sàn.

#### 2.4.3. Quan trắc lún công trình kiến trúc

Quan trắc lún của công trình kiến trúc bao gồm: quan trắc lâu dài của công trình kiến trúc và đo kiểm tra lún không đều tại hiện trường của công trình.

## I. Quan trắc lún lâu dài của công trình kiến trúc

Để nắm chắc tình trạng lún trong quá trình thi công của công trình quan trọng hoặc công trình trên nền đất yếu, cùng với giai đoạn đầu sử dụng, kịp thời phát hiện hiện tượng lún của công trình có nguy hiểm không, để dùng biện pháp đảm bảo chất lượng công trình và an toàn công trình, trong một thời gian nhất định, cần phải tiến hành quan trắc lún liên tục đối với công trình.

### 1. Máy móc sử dụng

Máy móc chủ yếu dùng để quan sát lún của công trình là máy thuỷ chuẩn.

### 2. Bố trí điểm thuỷ chuẩn

Chọn ba chỗ bố trí điểm thuỷ chuẩn ở gần công trình, yêu cầu chọn điểm bố trí thuỷ chuẩn là: ① Cao trình của điểm thuỷ chuẩn không được thay đổi (bảo đảm tính ổn định của điểm thuỷ chuẩn); ② Quan trắc thuận lợi; ③ Không chịu ảnh hưởng lún của công trình; ④ Chiều sâu chôn ít nhất dưới mức nước đóng băng 0,50m.

### 3. Bố trí điểm quan trắc

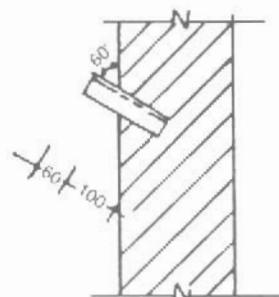
Số lượng và vị trí điểm quan trắc phải phản ánh một cách toàn diện tình trạng lún của công trình. Nói chung đọc theo xung quanh công trình cách 15~30m bố trí một điểm, số lượng không được ít hơn 6. Ngoài ra, ở những nơi hình thức móng và điều kiện địa chất thay đổi hoặc ở nơi tải trọng tương đối lớn cũng cần bố trí điểm quan trắc. Điểm quan trắc để quan trắc lún công trình thường bố trí trên tường, làm bằng thép góc (hình 2.33).

### 4. Đọc số đo và chỉnh lí

Đo thuỷ chuẩn dùng phương pháp khép kín. Để đảm bảo độ chính xác đo đặc nên dùng thuỷ chuẩn cấp II. Trong quá trình quan trắc cần phải làm được: cố định dụng cụ đo đặc, cố định nhân viên. Trước khi quan trắc phải hiệu chỉnh máy một cách cẩn thận.

Quan trắc lún thường bắt đầu sau khi tăng tải trọng (công trình xây mới) hoặc phát hiện độ lún của công trình tăng (công trình đã sử dụng). Khi quan trắc phải ghi chép theo các tài liệu về khí tượng. Số lần và thời gian quan trắc phải dựa vào tình hình cụ thể để xác định. Trong trường hợp chung, với công trình xây mới, công trình dân dụng mỗi khi thi công xong một tầng (bao gồm cả tầng ngầm) phải quan trắc một lần; công trình công nghiệp dựa theo giai đoạn tải trọng khác nhau chia số lần quan trắc, nhưng số lần quan trắc trong thời gian thi công không được ít hơn 4 lần. Với công trình đã sử dụng thì dựa vào độ lớn lún của mỗi lần xác định số lần quan trắc. Nói chung lấy độ lún khoảng 5~10mm làm giới hạn. Nếu phát hiện lún tương đối nhanh, phải tăng số lần quan trắc, khi độ lún giảm xuống thì dần dần kéo dài khoảng thời gian quan trắc lún, cho đến khi lún ổn định thì ngừng.

Số liệu đọc là dùng máy thuỷ chuẩn và mía đọc được cao trình của các điểm quan trắc. Khoảng cách giữa máy thuỷ chuẩn và mía là 20~30m. Khoảng cách máy thuỷ chuẩn cách



Hình 2.33. Điểm quan trắc lún

mía trước, sau nên bằng nhau (tốt nhất dùng một mía). Quan trắc phải tiến hành khi rõ ràng, ổn định, sau khi đọc xong các điểm quan trắc, phải quay lại đo điểm sau, chênh lệch số đọc của hai lần cùng điểm đo sau phải nhỏ hơn  $\pm 1\text{mm}$ . Ghi kết quả quan trắc vào bảng ghi quan trắc lún, đồng thời tính toán độ lún và độ lún cộng dồn của các điểm quan trắc ngay trên bảng, vẽ đường cong thời gian-tải trọng-degree lún (sơ họa như hình 2.34).

## II. Quan trắc lún không đều của công trình

Bằng phương pháp nêu ở trên tính độ chênh lệch lún của các điểm quan trắc, có thể thu được tình trạng lún không đều của công trình. Nhưng, khi kiểm tra thực tế sự cố công trình, nếu lún không đều của công trình đã hình thành, thì phải đo kiểm tra tình trạng lún không đều của công trình ngay lúc đó.

### 1. Chọn điểm quan trắc

Khi tiến hành điều tra hiện trường đối với công trình thực tế, do đã xảy ra lún không đều, có thể tìm hiểu bước đầu tình trạng lún không đều của công trình. Do đó, điểm quan trắc phải bố trí ở gốc lồi của công trình và nơi lún lớn nhất, đào lớp đất lấp để lộ ra mặt trên của móng công trình.

### 2. Bố trí máy và đọc, chỉnh lí số liệu

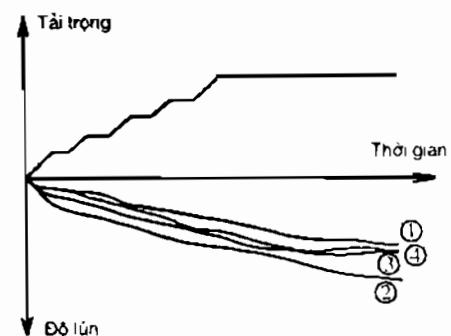
Dùng máy thuỷ chuẩn và mía. Máy thuỷ chuẩn bố trí ở nơi cách đều hai điểm quan trắc, đặt mía vào điểm quan trắc (mặt trên móng), từ máy thuỷ chuẩn đọc được số đọc trên cùng một mặt ngang, từ đó có thể tính độ chênh lún của hai điểm quan trắc. Cũng như vậy có thể đo được độ chênh lún của hai điểm với nhau cho tất cả các điểm quan trắc, tổng hợp chỉnh lí có thể thu được tình hình lún không đều lúc đó của công trình.

## 2.5. THÍ NGHIỆM TÍNH NĂNG KẾT CẤU

Thí nghiệm tính năng kết cấu nói ở mục này là chỉ những thí nghiệm tải trọng thông qua giài tải thí nghiệm, biến dạng, nứt của kết cấu thí nghiệm để đánh giá sức chịu tải của kết cấu hoặc khả năng biến dạng. Nói một cách cụ thể, có thể chia thành thí nghiệm tải trọng hiện trường và thí nghiệm tải trọng tối hạn. Do đó, đối với sức chịu tải của kết cấu hoặc khả năng biến dạng có hoài nghi, hoặc đo công năng sử dụng (tải trọng) của kết cấu có thay đổi, hoặc kết cấu có khuyết tật sau khi gia cố, thông thường cần phải tiến hành thí nghiệm tính năng kết cấu.

### 2.5.1. Thí nghiệm tải trọng hiện trường

Thí nghiệm tải trọng hiện trường có thể chia thành thí nghiệm cấu kiện độc lập và thí nghiệm hệ thống kết cấu cùng tác động. Khi thí nghiệm cấu kiện độc lập phải cố gắng tách chúng ra. Thí nghiệm tải trọng hiện trường dùng vật nặng, nước hoặc áp lực lỏng gia tải. Thường dùng là hai loại trên.

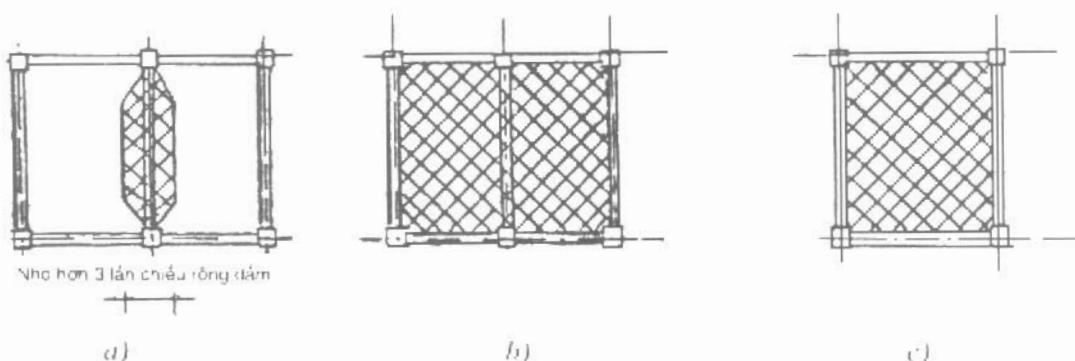


**Hình 2.34. Đường cong thời gian - tải trọng - độ lún**

## I. Chuẩn bị cấu kiện thí nghiệm

Tuổi bê tông cấu kiện bị thí nghiệm hiện trường không được ít hơn 28 ngày. Chọn cấu kiện và bộ phận kết cấu thí nghiệm, quyết định ở yêu cầu thí nghiệm hiện trường, tính quan trọng tương đối của cấu kiện, tính chất tải trọng ở các bộ phận khác nhau trên kết cấu và độ tin cậy của bộ phận kết cấu chống đỡ cấu kiện thí nghiệm. Chọn cấu kiện thí nghiệm thông thường phải nhờ phương pháp thí nghiệm không phá hoại và kiểm tra bên ngoài, xác định cấu kiện yếu và bộ phận yếu.

1. Cấu kiện bị thí nghiệm phải cố gắng tách rời với cấu kiện bên cạnh, thông thường có thể dùng phương pháp cắt để tách ra. Tuy nhiên, dùng phương pháp này chi phí rất cao, thao tác phiền phức, mà trong rất nhiều trường hợp công tác khôi phục sau khi thí nghiệm rất khó khăn. Đối với kết cấu sàn rỗng ứng suất trước, có thể dùng phương pháp đục bỏ bê tông giữa khe tám để tách rời. Nếu tách rời cấu kiện bị thí nghiệm có khó khăn có thể bố trí tải trọng như phương thức hình 2.35.



a). Thí nghiệm dầm riêng biệt    b). Thí nghiệm dầm sàn đồng thời    c). Thí nghiệm sàn riêng biệt

Hình 2.35. Phương thức bố trí tải trọng

2. Phải xem xét độ tin cậy của gối đỡ cấu kiện bị thí nghiệm để đảm bảo tính chuẩn xác của kết quả thí nghiệm và độ an toàn trong quá trình thí nghiệm.

3. Lắp dựng cây chống an toàn, để đảm bảo cấu kiện bị thí nghiệm khi xảy ra bị phá hoại bất ngờ, an toàn cho con người và thiết bị thí nghiệm. Chiều cao lắp dựng cây chống phải đảm bảo nếu cấu kiện biến dạng sập đổ có thể kịp thời chống đỡ, trong quá trình thí nghiệm bình thường không cản trở biến dạng tự do của cấu kiện thí nghiệm. Chống đỡ còn phải có đủ khả năng chịu tải, đòi hỏi phải chịu được trọng lượng của cấu kiện có thể bị sập đổ và toàn bộ tải trọng thí nghiệm.

## II. Mô hình và bộ trù

Thí nghiệm tải trọng hiện trường chủ yếu là đo biến dạng và quan sát nứt. Máy thường dùng để đo biến dạng là đồng hồ bách phân hoặc thiên phân, quan sát vết nứt có thể dùng kính lúp có khắc kích thước hoặc thước kẹp vết nứt. Đồng hồ bách phân (hoặc thiên phân) bố trí ở gối đỡ và giữa nhịp, đồng thời cố định ở một gối cứng độc lập. Nếu dùng giàn giáo để cố định đồng hồ bách phân (hoặc thiên phân), phải tìm biện pháp, đảm bảo nhân viên đỡ đặc sau khi đứng trên giàn giáo không ảnh hưởng tới việc đọc số của đồng hồ. Lựa chọn

khoảng đo của đồng hồ bách phân phải dựa vào dự tính biến dạng cấu kiện để xác định. Tránh trong quá trình thí nghiệm phải đổi đồng hồ. Lắp đặt đồng hồ bách phân (hoặc thiên phân) phải thuận tiện cho nhân viên đo đặc đọc số, đồng thời trong quá trình thí nghiệm cố gắng làm cho đồng hồ ít bị nhiễu nhất. Nếu cấu kiện biến dạng quá lớn, mà đồng hồ thông thường không đo được, có thể để một thước ngầm cố định trên cấu kiện thí nghiệm, dùng máy thuỷ chuẩn tiến hành kiểm tra. Nhưng độ chính xác của phương pháp này tương đối kém ( $\pm 1,5\text{mm}$ ).

### III. Tải trọng thí nghiệm và phân cấp tải trọng

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng thí nghiệm tính theo công thức sau:

$$Q_s = G_k + Q_k \quad (2.49)$$

Trong đó:

$G_k$  - Giá trị tiêu chuẩn tải trọng thí nghiệm (giá trị kiểm nghiệm tải trọng thời gian ngắn sử dụng bình thường);

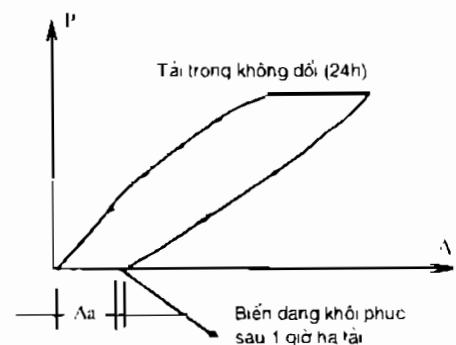
$Q_k$  - Giá trị tiêu chuẩn tải trọng thường xuyên (bao gồm trọng lượng bản thân);

$Q_k$  - Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng thay đổi.

Tải trọng phải phân cấp gia tải, mỗi cấp tải trọng bằng  $0,2Q_s$ . Sau mỗi cấp gia tải giữ tải 15 phút. Trong thời gian giữ tải phải quan sát cẩn thận đồng thời ghi chép tình trạng xuất hiện và mở rộng vết nứt. Sau khi kết thúc thời gian giữ tải, quan sát và ghi chép giá trị biến dạng của cấu kiện. Sau khi giàn tải đến giá trị  $Q_s$ , giữ tải liên tục 24h (tải trọng không đổi), quan sát nứt và tình hình biến dạng. Sau đó hạ tải vẫn theo cấp  $0,2Q_s$ , đồng thời vẫn cần quan trắc tình hình biến dạng và vết nứt.

### IV. Phân tích kết quả thí nghiệm và đánh giá

Kết quả thí nghiệm tải trọng hiện trường có thể dùng đường cong tải trọng-biến dạng để phản ánh. Thông qua phân tích đường cong tải trọng-biến dạng có thể thu được tư liệu rất có giá trị về tính chất cơ bản của cấu kiện thí nghiệm. Hình 2.36 là đường cong tải trọng-biến dạng của một thanh dầm. Từ đường cong trên hình vẽ có thể thấy rằng, cấu kiện thí nghiệm ở giai đoạn tải trọng không đổi có hiệu ứng từ biến, giai đoạn hạ tải phản ánh đặc trưng lực hồi phục. Do lực hồi phục của cấu kiện thí nghiệm không thể đạt ngay được, do đó giai đoạn tải trọng không đổi xuất hiện đặc trưng phi tuyến tính nào đó. Đường cong còn phản ánh tình trạng biến dạng dư.



Hình 2.36. Đường cong  $P - \Delta$

Tiểu hành đánh giá kết quả thí nghiệm tải trọng hiện trường chủ yếu dựa vào do kiểm tra biến dạng và vết nứt cùng với số liệu quan trắc biến dạng dư của kết cấu.

## 1. Phân tích kết quả đo biến dạng

Trị số đo độ vông thực tế tải trọng không thường xuyên ở giữa nhịp của dầm sàn được thí nghiệm dưới các cấp tải trọng được tính theo công thức sau:

$$a_t^0 = a_q^0 + a_g^0 \quad (2.50a)$$

$$a_q^0 = v_m^0 - \frac{1}{2} (v_l^0 - v_r^0) \quad (2.50b)$$

$$a_g^0 = \frac{Q_g}{Q_b} a_b^0 \quad (2.50c)$$

Trong đó:  $a_t^0$  - Giá trị đo thực tế của độ vông giữa nhịp cầu kiện dưới tác động của tải trọng thí nghiệm (bao gồm cả tải trọng bản thân);

$a_q^0$  - Giá trị đo thực tế của độ vông giữa nhịp cầu kiện dưới tác động của tải trọng thí nghiệm bổ sung bên ngoài;

$a_g^0$  - Độ vông giữa nhịp cầu kiện do tải trọng bản thân cầu kiện sinh ra;

$v_m^0$  - Giá trị đo thực tế của chuyển vị giữa nhịp cầu kiện dưới tác động của tải trọng thí nghiệm bổ sung bên ngoài;

$v_l^0$ ,  $v_r^0$  - Giá trị đo thực tế của chuyển vị lún gối bên trái và bên phải của cầu kiện dưới tác động của tải trọng thí nghiệm bổ sung bên ngoài;

$Q_g$  - Trọng lượng bản thân của cầu kiện;

$Q_b$  - Giá trị tải trọng giài tái bên ngoài từ khi giài tái đến trước một cấp tải trọng xuất hiện vết nứt;

$a_b^0$  - Giá trị đo độ vông thực tế độ giữa nhịp do tải trọng bên ngoài từ bắt đầu giài tái thí nghiệm đến trước một cấp tải trọng cầu kiện xuất hiện vết nứt sinh ra.

## 2. Phân tích kết quả quan sát vết nứt

Đối với vết nứt của mặt cắt ngang phải đo độ rộng vết nứt ở vị trí cốt thép chịu kéo của cầu kiện; Đối với vết nứt của mặt cắt nghiêng, phải đo độ rộng vết nứt xiên phần bụng cầu kiện. Vẽ bản vẽ triển khai vết nứt, đánh dấu giá trị độ rộng vết nứt lớn nhất  $\omega_{\max}^0$ , vị trí vết nứt và chiều dài vết nứt.

## 3. Biến dạng dư

Tính toán tỉ lệ % độ vông dư ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{\Delta a}{a_{\max}} \times 100\% \quad (2.51)$$

Trong đó:  $\Delta a$  - Độ vông dư giữa nhịp sau khi dỡ tải và dừng 1h;

$a_{\max}$  - Độ vông giữa nhịp sau 24h không đổi tải trọng.

#### 4. Đánh giá kết quả

Nếu kết quả thí nghiệm không thoả mãn một trong những công thức phán đoán dưới đây, có thể đánh giá cấu kiện đó không gánh chịu được tải trọng tiêu chuẩn, phải làm tiếp một bước thí nghiệm và tiến hành gia cố đối với công trình. Ngược lại, cấu kiện có thể đưa vào sử dụng bình thường.

$$a_t^0 \leq [a_s] \quad (2.52)$$

Trong đó:  $a_t^0$  - Giá trị độ võng đo thực tế ở giữa nhịp;

$[a_s]$  - Giá trị độ võng cho phép của cấu kiện trong thời gian ngắn, lấy giá trị theo quy định của “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông”;

$$\omega_{s,\max}^0 \leq [\omega_{\max}] \quad (2.53)$$

Trong đó:  $\omega_{s,\max}^0$  - Giá trị đo thực tế độ rộng vết nứt lớn nhất của cấu kiện thí nghiệm;

$[\omega_{\max}]$  - Giá trị độ rộng vết nứt lớn nhất cho phép của cấu kiện thí nghiệm, lấy theo quy định trong “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông”;

$$\eta \leq 15\% \quad (2.54)$$

#### 2.5.2. Thí nghiệm tải trọng tối hạn

Thí nghiệm tải trọng tối hạn chia thành hai trường hợp: kiểm nghiệm chất lượng cấu kiện đúc sẵn và thí nghiệm tính năng của kết cấu từ cấu kiện tách ra khỏi hiện trường hoặc cấu kiện lấy mẫu (đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ). Trường hợp đầu là do cấu kiện đúc sẵn có sự cố chất lượng cần phải tiến hành thí nghiệm khi có hoài nghi đối với chất lượng cấu kiện. Tiêu đề của loại thí nghiệm này là đang còn các cấu kiện khác sản xuất cùng thời kì với cấu kiện bị hoài nghi, nếu không phải lấy mẫu cấu kiện (trong công trình) từ hiện trường sự cố, lúc này đã thuộc loại trường hợp thứ hai. Cấu kiện đổ tại chỗ tách ra từ hiện trường là một việc rất khó khăn, nói chung thường không sử dụng. Nhưng, khi không thể thực hiện được hoặc không cho phép thí nghiệm vượt tải (thí nghiệm phá hoại) ở hiện trường, phương pháp này lại rất quan trọng. Nó có thể cung cấp một căn cứ có tính kết luận khả năng chịu tải tối hạn đối với kết cấu ở hiện trường. Hai trường hợp trên chỉ khác nhau ở chỗ phương thức lấy mẫu thí nghiệm, quá trình thí nghiệm kết cấu cụ thể và phân tích kết quả là hoàn toàn như nhau.

##### I. Phương thức chống đỡ

Thí nghiệm cấu kiện đơn như đầm, sàn và giàn, một đầu là khớp, một đầu là gối con lăn. Gối khớp có thể dùng thép góc, thép nửa hình tròn hoặc thép tròn hàn trên tấm thép; gối con lăn dùng cấu kiện thép tròn (hình 2.37). Nếu cấu kiện thí nghiệm gánh chịu lực tập trung hoặc phản lực ở gối tương đối lớn, còn phải kiểm tra chịu nén cục bộ đối với bộ phận chống đỡ.

Tám hai hướng gác trên bốn cạnh hoặc trên bốn góc, phương thức chống đỡ của nó phải đảm bảo cấu kiện ở chỗ chống đỡ chuyển động tự do, mặt chống đỡ có thể dịch chuyển ngang tương đối (hình 2.38).

## II. *Bố trí đồng hồ đo và phương thức gia tải*

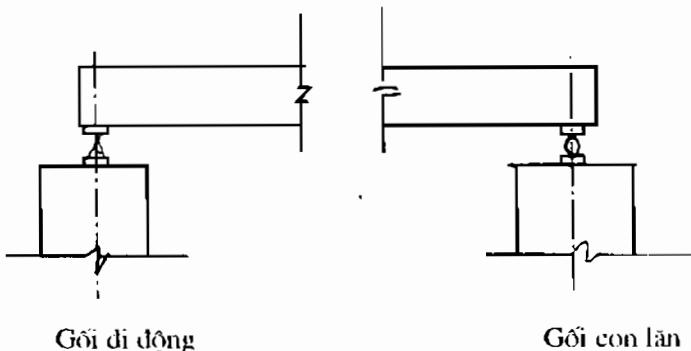
Đo biến dạng chủ yếu dùng đồng hồ bách phân (hoặc thiên phân). Đồng hồ bách phân (hoặc thiên phân) chủ yếu bố trí ở gối và giữa nhịp của cầu kiện thí nghiệm. Nếu cầu kiện tương đối dài ( $L > 4m$ ), thì tại chỗ 1/4 của nhịp cũng cần cần bố trí đồng hồ đo. Nếu chiều rộng của cầu kiện thí nghiệm  $\leq 300mm$ , thì trên mỗi điểm dọc trực bố trí một đồng hồ đo là được; nếu chiều rộng của cầu kiện thí nghiệm  $> 300mm$  thì đồng hồ đo phải bố trí thành từng đỗi.

Tài trọng thí nghiệm của cầu kiện phải cố gắng phù hợp quy định của thiết kế. Nếu bố trí tải trọng thí nghiệm không thể hoàn toàn phù hợp với quy định của thiết kế, phải tính đổi theo nguyên tắc tương đương tĩnh lực, để biểu đồ nội lực của cầu kiện tương tự với biểu đồ nội lực của thiết kế, đồng thời để giá trị nội lực trên mặt cắt không chênh nhau. Phương thức gia tải của tải trọng thí nghiệm chủ yếu có gia tải bằng cục gai tải, gai tải bằng kích. Cách trước chủ yếu dùng cho thí nghiệm tải trọng tối hạn của cầu kiện ở hiện trường, bởi vì cục tải trọng dễ tìm được (các thỏi gang tiêu chuẩn, các khối gạch tiêu chuẩn đều có thể được). Khi gai tải, cục tải trọng phải xếp thành từng khối theo ô, khe hở giữa các khối không nên nhỏ hơn 50mm, để tránh hình thành vòm. Cách sau chủ yếu dùng cho thí nghiệm tải trọng tối hạn trong phòng thí nghiệm.

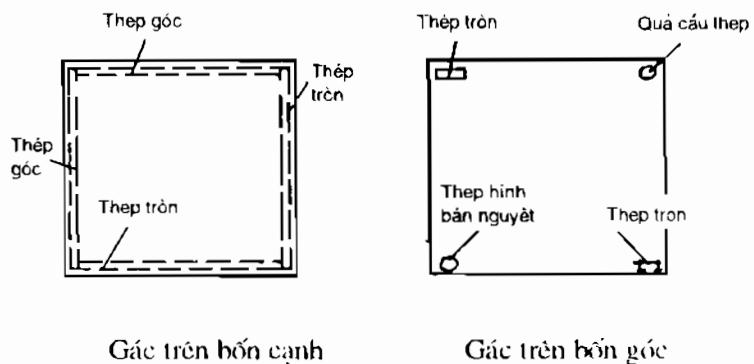
## III. *Phân cấp và thời gian duy trì tải trọng*

Gia tải thí nghiệm theo từng cấp. Nếu tải trọng nhỏ hơn giá trị thí nghiệm tải trọng sử dụng bình thường không thường xuyên, giá trị mỗi cấp tải trọng nên bằng 20% của giá trị tải trọng đó ( $0,2Q_s$ ); nếu tải trọng lớn hơn giá trị tải trọng đó, giá trị mỗi cấp tải trọng nên bằng 10% của giá trị tải trọng đó ( $0,1Q_s$ ); nếu tải trọng gần bằng giá trị thí nghiệm tải trọng sức chịu lực, mỗi cấp tải trọng nên bằng 5% của giá trị tải trọng đó ( $0,05Q_s$ ). Thiết bị thí nghiệm và trọng lượng bản thân cầu kiện tác động lên cầu kiện phải là một phần của gai tải lần thứ nhất. Lấy tải trọng phân bố đều làm ví dụ:

$$Q_s = G_k + Q_k \quad (2.55a)$$



**Hình 2.37. Gối đỡ đơn**



**Hình 2.38. Gác đỡ tấm hai hướng**

$$Q_d = 1,2G_k + 1,4Q_k \quad (2.55b)$$

Trong đó:  $Q_s$  - Giá trị thí nghiệm tải trọng sử dụng bình thường không thường xuyên;

$Q_d$  - Giá trị thiết kế tải trọng kiểm nghiệm sức chịu tải;

$G_k$  - Giá trị tiêu chuẩn tải trọng vĩnh cửu (bao gồm trọng lượng bản thân);

$Q_k$  - Giá trị tiêu chuẩn tải trọng có thể thay đổi.

Sau khi hoàn thành mỗi cấp gai tải, duy trì 15 phút; với tải trọng sử dụng bình thường không thường xuyên, duy trì 30 phút. Trong thời gian duy trì tải trọng phải quan sát một cách cẩn thận sự xuất hiện và phát triển của vết nứt, cốt thép có bị trượt không và tình trạng của gai. Khi kết thúc thời gian duy trì, quan sát và ghi số đọc của các đồng hồ đo.

#### IV. Phân tích và uánh giá kết quả thí nghiệm

Tính toán giá trị đo thực tế độ võng ở giữa nhịp dưới các cấp tải trọng có thể tính theo công thức (2.50). Quan trắc và ghi chép vết nứt vẫn như đã nêu ở trên.

Bảng 2.14 là tiêu chí kiểm nghiệm trạng thái tối hạn sức chịu tải của cấu kiện thí nghiệm. Trong thời gian duy trì tải trọng quy định, nếu xuất hiện một trong những tiêu chí thí nghiệm nêu ở trên, phải lấy giá trị bình quân của giá trị tải trọng cấp đó và một cấp trước đó làm giá trị đo thực tế của tải trọng kiểm nghiệm sức chịu tải. Sau khi kết thúc thời gian duy trì tải trọng quy định mà xuất hiện một trong những tiêu chí kiểm nghiệm nêu ở trên, nên lấy giá trị tải trọng cấp đó làm giá trị đo thực tế tải trọng kiểm nghiệm sức chịu tải. Với cấu kiện chịu nén, nếu dùng máy thí nghiệm hoặc kích để gai tải, giá trị đo thực tế tải trọng kiểm nghiệm sức chịu tải phải lấy giá trị lớn nhất của tải trọng đạt được trong cả quá trình thí nghiệm khiến cấu kiện bị phá hoại.

Bảng 2.14. Tiêu chí kiểm nghiệm sức chịu tải của cấu kiện thí nghiệm

Số TT	Tình trạng chịu lực theo thiết kế của kết cấu	Tiêu chí kiểm nghiệm phá hoại cấu kiện
1	Kéo dọc trực, kéo lệch tâm, chịu uốn, chịu nén lệch tâm lớn	Độ rộng vết nứt lớn nhất ứ chõ cốt thép chủ chịu kéo tối 1,5mm, độ võng tối 1/50 nhịp
		Bê tông vùng chịu nén bị phá hoại, lúc này độ rộng vết nứt lớn nhất ở chõ cốt thép chủ chịu kéo nhỏ hơn 1,5mm và độ võng nhỏ hơn 1/50 nhịp
		Kéo đứt cốt thép chủ chịu kéo
2	Nén dọc trực, nén lệch tâm nhỏ	Bê tông chịu nén bị phá hoại
3	Chịu cắt của cấu kiện chịu uốn	Vết nứt xiên ở phần bụng tối 1,5mm, hoặc bê tông vùng chịu nén đoạn cuối vết nứt xiên phá hoại do nén cắt. Bê tông chịu nén xiên bị rách hoại đứt theo mặt cắt nghiêng, hoặc cốt thép chủ chịu kéo bị tuột ra ở đầu mứt, hoặc các neo khác bị phá hoại

## 2.6. KĨ THUẬT ĐO THÍ NGHIỆM NGUYÊN VỊ NỀN MÓNG

### 2.6.1. Thí nghiệm xuyên tĩnh

#### 1. Công dụng của thí nghiệm xuyên tĩnh

Thí nghiệm xuyên tĩnh là một đầu dò kim loại hình chóp dùng tĩnh lực xuyên liên tục vào lớp đất, dùng thiết bị điện tử đo lực cản xuyên của đầu dò, từ đó phán đoán một cách gián tiếp tính chất cơ học vật lí của đất.

Ưu điểm của xuyên tĩnh là ở chỗ đo liên tục, nhanh, chuẩn xác, độ nhạy cảm cao, có thể trực tiếp đo được các chỉ tiêu lực cản xuyên của đất tại hiện trường, đặc biệt là đối với lớp đất có những thay đổi tương đối phức tạp theo chiều đứng hoặc lớp đất mà khoan lấy mẫu không thuận lợi (như đất cát bão hoà, đất sét mềm có độ nhạy cảm cao), xuyên tĩnh có tính ưu việt riêng. Nhưng, đối với lớp đất có đá dăm, sỏi hoặc lớp cát rất chật không nên sử dụng, để tránh làm hỏng đầu dò. Ngoài ra, do phản lực của neo có hạn, chiều sâu thăm dò nói chung không lớn hơn 50m.

Thí nghiệm xuyên tĩnh có thể dùng để phân chia sự phân bố các lớp đất một cách có hiệu quả, phối hợp với khoan lấy mẫu để khảo sát địa chất. Đối với công trình nhỏ, xuyên tĩnh có thể là phương pháp khảo sát chủ yếu. Đối với công trình móng cọc, thí nghiệm xuyên tĩnh có thể cung cấp lực ma sát thành cọc, giá trị thiết kế lực cản mũi cọc, đồng thời lựa chọn lớp đỡ mũi cọc. Về mặt xử lý nền, thí nghiệm xuyên tĩnh thường dùng để kiểm tra các chỉ tiêu cơ học trước và sau khi gia cố nền (như sức chịu tải và mô đun nén lún của đất), từ đó phán đoán hiệu quả gia cố. Trong quá trình thi công, nếu phát hiện nền có hiện tượng khác thường (như cọc đóng không xuống), có thể dùng xuyên tĩnh bổ sung thăm dò cục bộ, tìm rõ nguyên nhân, để kịp thời sửa đổi thiết kế.

Trong xử lý sự cố công trình (như chữa nghiêng nhà), nói chung cần thăm dò bổ sung, nhưng khoan lỗ mới để lấy mẫu thường tương đối khó khăn do bị hạn chế của điều kiện hiện trường, còn thí nghiệm xuyên tĩnh do gọn nhẹ, nhanh, rất thuận lợi. Cũng như vậy, đối với cải tạo cơi thêm tầng cho nhà, dùng thí nghiệm xuyên tĩnh có thể phán đoán tình trạng nền chật của lớp đất, trực tiếp phản ánh độ lớn tăng trưởng sức chịu tải của các lớp đất.

#### II. Thiết bị thí nghiệm xuyên tĩnh

Xuyên tĩnh chủ yếu gồm có ba bộ phận chính là đầu dò, giá xuyên và máy đo. Đầu dò thường dùng có loại một cầu và hai cầu, lần lượt cung cấp lực cản xuyên  $P_s$  với lực cản mũi  $q_s$  và lực ma sát vách  $f_s$ . Máy đo có bộ ứng biến điện trở, máy đo lực số và hệ thống máy tính điện tử tự động thu thập và xử lý. Thiết bị sau có thể tự động thu thập và ghi chép số liệu đo, đồng thời vẽ các loại đường cong. Thiết bị tạo áp lực cho máy xuyên tĩnh có ba loại: dạng cơ khí, áp lực chất lỏng và vận hành bằng tay.

#### III. Những điểm chính trong thao tác thí nghiệm xuyên tĩnh

- Kết hợp tình trạng các lớp đất và loại máy xuyên tĩnh được sử dụng xác định phương án phản lực hợp lý khả thi. Thông thường dùng neo làm trang bị phản lực; nếu mặt đất có lớp đất lấp đá dăm, sỏi, gạch ngói vỡ, hoặc lớp đất mặt tương đối yếu, có thể dùng đòn trọng để tăng áp lực.

- Trước khi sử dụng hoặc sau khi sử dụng đầu dò một thời gian (thường là ba tháng), phải tiến hành kiểm định lại. Khi kiểm định, đầu tiên gia tải cho đầu dò tối áp lực thiết kế lớn nhất, sau đó hạ tải về không, gia tải hạ tải 3~5 lần, đợi số đọc về không ổn định, sau đó bắt đầu chính thức kiểm định. Ít nhất kiểm định ba lần, lấy giá trị bình quân. Nếu quan hệ ứng suất và ứng biến tuyến tính tốt, sự thay đổi khi gia tải hạ tải như nhau thì có thể sử dụng. Khi đo thí nghiệm ở hiện trường, thiết bị dùng để đo phải giống như thiết bị khi kiểm định.

- Thao tác phải đảm bảo cán khoan xuyên thẳng đứng, bệ giá để xuyên tĩnh phải chỉnh phẳng.

- Dòng điện làm việc của điện áp mà máy đo sử dụng, phải nhỏ hơn giá trị cho phép tần ứng biến điện trở.

- Tốc độ xuyên của xuyên tĩnh phải không chế trong phạm vi 0,015~0,025m/s. Trong cùng một hố nên đảm bảo xuyên đều đặn.

- Đầu xuyên tĩnh xuyên vào đất 0,5~1,0m (trong mùa đông nên xuyên qua lớp đóng băng), sau đó kéo lên 5cm, đợi khi máy đo không có dấu hiệu nóng rõ rệt, ghi số không hoặc điều chỉnh về không, mới có thể bắt đầu chính thức xuyên.

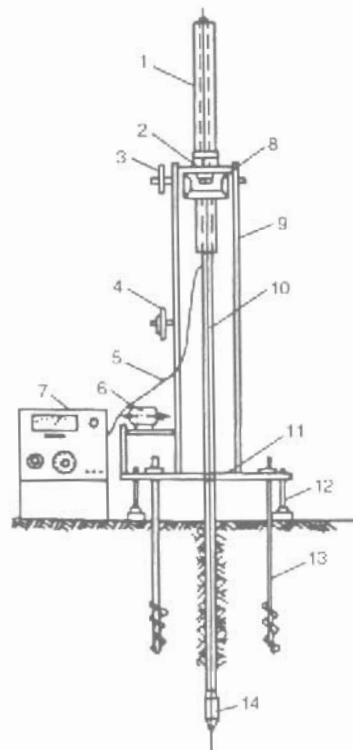
- Trong quá trình thí nghiệm, phải luôn kiểm tra tình trạng của neo, nếu bị lỏng phải kịp thời điều chỉnh, để tránh chuyển dịch vị trí lỗ.

- Nếu thiết bị phản lực mất hiệu quả hoặc lực cản xuyên vượt quá 20% giá trị tải trọng định mức, phải lập tức ngừng xuyên.

#### IV. Ứng dụng thành quả thí nghiệm xuyên tĩnh

Vẽ đường cong lực cản xuyên (đường cong  $p_s - h$  hoặc  $q_s - h$ ,  $f_s - h$ , cùng với  $R_1 = \frac{f_s}{q_s} \times 100\% - h$ , kết hợp khoan lỗ và đào thủ công phân tích tư liệu thi có thể phân định các lớp đất. Thông qua tính toán  $p_s$ ,  $q_s$  và  $f_s$  của mỗi lớp đất có thể đánh giá tính chất công trình đất nền. Ứng dụng cụ thể chủ yếu có một số nội dung dưới đây:

- ① Phân đoán loại đất của lớp đất;
- ② Đánh giá sức chịu tải của đất nền và chỉ tiêu nén lún của đất;
- ③ Dự tính sức



**Hình 2.39. Thiết bị xuyên tĩnh kiểu ứng biến điện trở**

1. Bánh răng truyền động; 2. Ống dẫn hướng;
- 3, 4. Bánh đà cua roa; 5. Dây điện;
6. Máy điện; 7. Bộ ứng biến điện trở;
8. Bánh răng truyền động;
9. Giá đỡ;
10. Cán xuyên;
11. Mâm dây;
12. Gối đỡ;
13. Neo vào đất;
14. Đầu dò.

chịu tải của cọc đơn; ④ Đánh giá góc ma sát trong và mật độ tương đối  $D_r$  của đất cát. Đối với vấn đề xem xét, xử lý và kiểm nghiệm chất lượng sự cố công trình, xuyên tinh chủ yếu dùng ở hai nội dung đầu, do đó dưới đây chủ yếu giới thiệu ứng dụng của hai vấn đề này.

### 1. Phân loại đất và phân chia lớp đất

Dựa vào tỉ lệ giữa lực cản xuyên bình quân  $\bar{q}_c$  của mũi xuyên tĩnh với lực cản ma sát  $R_f \left( \frac{\bar{f}}{\bar{q}_c} \times 100\% \right)$  của xuyên tĩnh hai cầu, có thể tiến hành phân loại đất. Tiêu chuẩn phân chia loại đất dựa theo  $q_c$  và  $R_f$  của Cục hàng không của Bộ Giao thông Trung Quốc để xuất như ở bảng 2.15.

**Bảng 2.15. Giá trị tham khảo lực cản mũi  $q_c$  của các loại đất khác nhau và tỉ lệ lực cản ma sát  $R_f$**

Tên loại đất	$q_c$ (MPa)	$R_f$ (%)	Ghi chú
Đất sét	1,0 ~ 1,5	4 ~ 6	Đất sét nói chung
Đất sét mịn	1,5 ~ 3,0	2 ~ 4	Đất sét nói chung
Đất mịn (á sét)	3,0 ~ 10,0	0,8 ~ 2	Khác nhau theo mật độ và chỉ số dẻo
Đất sét có bùn	< 1,0	0,5 ~ 15	Khác nhau theo chỉ số dẻo và độ mẫn cảm
Cát mịn (mật độ trung bình)	3,0 ~ 20,0 (3,0 ~ 15,0)	1,5 ~ 0,5 (1 ~ 0,8)	Khác nhau theo mật độ

Một số đơn vị khảo sát của Trung Quốc còn kết hợp với đặc trưng dạng đường cong xuyên để tiến hành phân loại đất (bảng 2.16).

Phân chia các lớp đất chủ yếu là dựa vào sự thay đổi lực cản  $p_s$  hoặc lực cản mũi  $q_c$  theo độ sâu. Tỉ lệ giữa lực cản xuyên lớn nhất và lực cản xuyên nhỏ nhất không nên lớn hơn quy định của bảng 2.17.

### 2. Đánh giá sức chịu tải cho phép $f$ của đất

Bảng 2.18 là công thức kinh nghiệm đánh giá sức chịu tải cho phép của đất nền  $f$  của nước ngoài, khi sử dụng phải dựa vào đặc trưng đất của khu vực để chọn dùng công thức kinh nghiệm một cách thích hợp.

### 3. Đánh giá chỉ tiêu nén lún của đất ( $E_o$ hoặc $E_s$ )

Bảng 2.19, là công thức kinh nghiệm đánh giá chỉ tiêu nén lún của đất ở nước ngoài. Cần chú ý là đối với đất sét bão hòa, nếu mũi xuyên liên tục xuyên, thể tích của đất không thay đổi, không tồn tại cỗ kết nén chặt. Do đó điều phản ánh là mô đun biến dạng  $E_u$  trong điều kiện không thoát nước, mà không phải là  $E_o$  hoặc  $E_s$ .

**Bảng 2.16. Đặc trưng đường  $P_s - H$  của các lớp đất**

Lớp đất	Đặc trưng của đường $P_s - H$	Đường $P_s - H$
Bùn, đất sét có bùn và đất á sét	Đường cong bằng phẳng, giá trị $P_s$ rất thấp, không có hiện tượng nhô ra đột xuất	{}
	Đường cong bằng phẳng, giá trị $P_s$ tương đối cao, có dạng hình sóng đều đặn, lớp đất sét do đóng cát, cá biệt có hiện tượng nhô ra đột xuất	
Đất á sét nhẹ	Đường cong lồi lõm tương đối lớn (như lung lạc đà) định và chõ lõm của sóng lượn tròn (dưới mực nước ngầm lồi lõm tương đối nhỏ), thay đổi không lớn lắm	
Cát	Đường cong lồi lõm tương đối lớn, thay đổi lớn như đất á sét, đỉnh và chõ lõm dạng lượn sóng	
Đất có tạp chất	Đường cong thay đổi không có quy luật, thường có hiện tượng nhô ra	
Lớp đá phong hoá	Đường cong lồi lõm tương đối lớn, đỉnh và chõ lõm dạng lõm, thay đổi tương đối lớn.	

**Bảng 2.17. Tiêu chuẩn ghép lớp của các lớp cơ học dựa vào thay đổi của lực cản xuyên**

$p_s$ hoặc $q_c$ (MPa)	Tỉ lệ giữa lực cản xuyên lớn nhất và nhỏ nhất
$\leq 1,0$	1,0 ~ 1,5
$1,0 \sim 3,0$	1,5 ~ 2,0
$> 3,0$	2,0 ~ 2,5

## 2.6.2. Thí nghiệm xuyên động

### I. Công dụng của thí nghiệm xuyên động

Thí nghiệm xuyên động là lợi dụng năng lượng đóng búa nhất định, dùng đầu dò kim loại tiêu chuẩn xuyên vào trong đất, dựa vào độ lớn lực cản đóng vào trong đất để phân chia các lớp đất, xác định tính năng cơ học vật lí của các lớp đất, đánh giá địa chất công trình đối với đất nền.

Cũng như xuyên tĩnh, thiết bị xuyên động đơn giản, thao tác thuận lợi, ngoài việc dùng để khảo sát địa chất công trình, còn dùng để kiểm nghiệm hiệu quả xử lý gia cố nền, chất lượng thân cọc của cọc nứa cứng nửa mềm như trụ đá dăm hoặc cọc xi măng. So với xuyên tĩnh, xuyên động có tính thích ứng rộng hơn, đối với đá dăm, sỏi và lớp cát rất chặt nên ưu tiên dùng xuyên động.

Bảng 2.18. Công thức kinh nghiệm đánh giá sức chịu tải của đất nền  $f$

Cơ quan	Công thức kinh nghiệm $f$ hoặc $p_s$ ( $\text{kG}/\text{cm}^2$ )	Phạm vi sử dụng	Khu vực và lớp đất phù hợp
1	2	3	4
Viện Khảo sát tổng hợp Bộ Công nghiệp (TQ) (1964)	$f = 0,13p_s + 0,25$ $f = 0,05p_s + 0,73$	$p_s < 1,5$ $1,5 < p_s < 6,0$	Đất yếu Thường là đất kி IV
Viện Thiết kế xây dựng Thiên Tân (TQ) Cục Công trình hàng không số 1 (TQ)	$f = 4,79 p_s^{0.387}$ $f = \frac{p_s}{2,13 p_s^{0.584}}$	$2,4 < p_s < 25,3$ $p_s \leq 50$	Đất sét thông thường ở Thiên Tân Đất sét thông thường ở Thiên Tân
Viện Thiết kế điện lực Đông Bắc (TQ)	$f = 0,58 \sqrt{p_s} - 0,31$	$8 < p_s < 45$	Vùng Đông Bắc TQ $I_p \geq 7$
Viện Thiết kế xây dựng tỉnh Giang Tô (TQ)	$f = 0,084p_s + 0,25$	$3,5 < p_s \leq 57$	Đất sét Nam Kinh
Viện Khảo sát tổng hợp tỉnh Tứ Xuyên (TQ) Cục Công trình hàng không số 3 (TQ)	$f = 2,49 \lg p_s - 0,912$ $f = 0,1p_s + 0,252$	$6 \leq p_s \leq 40$ $5 \leq p_s \leq 25$	Đất sét thông thường Tứ Xuyên Đất nồi chung ở vùng chäu thổ Trường Giang
Cục Xây dựng thành phố Thành Đảo (TQ)	$f = 0,074p_s + 0,824$	$10 \leq p_s \leq 50$	Đất sét Thành Đảo
Viện Than Hồng Châu (TQ)	$f = 0,1012p_s + 0,588$	$3,5 < p_s \leq 30$	Đất sét Hoài Bắc
"Quy định tạm thời kí thuật sử dụng xuyên tinh" của Bộ Đường sắt (TQ)	$f = \frac{1}{10} p_s$ $f = 0,58 \sqrt{p_s} - 0,46$ $f = 0,162 p_s^{0.83} + 0,144$ $f = 0,04p_s + 0,75$	$30 \leq p_s \leq 60$	Đất sét cỗ
Sở Khảo sát Bắc Kinh (TQ)	$f = 0,04p_s + 0,50$ $f = 0,04p_s + 0,25$		Đất yếu và đất sét, đất pha cát chung
"Quy phạm khảo sát địa chất công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng" của tổ thí nghiệm liên hiệp Vũ Hán (TQ)	$f = 0,0173p_s + 1,59$ $f = 1,148 \lg p_s + 0,098$ $f = 0,104p_s + 0,269$	$15 < p_s \leq 150$ $6 \leq p_s \leq 70$ $3 \leq p_s \leq 60$	Đất sét bão hoà Hoàng thổ Thiểm Tây, Sơn Đông Hoàng thổ Sơn Tây, Hà Nam Hoàng thổ Cam Túc Đất cỗ Đất mới
"Quy phạm thiết kế nền móng xây dựng công nghiệp và dân dụng" (TQ)	$f = 0,083p_s + 0,546$	$3 \leq p_s \leq 30$	Bùn và sét pha bùn, đất sét nồi chung và đất sét cỗ
			Bùn, sét pha bùn, đất sét nồi chung

1	2	3	4
"Quy phạm thiết kế nền móng xây dựng công nghiệp và dân dụng" (TQ)	$f = 0,097p_s + 0,76$	$3 \leq p_s \leq 60$	Đất sét cỗ
Viện Thiết kế quy hoạch vận tải hàng không tỉnh Quảng Đông (TQ)	$f = 0,27 + 0,103p_s$ $f = 0,14p_s - 2,36$	$1,5 \leq p_s \leq 60$ $p_s > 60$	Bùn, sét thông thường Đất sét cỗ, lớp cát
Viện Thiết kế số 2 Bộ Công nghiệp nhẹ (TQ)	$f = 1,5 + 0,01p_s$	$p_s > 20$	Đất bột
Cục Đường sắt Trịnh Châu	$f = 1,763\lg p_s - 0,234$	$2 \leq p_s \leq 200$	Đất bột
Viện Thiết kế tỉnh Hà Nam	$f = 1,501\lg p_s - 0,544$	$3 \leq p_s \leq 36$	Đất bột
Sở Khảo sát viện nghiên cứu xây dựng (TQ)	$f = 0,036p_s + 0,448$	$l_p = 6 \sim 10$	Đất bột
Viện Thiết kế công nghiệp nhẹ Thượng Hải (TQ)	$f = 0,07p_s + 11,76$	$14 \leq p_s \leq 145$	Đất bột, á cát, cát
Viện Thiết kế điện lực tỉnh Hồ Bắc (TQ)	$f = 0,2381 p_s^{0,64} - 0,12$ $f = 0,0197p_s + 0,6559$ $f = 0,25\sqrt{p_s} - 0,21$		Cát vừa, cát thô Cát nhỏ, cát mịn Cát mịn bão hòa
Viện Thiết kế số 1 Bộ Đường sắt (TQ) "Quy phạm khảo sát địa chất công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng" (TQ)	$f = 0,525\sqrt{p_s} - 1,033$	$10 \leq p_s \leq 100$	Cát vừa, cát thô
Tổ thí nghiệm liên hợp Vũ Hán (TQ)	$f = 0,02p_s + 0,595$	$10 \leq p_s \leq 150$	Cát nhỏ, cát mịn
Công ty Khảo sát luyện kim Vũ Hán (TQ)	$f = 0,02p_s + 0,5$		Bùn hạ lưu Trường Giang, cát mịn (dưới mực nước ngầm)
Viện Khảo sát tổng hợp tỉnh Thiểm Tây (TQ)	$f = 0,508 + 0,070p_s$ $\lg f = 0,072p_s - 0,676$		Hoàng thổ Hoàng thổ
Viện Thiết kế số 2 Bộ Đường sắt (TQ)	$f = 0,072p_s + 0,42$	$10 \leq p_s \leq 50$	Hoàng thổ
Cục Đường sắt Tây An (TQ)	$f = 0,56 + 0,06p_s$		Hoàng thổ trên mực nước ngầm
Viện Thiết kế Lạc Dương Bộ Cơ khí số 1 (TQ)	$f = 3,2p_s^{0,561}$		Á sét dạng hoàng thổ (Lạc Dương)
Công ty Khảo sát đo đạc Bộ Cơ khí số 1 (TQ)	$f = 0,08p_s + 0,318$ $f = 0,098q_c = 0,1924$	$6,8 \leq p_s \leq 21$	Hoàng thổ
Công ty Khảo sát đo đạc Bộ Cơ khí số 4 (TQ)	$f = 0,04p_s + 0,68$		Hoàng thổ
Công ty Khảo sát luyện kim Tây An (TQ)	$f = 0,032p_s + 0,93$		Hoàng thổ
Công ty Khảo sát Bộ Công nghiệp hoá chất (TQ)	$f = 0,126q_c - 0,64$		Hoàng thổ Sơn Tây
Viện Khảo sát tổng hợp tỉnh Hồ Bắc (TQ)	$f = (0,65 \sim 0,70) \times [0,061p_s + 2,013]$		Đất đỏ Quý Châu

1	2	3	4
Viện Thiết kế xây dựng tỉnh Quý Châu (TQ)	$f = 0,09p_s + 0,9$		Đất đờ
Công ty Khảo sát luyện kim Côn Minh (TQ)	$f = 0,03p_s + 13,79$		Đất sét đờ Côn Minh
Viện Thiết kế Tây bắc công trình thị chính (TQ)	$f = 0,516q_c + 4,5$ $f = 0,0603q_c + 17,9$	$3 \leq q_c \leq 30$ $10 \leq q_c \leq 90$	Hoàng thổ vùng thấp Cam Túc Hoàng thổ vùng cao Cam Túc
Meyerhof	$f = \left( \frac{1}{20} \sim \frac{1}{40} \right) q_c$		Đất sét pha cát, đất cát dưới nước
De Beer	$f = \frac{1}{5} q_c$		Đất sét, đất cát
L'Herminier	$f = \frac{1}{10} q_c$		Đất cát chặt (móng rộng 1–2m), sét cứng, sét pha cát, đất cát

*Ghi chú: Đơn vị tính của công thức kinh nghiệm trong bảng trên là đơn vị không hợp pháp, khi dùng phải chuyển đổi dùng theo MPa.*

## II. Thiết bị xuyên động

Thiết bị xuyên động chủ yếu gồm búa rơi, thanh xuyên, mũi xuyên. Phương thức rơi búa có ảnh hưởng rất lớn đối với năng lượng đóng búa. Hiện nay thường dùng phương pháp đóng búa rơi tự do. Thiết bị búa rơi tự động ở Trung Quốc có: kiểu móc câu, kiểu bánh lêch tâm và kiểu quả cầu thép. Hình thức mũi xuyên ngoài kiểu thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn là ống tròn, còn đều là mũi xuyên hình chóp tròn.

## III. Những điểm chính thao tác thí nghiệm xuyên động

### 1. Những điểm thao tác chính thí nghiệm xuyên gọn nhẹ (trọng lượng khoảng 10kg)

- Đầu tiên dùng loại khoan nhẹ khoan đến độ cao độ lớp đất thí nghiệm, sau đó tiến hành xuyên liên tục đối với tất cả lớp đất thí nghiệm.

- Khi thí nghiệm, khoảng cách rơi búa xuyên tâm là 50cm, để rơi tự do, để cẩn xuyên thẳng góc xuyên vào trong lớp đất, số nhát búa đóng để có thể xuyên vào trong lớp đất 30cm gọi là  $N_{10}$ .

- Nếu muốn miêu tả lớp đất, có thể nhổ cẩn xuyên lên, đổi đầu búa nhọn thành đầu khoan gọn nhẹ, khoan lấy mẫu.

### 2. Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (trọng lượng búa là 63,5kg)

- Đầu tiên dùng khoan khoan đến vị trí 15cm phía trên lớp đất thí nghiệm, để tránh làm xáo động lớp đất dưới.

- Khi xuyên, khoảng cách rơi của búa xuyên tâm là 76cm, rơi tự do, để thiết bị xuyên xuyên thẳng góc vào đất 15cm. Sau đó số nhát búa đóng để có thể xuyên vào trong lớp đất 30cm gọi là  $N_{63,5}$ .

Bảng 2.19. Công thức kinh nghiệm đánh giá chỉ tiêu tính nén lún của đất ( $E_s$  hoặc  $E_\alpha$ )

Cơ quan thống kê	Công thức kinh nghiệm $p_s$ (kG/cm <sup>2</sup> ) $E_s$ (kG/cm <sup>2</sup> )	Phạm vi sử dụng	Lớp đất thích hợp
"Quy phạm khảo sát địa chất công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng" của Tổ thi nghiệm liên hợp Vũ Hán (TQ)	$E_s = 3,72 p_s + 12,62$	$3 \leq p_s < 50$	Bùn, đất có bùn, đất sét nói chung
Viện Thiết kế Cục hàng không I (TQ)	$E_s = 3,63 p_s + 11,98$	$p_s < 50$	Bùn, đất có bùn, đất sét nói chung
Viện Thiết kế khảo sát số 3 Bộ Đường sắt (TQ)	$E_s = 3p_s + 10$		
Viện Thiết kế xây dựng Thiên Tân (TQ)	$E_s = 2,94 p_s + 13,38$		
Sở Khảo sát Bắc Kinh (TQ)	$E_s = 1,74 p_s + 49$ $E_s = 1,71 p_s + 29$ $E_s = 1,9 p_s + 32,3$	$10 < p_s < 90$ $7 < p_s < 40$	Đất sét cũ Đất sét trám tích mới
Viện Khảo sát tổng hợp Tứ Xuyên (TQ)			
"Quy định tam thời kĩ thuật sử dụng xuyên tinh" của Bộ Đường sắt (TQ)	$E_s = 2,14 p_s + 21,74$ $E_s = 8,505 p_s^{(1/686)}$	$13 < p_s \leq 80$ $p_s \leq 13$	Đất sét, đất pha cát
Viện Khảo sát Hồ Bắc, Viện Thiết kế quy hoạch Vũ Hán (TQ)	$E_s = 4,695 p_s - 6,27$	$10 \leq p_s \leq 35$	Đất sét thông thường
Viện Nghiên cứu thiết kế mỏ Liêu Ninh (TQ)	$E_o = 2,5 p_s$ $E_o = 7 q_c$	$5 \leq q_c < 50$	Cát nhỏ bão hòa Đất sét có hữu cơ <10%, đất á sét
CH-448-72 của Liên Xô	$E_o = 3,4 q_c + 130$ $E_o = 3 q_c$ $E_s = 2 q_c$		Cát chất vừa, rất chất Cát chất vừa, rất chất Cát
Schmertmann	$E_s = 2,5 q_c$ $E_s = 3,5 q_c$		L/B = 1~2, cát L/B > 10, cát
Vesic	$E_s = 2(1 + D_c^2) q_c$		Cát
Viện Khảo sát tổng hợp Bộ Công trình xây dựng (TQ) (1964)	$E_\alpha = 6,1 p_s - 9$ $E_\alpha = 6,9 p_s - 67,9$	$p_s < 16$ $p_s > 16$	Đất yếu Đất ki thứ tự nói chung

*Ghi chú: Đơn vị của  $f_s$ ,  $P_s$ ,  $E_s$  trong công thức kinh nghiệm hai bảng trên chỉ có thể tạm thời dùng đơn vị phi tiêu chuẩn kG/cm<sup>2</sup>.*

- Nhỏ thiết bị xuyên, lấy ra mẫu đất trong thiết bị xuyên để tiến hành phân loại miêu tả.

- Nếu muốn tiếp tục thí nghiệm xuyên độ sâu phía dưới, lặp lại các bước thao tác trên.

- Nếu cần khoan lớn hơn 3m, số nhát đóng búa phải tiến hành hiệu chỉnh chiều dài cần khoan theo công thức sau:

$$N_{63,5} = \alpha N \quad (2.56)$$

Trong đó:

$N$  - Số nhát đóng búa đo thực tế;

$\alpha$  - Hệ số hiệu chỉnh chiều dài cần xuyên.

#### IV. Ứng dụng thành quả của thí nghiệm xuyên động

Thành quả của thí nghiệm xuyên động có thể biểu thị bằng số nhát đóng búa thay đổi theo độ sâu, như vậy tương đối trực quan đơn giản, nhưng xuyên tĩnh có quy cách chung loại khác nhau, số nhát đóng búa của nó không có tính so sánh. Do đó, cũng có thể dùng lực cần xuyên động thay đổi theo độ sâu để biểu thị kết quả xuyên động.

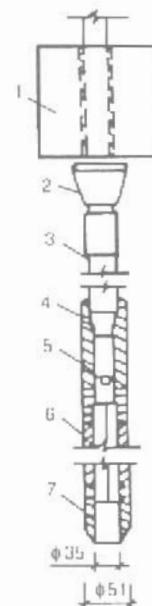
Bảng 2.20. Hệ số điều chỉnh chiều dài cần khoan

Chiều dài cần khoan (m)	3	6	9	12	15	18	21
$\alpha$	1,00	0,92	0,86	0,81	0,77	0,73	0,70

Thành quả thí nghiệm xuyên động, ngoài việc có thể phân chia các lớp đất, đối với các khu vực có kinh nghiệm, cũng có thể cung cấp các tham số để thiết kế, nhưng do sai số của xuyên động tương đối lớn, độ phân tán tương đối cao, do đó thường dùng để phân đoán một cách sơ lược tính năng cơ học vật liệu của đất. Kết quả của xuyên động có thể dùng ở một số vần đề sau: ① Đánh giá sức chịu tải của đất nền; ② Đánh giá các tham số biến dạng ( $E_0$  hoặc  $E_s$ ) của đất nền; ③ Đánh giá sức chịu tải của cọc đơn; ④ Xác định hệ số rỗng hoặc độ chất của cát; ⑤ Đánh giá chỉ tiêu cường độ của đất ( $\phi$ ).

Để kiểm tra chất lượng xử lý gia cố và hiệu quả của nền, thông thường dùng thí nghiệm xuyên động cung cấp sức chịu tải và chỉ tiêu biến dạng. Xác định sức chịu tải có thể dùng các bảng 2.21~2.24. Công thức kinh nghiệm của tham số biến dạng phụ thuộc vào khu vực và đất nền, Viện thiết kế khảo sát thủy lợi điện lực Hồ Bắc đưa ra công thức:

$$E_0 = 10,658N_{63,5} + 74,306 \text{ (kG/cm}^2\text{)} \quad (2.57)$$



Hình 2.40. Thiết bị thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn

1. Búa xuyên tâm; 2. Đèm búa; 3. Cán xuyên; 4. Đầu xuyên; 5. Lỗ thoát nước; 6. Thân thiết bị xuyên do hai ống nứa hình tròn tạo thành; 7. Mũi thiết bị xuyên

**Bảng 2.21. Giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải của đất cát (kPa)**

Loại đất	$N_{63,5}$			
	10	15	30	50
Cát vừa, thô	180	250	340	500
Cát mịn, nhô	140	180	250	340

**Bảng 2.22. Giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải của đất sét (kPa)**

$N_{63,5}$	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
$f_k$ (kPa)	105	145	190	235	280	325	370	430	515	600	680

**Bảng 2.23. Giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải của đất sét (kPa)**

$N_{10}$	15	20	25	30
$f_k$ (kPa)	105	145	190	230

**Bảng 2.24. Giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải của đất đắp (kPa)**

$N_{10}$	10	20	30	40
$f_k$ (kPa)	85	115	135	160

**Ghi chú:** Bảng này chỉ phù hợp với đất đắp gồm có đất sét và đất mịn.

### 2.6.3. Thí nghiệm ép bén

#### I. Công dụng của thí nghiệm ép bén

Thí nghiệm ép bén còn gọi là thí nghiệm ép ngang, nguyên lý của nó là thông qua sự giãn nở màng đàn hồi của máy ép bén (đầu xuyên) trong lỗ khoan, tác động lực ngang đối với khối đất vách lỗ, đo được đường cong quan hệ áp lực với biến dạng của khối đất, dùng nó để tính toán các tham số như cường độ và mô đun đàn hồi của đất nền.

Ưu điểm của thí nghiệm ép bén là: ① Thiết bị nhẹ, thao tác đơn giản; ② Có thể thí nghiệm ở những độ sâu khác nhau mà không chịu ảnh hưởng của mực nước ngầm; ③ Cơ lí chịu lực rõ ràng; ④ Kết quả đo tin cậy, không cần thiết phải dùng công thức tính toán, có thể trực tiếp cung cấp các tham số thiết kế (như giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải  $f_k$  của đất nền); ⑤ Tham số cung cấp tương đối nhiều.

Khuyết điểm của nó là: ① Giai đoạn bắt đầu của đường cong thí nghiệm chịu ảnh hưởng tương đối lớn của chất lượng lỗ khoan; ② Đối với các lớp đất có đá dăm, sỏi cuội, cát thô thiết bị ép bén dễ bị tổn thương; ③ Chiều sâu đo kiểm tra có hạn (thường không vượt quá 15m).

Thí nghiệm ép bén chủ yếu dùng để kiểm nghiệm hiệu quả gia cố xử lí nền công trình loại vừa và nhỏ, cung cấp các chỉ tiêu cường độ và biến dạng của đất trước và sau khi gia cố; cũng có thể dùng để đánh giá sức chịu tải của nền đối với nhà cải tạo cơi thêm tầng.

## II. Máy móc thiết bị thí nghiệm ép bén

Thí nghiệm ép bén chia thành hai loại: dạng đã có lỗ khoan và dạng tự khoan. Thiết bị ép bén dạng đã có lỗ khoan chủ yếu gồm bộ ép bén, thiết bị tăng áp và ổn áp, thiết bị đo. Bộ ép bén là kết cấu hình trụ có ba khoang, ngoài lắp màng đàn hồi, đường kính 50mm. Tổng chiều dài của ba khoang là 450mm. Nguồn áp lực của thiết bị tăng và ổn áp là khí nito cao áp hoặc bơm thủ công. Tăng áp, ổn áp đều dùng van điều áp. Thiết bị đo là ống đo thuỷ tinh hoặc thiết bị đo mực chất lỏng, dùng nó có thể đọc được giá trị biến dạng tương ứng sau khi chịu nén của khối đất vách lỗ. Thiết bị ép bén dạng đã có lỗ khoan trước như hình 2.41.

Thiết bị ép bén dạng tự khoan là một biện pháp thí nghiệm đo nguyên vị tương đối tái tiến, vì bộ ép bén bắn thân có công năng khoan, cắt khối đất, do đó ít ảnh hưởng xáo động khối đất, về cơ bản có thể giữ được trạng thái ứng suất ban đầu của đất, làm cho kết cấu và độ ẩm của đất không thay đổi.

## III. Những điểm thao tác chính của thí nghiệm ép bén dạng đã có lỗ khoan

### 1. Yêu cầu tạo lỗ

Phải cố gắng hạn chế làm xáo động đất trong quá trình khoan, đồng thời làm cho đường kính lỗ khoan đều, vách lỗ phẳng thẳng. Đường kính lỗ khoan nên lớn hơn đường kính bộ ép bén khoảng 2~6mm.

### 2. Thí nghiệm ép ngang

Thí nghiệm ép ngang cần tiến hành trong 24h sau khi hoàn thành việc khoan lỗ, để tránh vách lỗ hút nước, khói đất biến dạng hoặc sạt lở, làm ảnh hưởng chất lượng thí nghiệm.

### 3. Bộ trí điểm thí nghiệm và chiều sâu lỗ khoan

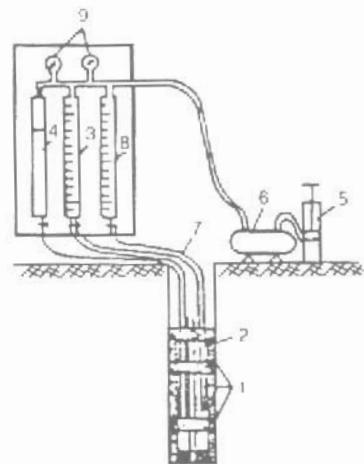
Nối chung tiến hành thí nghiệm liên tục cách nhau 1m ở những độ sâu khác nhau. Chiều sâu lỗ khoan nên lớn hơn chiều sâu thí nghiệm khoang 50cm.

### 4. Lượng tăng áp lực thí nghiệm

Nên lấy 1/5~1/7 của áp lực đèo tối hạn dự tính  $P_t$ .

### 5. Thời gian quan trắc dưới các cấp tải trọng

Nên dựa vào tình hình cụ thể đặc trưng của đất, khoảng 1 hoặc 2 phút, đồng thời ghi lại thể tích  $V$  theo trình tự thời gian dưới đây (hoặc giá trị hạ mực nước  $S$  của ống đo):



Hình 2.41. Thiết bị ép bén lỗ khoan

1. Màng cao su;
2. Ống dẫn nước;
3. Bộ chứa nước;
4. Ống chứa nước;
5. Bộ tăng áp;
6. Bộ ổn áp;
7. Ống dẫn áp;
8. Ống đo;
9. Áp lực kế

- Nếu là 1 phút: 15s, 30s, 60s.
- Nếu là 2 phút: 15s, 30s, 60s, 120s.

## 6. Thời gian ngừng thí nghiệm

Khi số đọc thể tích ống đo đến  $600\text{cm}^3$  (hoặc giá trị hạ mực nước  $S$  của ống đo là  $40\text{cm}$ ), phải ngừng thí nghiệm ngay.

## IV. Ứng dụng thành quả của thí nghiệm ép bên

Kết quả thí nghiệm ép bên sau khi hiệu chỉnh áp lực và thể tích, vẽ đường cong quan hệ áp lực  $P$  và thể tích  $V$  (hoặc giá trị hạ mực nước  $S$  của ống đo) (hình 2.42), có thể xác định áp lực tĩnh  $P_0$  của đất, áp lực dέo tới hạn  $P_t$ , áp lực tới hạn  $P_f$  và mô đun ép bên  $E_M$ , còn có thể cung cấp cường độ kháng cắt không thoát nước  $\tau$  của đất, mô đun cắt  $G$  và độ nhạy. Ứng dụng thành quả chủ yếu như sau:

### 1. Đánh giá sức chịu tải của đất nền

Dựa vào áp lực dέo tới hạn  $P_t$  thu được từ đường cong ép bên, dùng công thức dưới đây xác định giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải  $f_k$ :

$$f_k = P_t - P_0 \quad (2.58)$$

### 2. Tính toán lún

Dựa vào độ dốc đoạn đường thẳng trên đường cong ép bên, dùng công thức dưới đây để xác định mô đun ép bên  $E_m$  của đất nền (MPa):

$$E_m = 2(1 + v) \left( V_i + \frac{V_0 + V_f}{2} \right) \frac{P_f}{V_f - V_0} \quad (2.59)$$

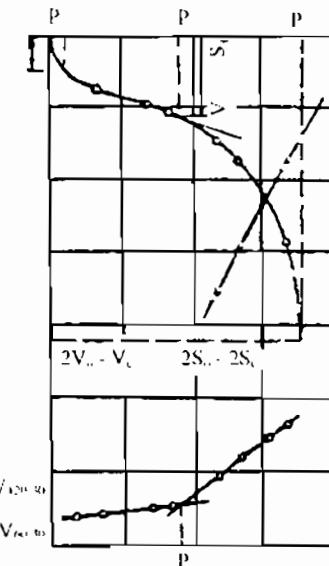
Hoặc:

$$E_m = 2(1 + v) \left( S_0 + \frac{S_0 + S_f}{2} \right) \frac{P_f}{S_f - S_0} \quad (2.60)$$

Trong đó:  $v$  - Hệ số giãn nở hướng bên của đất (hệ số poát sông);

$V_i$  - Thể tích ban đầu  $491\text{cm}^3$  của khoang trong bộ ép bên (nếu có lồng bảo vệ bằng kim loại là  $594\text{cm}^3$ );

$S_c$  - Thể tích ban đầu  $V_c$  của khoang trong bộ ép bên biểu thị bằng giá trị hạ mực nước  $S$  của ống đo ( $\text{cm}$ ), giá trị của nó có liên quan đến loại hình thiết bị ép bên.



**Hình 2.42. Đường cong ép bên**  
Trục tung: Thể tích  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) hoặc giá trị hạ mực nước của ống đo  $S$  ( $\text{cm}$ );  
Trục hoành: Áp lực  $P$  ( $\text{kPa}$ ).

## 2.6.4. Thí nghiệm tải trọng nền phức hợp

### I. Công dụng của thí nghiệm tải trọng nền

Thí nghiệm tải trọng là thông qua giá tải do được biến dạng lún tương ứng của nền, thu được đường cong quan hệ áp lực và biến dạng, từ đó xác định được sức chịu tải và mô đun biến dạng của đất nền. Thí nghiệm nén tĩnh là biện pháp do nguyên vị của nền cổ nhất và cũng đáng tin cậy nhất. Thực tế nó là thí nghiệm mô hình ở hiện trường mô phỏng điều kiện chịu tải của công trình. Khuyết điểm của phương pháp này là thời gian thí nghiệm dài, chi phí cao. Tuy vậy, đối với nền phức hợp nói chung đều tiến hành thí nghiệm tải trọng, để kiểm tra sức chịu tải và tính năng biến dạng của nền phức hợp.

### II. Thiết bị của thí nghiệm tải trọng nền

Thiết bị của thí nghiệm tải trọng nền chủ yếu gồm có thiết bị gia tải, thiết bị phản lực và đồng hồ đo. Thiết bị gia tải có tấm nén, kích; thiết bị phản lực có đầm thép, cục gia tải hoặc thanh neo (cọc); đồng hồ đo gồm đồng hồ áp lực dầu, đồng hồ bách phân.

### III. Những điểm chính của thí nghiệm tải trọng nền phức hợp

Những điểm chính của thí nghiệm tải trọng nền phức hợp là:

- Tấm nén của thí nghiệm tải trọng nền phức hợp của cọc đơn có thể hình tròn hoặc hình vuông, diện tích bằng diện tích xử lý chịu tải của một cây cọc; tấm nén của thí nghiệm tải trọng nền phức hợp của nhiều cọc có thể là hình vuông hoặc hình chữ nhật, kích thước của nó xác định theo diện tích xử lý chịu tải của số cọc thực tế.

- Cao độ đáy tấm nén bằng cao độ thiết kế mặt đáy của móng, dưới tấm nén có thể dùng cát thô làm phẳng.

- Có thể phân làm 8~12 cấp gia tải, tổng số gia tải không được ít hơn hai lần giá trị yêu cầu của thiết kế.

- Mỗi lần tăng một cấp tải trọng  $Q$ , trước và sau khi gia tải phải đọc và ghi lại độ lún  $S$  của tấm nén một lần, sau đó cứ nửa giờ đọc và ghi một lần. Nếu trong 1h độ lún tăng nhỏ hơn 0,1mm thì có thể gia tải cấp sau; đối với cọc rung hoặc cọc cát trong nền đất sét bão hòa, trong 1h độ lún tăng nhỏ hơn 0,25mm thì gia tải cấp sau.

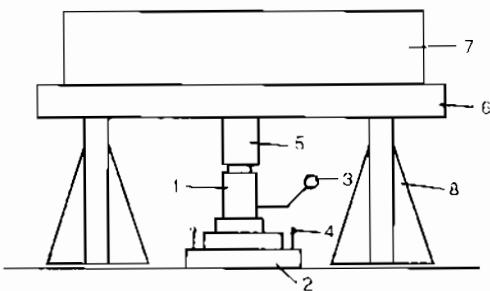
- Nếu xuất hiện một trong những hiện tượng sau, phải ngừng thí nghiệm:

- + Độ lún tăng nhanh đột ngột, đất bị đun ra hoặc xung quanh tấm nén xuất hiện vết nứt rõ rệt;

- + Độ lún cộng dồn đã lớn hơn đường kính hoặc chiều rộng của tấm nén 10%;

- + Tổng số gia tải đã lớn hơn hai lần giá trị yêu cầu của thiết kế.

- Hạ tải có thể chia đều thành 3 cấp, mỗi lần hạ một cấp, đọc và ghi độ hồi phục cho đến khi biến dạng ổn định.



Hình 2.43. Thiết bị thí nghiệm tĩnh tải

1. Kích;
2. Tấm gia tải;
3. Đồng hồ áp lực dầu;
4. Đồng hồ bách phân;
5. Đầm chính;
6. Đầm phụ;
7. Cục gia tải;
8. Giá đỡ.

- Xác định giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải của nền phèn hợp.
- + Nếu trên đường cong  $Q-S$  có tần số tới hạn rõ rệt, có thể lấy tải trọng tương ứng với tần số tới hạn đó;
- + Nếu tải trọng tới hạn có thể xác định, mà giá trị của nó nhỏ hơn 1,5 lần giá trị tải trọng tới hạn tương ứng, có thể lấy một nửa tải trọng tới hạn;
- + Xác định theo giá trị biến dạng tương đối:
  - Nền phèn hợp có cọc chấn động hoặc cọc cát đối với nền lấy đất sét làm chính: có thể lấy tải trọng tương ứng với  $s/b$  hoặc  $s/d = 0,02$  ( $b$  và  $d$  lần lượt là chiều rộng và đường kính của tấm nén); đối với nền lấy đất bột hoặc đất cát làm chính, có thể lấy tải trọng tương ứng với  $s/b$  hoặc  $s/d = 0,015$ ;
  - Nền phèn hợp có cọc đất: có thể lấy tải trọng tương ứng với  $s/b$  hoặc  $s/d = 0,01\sim 0,015$ ; đối với cọc vôi, có thể lấy tải trọng tương ứng với  $s/b$  hoặc  $s/d = 0,008$ ;
  - Nền phèn hợp có cọc chôn sâu hoặc phun, có thể lấy tải trọng tương ứng với  $s/b$  hoặc  $s/d = 0,004\sim 0,010$ .

### **2.6.5. Thí nghiệm nén tĩnh dọc trực cọc đơn**

#### *I. Công dụng của thí nghiệm nén tĩnh dọc trực của cọc đơn*

Một trong những vấn đề quan trọng của thiết kế móng cọc là xác định sức chịu tải của cọc. Đối với công trình xây dựng quan trọng, đều cần tiến hành thí nghiệm tĩnh tải đối với cọc. Thí nghiệm tải trọng có thể tiến hành trong giai đoạn thiết kế, để cung cấp chỗ dựa cho thiết kế; cũng có thể tiến hành trong giai đoạn thi công, kiểm nghiệm độ an toàn của thiết kế và chất lượng thi công.

#### *II. Thiết bị thí nghiệm nén tĩnh dọc trực của cọc đơn*

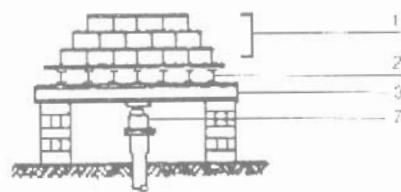
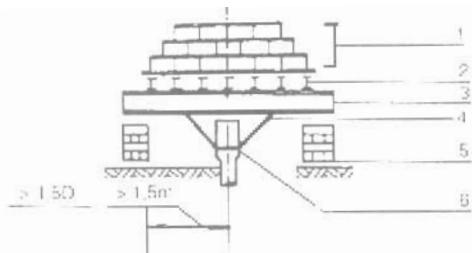
Phương pháp thí nghiệm nén tĩnh dọc trực của cọc đơn có phương pháp chất tái, phương pháp neo và phương pháp kết hợp. Thiết bị của nó và thí nghiệm tải trọng nền như nhau (hình 2.44, 2.45, 2.46).

#### *III. Những điểm chính của thí nghiệm nén tĩnh dọc trực của cọc đơn*

- Phân cấp tải trọng: Trị số mỗi cấp tải trọng khoảng  $1/5\sim 1/8$  trị số thiết kế sức chịu tải của cọc đơn.
- Khoảng cách thời gian đo đạc độ lún của đầu cọc: sau mỗi cấp gia tải, cách 5, 10, 15 phút đo đạc một lần, sau đó cứ cách 15 phút đo đạc một lần, cộng dồn sau một giờ cứ cách nửa giờ đạc một lần.
- Tiêu chuẩn ổn định: dưới tác động của mỗi cấp tải trọng, độ lún của cọc trong một giờ nhỏ hơn  $0,10\text{mm}$ .
- Điều kiện ngừng gia tải:

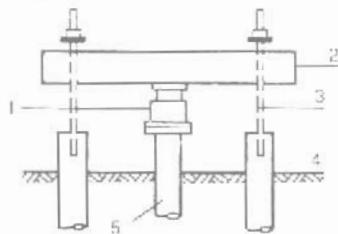
Khi xuất hiện một trong những trường hợp dưới đây, có thể ngừng già tải:

- + Nếu trên đường cong tải trọng-độ lún ( $Q-S$ ) có đoạn dốc xuống có thể phán đoán sức chịu tải của cọc, mà tổng mức lún đầu cọc vượt quá  $40\text{mm}$ ;
- + Sau khi tổng mức lún đầu cọc đạt được  $40\text{mm}$ , tiếp tục tăng hai cấp hoặc trên hai cấp tải trọng mà vẫn không có đoạn dốc xuống.



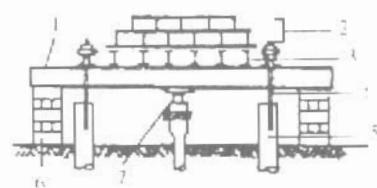
**Hình 2.44.** Sơ đồ phương pháp sàn chịu tải

1. Chất tải; 2. Sàn chất tải; 3. Dầm phản lực; 4. Cây chống nghiêng dự phòng; 5. Giá đỡ sàn; 6. Cọc thí nghiệm; 7. Kích giá tải.



**Hình 2.45.** Sơ đồ phương pháp neo cọc

1. Kích giá tải; 2. Dầm phản lực; 3. Thanh kéo liên kết; 4. Cọc neo; 5. Cọc thí nghiệm.



**Hình 2.46.** Sơ đồ phương pháp liên hợp neo và chịu tải

1. Dầm phản lực; 2. Chất tải; 3. Sàn chất tải; 4. Thanh kéo liên kết; 5. Cọc neo; 6. Giá đỡ sàn; 7. Kích giá tải.

- Quy định quan trắc hạ tải: giá trị mỗi cấp hạ tải bằng hai lần cấp giàn tải. Sau khi hạ tải từ cách 15 phút đo đọc số một lần, sau hai lần đọc số, cách nữa giờ lại đọc một lần, thì có thể hạ cấp tải trọng thứ hai. Sau khi hạ tải toàn bộ, cách 3~4h lại đọc một lần.

- Xác định sức chịu tải tối hạn của cọc đơn: vẽ đường cong tải trọng - độ lún ( $Q-S$ ), trên biến đó nên ghi rõ kích thước cấu tạo và mặt cắt địa chất của cọc thí nghiệm cùng với chỉ tiêu cơ học vật lí của các lớp đất.

+ Nếu đoạn dốc xuống rõ rệt, lấy giá trị tải trọng tương ứng với điểm bắt đầu đoạn dốc xuống:

+ Đối với cọc đúc sẵn có đường kính hoặc chiều rộng cọc dưới 550mm, dưới tác động của cấp tải trọng  $Q_{i+1}$  nào đó mà tỉ lệ giữa độ lún và lượng tăng tải trọng tương ứng  $\left(\frac{\Delta S_{i+1}}{\Delta Q_{i+1}}\right) > 0.1 \text{ mm/kN}$ , lấy giá trị tải trọng trước một cấp  $Q_i$ :

+ Nếu phù hợp với điểm thứ hai của điều kiện ngừng giàn tải, lấy tải trọng tương ứng với tổng độ lún  $S = 40\text{mm}$  của đầu cọc trên đường cong  $Q-S$ .

+ Đối với độ lún của móng cọc có yêu cầu đặc biệt, phải dựa vào tình hình cụ thể để chọn.

Cọc thí nghiệm tham gia thống kê, nếu thoả mãn điều kiện độ vênh lớn nhất không vượt quá 30% của giá trị bình quân, có thể lấy giá trị bình quân làm sức chịu tải dọc tối hạn của cọc đơn (đối với dài cọc có số cọc là 3 hoặc dưới 3 cây cọc, lấy giá trị nhỏ nhất).

Nếu độ chênh lệch quá lớn, phải tìm rõ nguyên nhân, khi cần thiết phải tăng số cọc thí nghiệm.

- Xác định giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải  $R_k$  của cọc đơn:

Lấy sức chịu tải dọc trực tiếp tối hạn của cọc đơn chia cho hệ số an toàn 2, được giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải  $R_k$  của cọc đơn.

- Thời gian bắt đầu thí nghiệm: cọc đúc sẵn sau 7 ngày đóng vào đất cát, (nếu là đất sét, phải xem cường độ của đất hồi phục để quyết định, nói chung không được ít hơn 15 ngày, đối với đất sét yếu bão hòa không được ít hơn 25 ngày). Cọc nhồi phải sau khi cường độ thân cọc đạt cường độ thiết kế mới tiến hành thí nghiệm.

### 2.6.6. Giới thiệu phương pháp đo động móng cọc

Phương pháp đo động móng cọc có nhiều loại, thiết bị máy móc cũng khác nhau, nhưng nói chung có thể chia thành hai loại: phương pháp đo động biến dạng nhỏ và phương pháp đo động biến dạng lớn. Năng lượng mà đo động biến dạng nhỏ tạo ra động lực tương đối nhỏ, do đó chủ yếu dùng để kiểm tra chất lượng móng cọc và tính hoàn chỉnh của thân cọc. Phương pháp chủ yếu của đo động biến dạng nhỏ có: phương pháp sóng phản xạ, phương pháp trơ kháng cơ học, phương pháp tham số động lực, phương pháp hiệu ứng thuỷ điện. Đo động biến dạng lớn do lực đóng búa tạo ra năng lượng tương đối lớn, làm cho cọc sinh ra độ xuyên nhất định, do đó không chỉ có thể dùng để phán đoán chất lượng thân cọc, mà chủ yếu dùng để xác định sức chịu tải dọc trực của cọc đơn. Phương pháp chủ yếu có: phương pháp đóng búa xuyên và phương pháp máy phân tích đóng cọc. Phương pháp đóng búa xuyên lại chia thành phương pháp đường cong  $Q_d - \Sigma S_d$ , phương pháp phương trình sóng và phương pháp công thức kinh nghiệm; phương pháp máy phân tích đóng cọc, dựa vào các phần mềm phân tích tính toán khác nhau có phương pháp Case và phương pháp Capwape.

Đo động biến dạng nhỏ chủ yếu dùng phương pháp trơ kháng cơ học và phương pháp sóng phản xạ. Phương pháp trơ kháng cơ học dùng kỹ thuật kích chấn quét tần ở trạng thái ổn định. Với mỗi tần số đều tập trung toàn bộ công suất của thiết bị kích chấn, có độ ôn và năng lực kích chấn tương đối cao. Phương pháp này có thể kiểm tra cọc tương đối dài, tương đối lớn, nhưng đối với phán đoán vị trí khuyết tật cục bộ kém hơn phương pháp phản xạ. Thiết bị của phương pháp sóng phản xạ nhẹ, thao tác đơn giản, có thể xác định một cách trực quan có hiệu quả vị trí và mức độ khuyết tật của thân cọc. Do năng lượng của phương pháp sóng phản xạ tương đối nhỏ, nói chung chỉ dùng cho cọc không dài lắm và đường kính nhỏ.

Phương pháp đóng búa xuyên dùng búa rơi ở độ cao nhất định đóng lên đầu cọc, đồng thời dùng đồng hồ để đo lực đóng búa  $Q_d$  mà đầu cọc gánh chịu và độ xuyên tương ứng  $S_d$  của đầu cọc, dựa vào đường cong quan hệ giữa  $Q_d$  với độ xuyên cộng dồn  $S_d$  xác định sức chịu tải của cọc đơn. Phương pháp này trực quan tin cậy, thiết bị đơn giản, thao tác dễ dàng.

Phương pháp máy phân tích đóng cọc bắt nguồn từ Mỹ và Thụy Điển. Ở Trung Quốc chủ yếu dùng hệ thống máy phân tích đóng cọc PDA của Mỹ, đồng thời tự nghiên cứu chế tạo các thiết bị và phần mềm tương tự. Ưu điểm của phương pháp Case là tốc độ phân tích

số liệu tương đối nhanh, có thể dùng phân tích và kiểm tra tức thời đóng cọc ở hiện trường. Nhưng phương pháp này yêu cầu cọc là thanh thẳng tiết diện không đổi và đồng chất, nếu không sai số kết quả sẽ tương đối lớn, do đó, không phù hợp với cọc nhồi. Kết quả của phương pháp Capwapc tương đối tin cậy, nhưng thời gian tính toán phân tích số liệu trong phòng tương đối nhiều, đòi hỏi trình độ chuyên môn của cán bộ kỹ thuật tương đối cao. Ngoài ra phương pháp Capwapc đòi hỏi độ xuyên của cọc tương đối lớn (thường lớn hơn 2mm), do đó đối với cọc chống đường kính lớn không thích hợp.

## 2.7. ĐO KIỂM TRA THẤM DỘT CỦA LỚP CHỐNG THẤM

### 2.7.1. Đo kiểm tra thẩm dột của lớp chống thấm mái

#### I. Dùng mắt đo kiểm tra thẩm dột của lớp chống thấm mái

Phương pháp thường dùng nhất để kiểm tra thẩm dột của lớp chống thấm mái là phương pháp kiểm tra bằng mắt. Bởi vì lớp chống thấm mái sau khi thẩm dột, luôn để lại dấu vết của nước trên công trình, do đó trên hiện trường về cơ bản có thể quan sát được tình trạng thẩm dột của mái. Sau khi quan sát được dấu vết của nước, có thể tiến thêm một bước phân tích vị trí và nguyên nhân thẩm dột. Dưới đây là vị trí thẩm dột mái thường gặp:

- Thẩm dột ở tường đầu hồi, tường chắn mái, vị trí thu nước của công trình.
- Khe co giãn và khe lún của công trình bị thẩm dột.
- Sê nô hoặc ô văng thẩm dột.
- Tấm mái nứt hoặc lớp chống thấm của mái nứt thẩm dột.

#### II. Đo kiểm tra bằng phương pháp nén khí vào vị trí thẩm dột mái

Nhật Bản đã nghiên cứu chế tạo thiết bị chẩn đoán thẩm dột thế khí kiểu DK. Thiết bị chẩn đoán này gồm máy nén khí, máy kiểm tra khí ra trên mái. Khi dùng, từ chỗ thẩm dột ở trong phòng ép khí floriang, trên mái dùng máy kiểm tra khí ra xác định vị trí khí thoát ra, đó chính là vị trí thẩm dột.

### 2.7.2. Đo kiểm tra thẩm ngấm mặt tường

#### I. Dùng mắt đo kiểm tra thẩm dột của lớp chống thấm mái

Vị trí thẩm của tường vẫn có thể phán đoán bằng vết nước trên tường. Khi kiểm tra thẩm tường bằng mắt, có thể chú ý các vị trí sau:

- Vị trí lõi lõm của tường dễ bị thẩm nước mưa.
- Vị trí chừa lỗ trong thi công dễ bị thẩm nước mưa.
- Lớp trát dễ bị thẩm nước mưa.
- Phần chân ban công hoặc phần đáy ô văng thẩm nước mưa.

#### II. Đo kiểm tra bằng phương pháp nén khí vào vị trí tường thẩm ngấm

Thiết bị chẩn đoán thẩm dột thế khí kiểu DK cũng có thể đo kiểm tra vị trí thẩm ngấm của tường, phương pháp kiểm tra như trên, khác nhau là ở chỗ dùng máy kiểm tra khí ra ở tường ngoài thay cho máy kiểm tra khí ra trên mái.