

HOÀNG NHƯ TẮNG — LÊ HUY NHƯ
NGUYỄN TRUNG HIẾU — NGUYỄN THẾ ANH



Thí nghiệm và Kiểm định[?] Công trình

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT
Hà nội 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách Thí nghiệm và Kiểm định Công trình được biên soạn trên cơ sở các tài liệu giảng dạy nhiều năm của Bộ môn Thí nghiệm và Kiểm định Công trình trong chương trình đào tạo kỹ sư các ngành công trình của trường Đại học Xây dựng, các tài liệu tham khảo trong và ngoài nước, các tiêu chuẩn, qui phạm hiện hành của Việt nam và nước ngoài, do tập thể cán bộ giảng dạy của Bộ môn thực hiện.

Nội dung cuốn sách trình bày các kiến thức cơ bản và cần thiết trong lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình. Lần đầu tiên được xuất bản với mục đích làm giáo trình môn học cho các sinh viên hệ đại học. Các học viên cao học, nghiên cứu sinh, cán bộ làm công tác nghiên cứu có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo khi tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm. Cùng với nhiều nội dung được trích dẫn từ các tiêu chuẩn, qui phạm hiện hành của Nhà nước và nước ngoài, các kỹ sư và kỹ thuật viên trong ngành xây dựng có thể sử dụng cuốn sách như một tài liệu kỹ thuật.

Trong giai đoạn Đất nước mới bắt đầu thời kỳ công nghiệp hóa, việc cập nhật các phương pháp và trang thiết bị thí nghiệm chưa theo kịp với sự phát triển của khoa học, công nghệ của thế giới. Cũng do trình độ của các cán bộ tham gia viết sách còn hạn chế, chắc chắn nội dung cuốn sách không khỏi còn nhiều thiếu sót.

Chúng tôi mong muốn và cảm ơn tất cả những ý kiến đóng góp của bạn đọc để Bộ môn hoàn thiện hơn nữa nội dung và cách trình bày cuốn sách trong các lần tái bản sau.

Các tác giả.

MỞ ĐẦU VÀ CÁC KHÁI NIỆM CHUNG

I. VAI TRÒ VÀ NHIỆM VỤ CỦA THÍ NGHIỆM VÀ KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH.

Thí nghiệm công trình là một lĩnh vực của Nghiên cứu thực nghiệm nhằm xác định và đánh giá khả năng làm việc thực tế của vật liệu và kết cấu công trình xây dựng để kiểm tra, so sánh với kết quả tính toán (lý thuyết). Thí nghiệm công trình bao gồm các thí nghiệm, thử nghiệm được thực hiện trên các mẫu thử vật liệu, cấu kiện và kết cấu công trình tuân theo một qui trình được xác lập bởi các mục tiêu của đề tài nghiên cứu, hay của các tiêu chuẩn, qui phạm hiện hành.

Trong quá trình xây dựng các phương pháp tính toán, các tác giả đã sử dụng nhiều giả thiết để đơn giản bớt nhiều hiện tượng và trạng thái làm việc phức tạp của vật liệu và kết cấu công trình cho phù hợp với các qui luật, tham số của các thuật toán đã lựa chọn. Những số liệu, thông số và các đặc trưng cơ lí của vật liệu được cung cấp ban đầu để đưa vào tính toán thông thường chưa thể đầy đủ, chính xác so với thực tế.

Nhiệm vụ cơ bản của Nghiên cứu thực nghiệm nói chung, Thí nghiệm công trình nói riêng là phát hiện, phân tích, đánh giá và rút ra những kết luận về khả năng làm việc thực tế - độ cứng, độ bền, độ ổn định và tuổi thọ của kết cấu công trình để so sánh với những kết quả đã tính toán bằng các phương pháp tính lý thuyết. Trong nhiều trường hợp, kết quả của Nghiên cứu thực nghiệm còn thay thế được lời giải của các bài toán đặc thù, phức tạp mà nếu sử dụng các phương pháp lý thuyết sẽ mất quá nhiều công sức, thậm chí không giải quyết được. Từ kết quả của Nghiên cứu thực nghiệm, các nhà khoa học tiếp tục sửa đổi, hoàn thiện các phương pháp tính đã có và có thể phát minh ra phương pháp tính mới cho kết quả có độ chính xác cao hơn.

Kiểm định công trình xây dựng là hoạt động khảo sát, kiểm tra, đo đạc, thử nghiệm, định lượng một hay nhiều tính chất của vật liệu, sản phẩm hoặc kết cấu công trình. Trên cơ sở đó, căn cứ vào mục tiêu kiểm định, tiến hành phân tích, so sánh, tổng hợp, đánh giá và rút ra những kết luận về công trình theo quy định của thiết kế và tiêu chuẩn xây dựng hiện hành được áp dụng. Khi tiến hành công tác kiểm định công trình, một nội dung quan trọng là tiến hành các thí nghiệm công trình để xác định các tính chất, các thông số kĩ thuật của sản phẩm hoặc kết cấu công trình.

Để phân tích, đánh giá và so sánh khả năng làm việc của vật liệu và kết cấu công trình, nội dung của các ngành khoa học liên quan như: *Sức bền vật liệu, Cơ học kết cấu, Vật liệu xây dựng, Kết cấu bê tông cốt thép và gạch đá, Kết cấu thép – gỗ, Công nghệ và kỹ thuật thi công v.v.* là những kiến thức không tách rời khỏi chuyên ngành Thí nghiệm và Kiểm định Công trình.

Những cán bộ khoa học làm công tác nghiên cứu, thiết kế các công trình xây dựng - Đặc biệt khi nghiên cứu, áp dụng các loại vật liệu mới, kết cấu mới, những công trình đặc biệt, không thể không tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm để kiểm tra các kết quả tính toán, so sánh, đánh giá sự làm việc thực tế của vật liệu và kết cấu công trình so với các giả thiết đã đặt ra.

Trong các phương pháp tính toán đang được sử dụng, các tiêu chuẩn và qui phạm hiện hành, cần có các đặc trưng cơ lí của vật liệu, các hệ số hoặc các giá trị của nhiều tham số được xác định bằng thực nghiệm. Đây cũng là một lĩnh vực có sự đóng góp của Thí nghiệm Công trình trong quá trình xây dựng các tiêu chuẩn, qui trình, qui phạm.

Chất lượng của công trình xây dựng mới, trước hết phụ thuộc vào chất lượng của các loại vật liệu sử dụng, vào qui trình và công nghệ thi công. Để so sánh, đánh giá chất lượng công trình với các yêu cầu kĩ thuật của đồ án thiết kế, công tác Thí nghiệm và Kiểm định đóng vai trò quan trọng để đảm bảo chất lượng công trình. Các kết quả Thí nghiệm và Kiểm định công trình là các tài liệu bắt buộc để nghiệm thu, lưu hồ sơ kĩ thuật để đưa công trình vào khai thác sử dụng.

Đối với các công trình đã và đang khai thác sử dụng, có thể do các nguyên nhân chủ quan hay khách quan, cần phải sửa chữa, cải tạo hay nâng cấp. Công tác Thí nghiệm và Kiểm định Công trình là bước đầu tiên cần thực hiện để phục vụ cho nhiệm vụ thiết kế sửa chữa, cải tạo hay nâng cấp công trình.

II. SƠ LƯỢC QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN KHOA HỌC THỰC NGHIỆM XÂY DỰNG.

2.1. Sự ra đời của khoa học thực nghiệm xây dựng.

Cũng như bất kỳ một lĩnh vực khoa học nào khác, sự ra đời của khoa học thực nghiệm xây dựng cũng dựa trên cơ sở nhu cầu đáp ứng những đòi hỏi của đời sống thực tế và quá trình sản xuất. Vào thời kỳ trước thế kỷ thứ 16, nền sản xuất chủ yếu dựa vào sức lao động thủ công với

những công xưởng nhỏ lẻ. Công trình xây dựng thường do một nhóm người có kinh nghiệm thực hiện. Họ vừa là tác giả đồ án thiết kế, vừa là người chỉ huy thi công xây dựng công trình. Bước sang thế kỷ 17 và đầu thế kỷ 18, sản xuất hàng hóa phát triển nhanh chóng do sự ra đời của máy hơi nước và tiếp theo đó là hàng loạt các máy móc cơ khí xuất hiện đã đưa năng suất lao động tiến những bước nhảy vọt. Nhu cầu về xây dựng các công xưởng với quy mô lớn và tập trung được hình thành đồng thời với việc mở rộng các công trình giao thông vận tải, phục vụ cho nhu cầu giao lưu hàng hoá không chỉ trong từng quốc gia và ngày càng phát triển ra ngoài biên giới các nước. Vì vậy, việc thiết kế và thi công phải đáp ứng nhu cầu xây dựng cả về quy mô và về tốc độ xây dựng công trình. Với tình hình trên, việc phân công lao động mang tính chuyên nghiệp là tất yếu: Một số người chuyên đi sâu vào công việc nghiên cứu lý thuyết tính toán thiết kế, một số khác chuyên thực hiện việc thi công công trình. Trong thời kỳ này, một số thí nghiệm về vật liệu đã bắt đầu được các nhà nghiên cứu thực hiện và phục vụ chủ yếu cho việc nghiên cứu thuộc lĩnh vực sức bền vật liệu. Lúc này, đối với công trình xây dựng, người ta quan tâm chủ yếu đến giá trị cường độ phá hoại vật liệu tương ứng với thời điểm và tải trọng ở giai đoạn phá hoại cấu kiện hay kết cấu. Những gì xảy ra trong suốt thời gian làm việc của vật liệu và cấu kiện trước đó hầu như không được quan tâm. Trong giai đoạn này đã có một số chuyên gia xây dựng đề xuất những thí nghiệm đầu tiên. Tuy những thí nghiệm này còn rất đơn giản, nhưng kết quả của nó đã đem lại sức thuyết phục và sự hấp dẫn hết sức mạnh mẽ. Có thể nêu một vài ví dụ điển hình sau đây:

- **Thí nghiệm mô hình kết cấu vòm vào năm 1732** của kỹ sư người Pháp tên là Danizơ. Đây là dạng kết cấu thường gặp trong các công trình cầu, nhà ở và công trình công nghiệp. Kết quả thí nghiệm đã chứng minh giả thiết do ông đề xuất là kết cấu dạng vòm ngàm ở 2 gối, dưới tác dụng của tải trọng phân bố gây nên sơ đồ phá hoại làm 4 đoạn chứ không phải làm 3 đoạn như quan niệm của nhiều người hồi bấy giờ.

- **Thí nghiệm cấu kiện dầm làm việc chịu uốn đơn giản vào năm 1767** của kỹ sư Duygamen (Pháp). Khi đó, những người làm công tác thiết kế vẫn chưa hình dung được rõ ràng về trạng thái làm việc của tiết diện của dầm chịu uốn. Bằng kết quả thí nghiệm trên các cấu kiện dầm gỗ, ông đã chứng minh được rằng: *trong tiết diện dầm chịu uốn, các thớ vật liệu ở vị trí khác nhau trong theo chiều cao tiết diện làm việc không giống nhau. Cụ thể là: các thớ vật liệu ở vùng phía trên của tiết diện làm việc chịu nén, còn các thớ ở vùng phía dưới của tiết diện – làm việc chịu kéo. Giữa 2 vùng nêu trên là trục không làm việc kéo hay nén gọi là trục trung hòa.* Cho đến nay, những kết quả nhận được nêu trên về trạng thái ứng suất biến dạng đối với dầm làm việc chịu uốn của tác giả vẫn giữ nguyên giá trị khoa học của nó.

- **Thí nghiệm mô hình kết cấu dầm vào năm 1776** của kỹ sư Kulibin tiến hành tại thủ đô Pêterbua(Nga) đã thu hút sự chú ý của nhiều chuyên gia xây dựng đương thời. Vào thời bấy giờ, việc xây dựng cầu bắc qua sông với nhịp lớn nhằm giảm số lượng mố cầu để giải phóng dòng chảy của sông là vấn đề đặt ra mà trước đó chưa giải quyết được. Ông quyết định kiểm tra sự làm việc của kết cấu dầm cầu dạng vòm, thiết kế dùng cho công trình cầu bắc qua sông Nêva nhịp 100 m bằng thực nghiệm trên mô hình thu nhỏ chỉ bằng 1/10 kích thước thật. Với kết quả thí nghiệm này, Kulibin không những xác định được tải trọng phá hoại của kết cấu khảo sát, mà còn đưa ra một số giả thiết cơ bản của lý thuyết mô hình hóa trong thí nghiệm công trình.

Tiếp theo những kết quả của Kulibin, nhà khoa học Nga Giurapxki cũng đã tiến hành một loạt thí nghiệm tương tự để tìm ra sự phân bố nội lực trong các thanh kết cấu dầm. Ông khẳng định vai trò của thực nghiệm là phương tiện không thể thiếu trong việc tìm tòi, chứng minh và hỗ trợ giải quyết những vấn đề lý thuyết phức tạp, rằng giá trị của một công trình xây dựng sẽ được đảm bảo và tăng lên rất nhiều nếu kèm theo nó có chứng minh của kết quả thực nghiệm.

2.2. Sự hình thành các phòng thí nghiệm xây dựng.

Đây là giai đoạn có những sự kiện lớn lao trong lịch sử phát triển nền kinh tế tư bản trên toàn thế giới, nhất là ở một loạt quốc gia châu Âu, châu Mỹ. Sản xuất công nghiệp phát triển mạnh mẽ cho năng suất lao động và chất lượng hàng hóa tăng cao chưa từng có. Đi đôi với sự lớn mạnh này là sự tăng trưởng của các lĩnh vực thuộc ngành xây dựng. Chúng phải được đáp ứng tương ứng về số lượng, qui mô và chất lượng những nhà xưởng, công trình giao thông, công trình văn hóa, nhà ở v.v... tại các trung tâm công nghiệp và thủ đô mỗi nước. Trong đó, các công trình giao thông vận tải mà trước hết phải kể đến hệ thống cầu đường bộ và đường sắt phát triển với quy mô quốc tế. Các ngành vật lý, hóa chất, luyện kim, chế tạo máy, cơ khí chính xác v.v. gần như đồng loạt có những bước tiến vượt bậc. Đó là nền tảng và cơ sở cho sự ra đời của những máy thí nghiệm và các thiết bị đo lường đầu tiên dùng trong thí nghiệm công trình. Đã đến lúc những thí nghiệm đơn giản, thường

được tiến hành ở ngoài trời là không còn phù hợp nữa, cần phải có nơi thực hiện công việc này một cách ổn định, chuyên nghiệp và đảm bảo độ chính xác, độ tin cậy cao hơn. Đó chính là các **Phòng thí nghiệm công trình** đầu tiên, nơi chuyên thực hiện các thí nghiệm phục vụ lĩnh vực xây dựng. Có thể kể đến một số phòng thí nghiệm nổi tiếng thời bấy giờ như:

- **Phòng thí nghiệm cơ học Cambrig** ra đời vào năm 1847 tại trường Đại học tổng hợp Cambrig(London). Lần đầu tiên trên thế giới có một cơ sở được tập trung trang bị những máy thí nghiệm chuyên dùng cho việc xác định các đặc tính cơ học của vật liệu và kiểm tra sự làm việc của những cấu kiện đơn giản.

- **Phòng thí nghiệm vật liệu xây dựng Péterbua** ra đời vào năm 1853 tại trường Đại học giao thông vận tải Péterbua(Nga). Chỉ trong vài năm sau đó, nó đã trở thành một trung tâm thí nghiệm vật liệu xây dựng có tiếng và sau đó không lâu, cũng tại đây bắt đầu thực hiện các thử nghiệm phục vụ nghiên cứu ứng dụng hàng loạt các cấu kiện và kết cấu xây dựng mới.

Vào những năm cuối của thế kỷ 19 (1895 - 1900) song song với việc phát triển trong giao lưu buôn bán giữa các nước, có sự trao đổi kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng nói chung và kỹ thuật thí nghiệm nói riêng. Tiếp theo các phòng thí nghiệm ở Anh và Nga là sự ra đời gần như đồng thời của các phòng thí nghiệm xây dựng tại thủ đô các nước châu Âu: ở Pari (Pháp), Berlin (Đức), Rôma (Ý). Nội dung thí nghiệm ngày càng đa dạng đối với tất cả các loại vật liệu thường dùng như gỗ, gang, thép, gạch đá. Về chủng loại cấu kiện thí nghiệm cũng phức tạp hơn nhiều: như cấu kiện và kết cấu tấm, dầm, dàn các loại, vòm, bể chứa v.v. Qua hoạt động và trao đổi kinh nghiệm giữa các phòng thí nghiệm tại thủ đô và trung tâm công nghiệp các nước châu Âu đã hình thành **hệ thống các Phòng thí nghiệm công trình**, về sau trở thành tổ chức có hoạt động thường xuyên và mang tính quốc tế. Một trong những kết quả nghiên cứu góp phần quan trọng vào lý thuyết tính toán kết cấu là thay đổi phương pháp tính theo cường độ phá hoại sang tính toán kết cấu theo trạng thái giới hạn mà ngày nay đang sử dụng phổ biến trong thiết kế các công trình xây dựng.

2.3. Sự phát triển của thí nghiệm xây dựng ở Việt nam.

Ở Việt nam, công tác thí nghiệm công trình mới bắt đầu hình thành từ sau hòa bình năm 1954. Với sự giúp đỡ của Trung Quốc, Liên Xô, và một số nước Xã hội chủ nghĩa khác, trên Miền Bắc nước ta, một số Phòng thí nghiệm công trình lần đầu tiên được xây dựng như :

- **Viện Khoa học Thủy lợi ?**

- **Viện Khoa học Công nghệ Giao thông vận tải** thuộc Bộ GTVT (Cầu Giấy - Hà Nội) được thành lập, cùng với việc xây dựng Phòng thí nghiệm đã đưa vào hoạt động vào những năm 1955 -1958. Những trang thiết bị thí nghiệm do Trung Quốc viện trợ. Tại đây, có thể tiến hành các thí nghiệm cơ bản về vật liệu và cấu kiện phục vụ ngành xây dựng công trình giao thông vận tải. Đây cũng là cơ sở đào tạo sinh viên đại học ngành xây dựng và giao thông cho những khóa học đầu tiên ở nước ta sau hòa bình. Trong quá trình hoạt động của mình, Viện Kỹ thuật Giao thông vận tải đã có những đóng góp tích cực về mặt kỹ KHKT giao thông vận tải nước ta, đặc biệt là trong thời kỳ chống Mỹ cứu nước. Bước vào thời kỳ kinh tế đổi mới, với việc bổ sung và nâng cấp nhiều trang thiết bị mới và hiện đại, Viện đã phát huy vai trò là trung tâm khoa học và công nghệ trong lĩnh vực GTVT nước ta.

- **Viện Khoa học - Công nghệ xây dựng**, thuộc Bộ Xây dựng (Nghĩa Đô - Hà Nội) xây dựng vào năm 1956 - 1960 cũng do Trung Quốc viện trợ. Trong Viện bao gồm một hệ thống các phòng thí nghiệm phục vụ công tác nghiên cứu cơ bản về xây dựng, một Phòng thí nghiệm công trình, nơi tiến hành thử nghiệm cấu kiện và mô hình kết cấu. Hoạt động của Viện ngày càng mở rộng và lớn mạnh, Viện được nhà nước đầu tư , bổ sung nhiều trang thiết bị hiện đại và là trung tâm Khoa học và Công nghệ trong lĩnh vực xây dựng của cả nước.

- **Phòng Thí nghiệm công trình** thuộc khoa Xây dựng trường Đại học Bách Khoa - Hà Nội là **Phòng Thí nghiệm và Kiểm định Công trình** trường Đại học Xây dựng(Tại nhà C3 - ĐH Bách khoa) xây dựng vào năm 1962-1964 do Liên Xô viện trợ, đây là phòng thí nghiệm được xếp vào loại hoàn chỉnh nhất về năng lực trang thiết bị, mặt bằng và năng lực của đội ngũ cán bộ khoa học trong lĩnh vực nghiên cứu thực nghiệm kết cấu công trình. Trong suốt thời kỳ chiến tranh chống Mỹ, Phòng thí nghiệm Công trình trường Đại học Xây dựng vẫn hoạt động liên tục đảm bảo yêu cầu công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học, nhiều đề tài nghiên cứu về kết cấu công trình phục vụ trực tiếp cho cuộc kháng chiến và phục vụ xây dựng đất nước được tiến hành tại đây.

- **Một số cơ sở thí nghiệm khác** thuộc các trường đại học, các Viện hoặc các Bộ có quản lý xây dựng(Trong đó chủ yếu là Bộ Xây dựng, Bộ Giao thông Vận tải, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn) được hình thành phần lớn từ sau hòa bình năm 1975 ở hầu hết các thành phố và trung tâm kinh tế từ Bắc vào Nam. Cho đến nay, số phòng thí nghiệm được công nhận là **Phòng Thí nghiệm chuyên ngành xây dựng**(LAS-XD) ở cả nước đã lên tới con số vài trăm. Tuy nhiên, số phòng thí nghiệm đủ năng lực thực hiện đầy đủ các thí nghiệm và phép thử cơ bản trong Thí nghiệm và Kiểm định Công trình cũng chỉ ở phạm vi trên dưới chục đơn vị.

III. PHÂN LOẠI PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM.

3.1. Căn cứ theo mức độ biến dạng của vật liệu thí nghiệm, phân chia phương pháp thí nghiệm thành 2 nhóm: Thí nghiệm phá hoại và thí nghiệm không phá hoại.

- + **Thí nghiệm phá hoại:** Là phương pháp tiêu chuẩn để xác định tính chất cơ lí của vật liệu, khả năng chịu tải của kết cấu thí nghiệm. Gia tải vào vật liệu hoặc kết cấu thí nghiệm cho tới tải trọng giới hạn, khi đó vật liệu hoặc kết cấu thí nghiệm bị phá hoại hoàn toàn.

- + **Thí nghiệm không phá hoại:** Là phương pháp gián tiếp, sử dụng các dụng cụ hay thiết bị thí nghiệm để xác định một hoặc nhiều thông số, tính chất nào đó của vật liệu hoặc kết cấu khảo sát, sau đó so sánh với thông số, tính chất chuẩn (có giá trị xác định trước) để đánh giá chất lượng của vật liệu hay kết cấu công trình. Các phương pháp không phá hoại thường được sử dụng trong công tác Kiểm định Công trình vì quá trình tiến hành thí nghiệm gần như không gây hư hại hoặc ảnh hưởng tới khả năng chịu tải của đối tượng khảo sát.

3.2. Căn cứ theo tính chất của tải trọng, phân thành thí nghiệm tĩnh và thí nghiệm động.

- + **Thí nghiệm tĩnh:** Thí nghiệm công trình dưới tác dụng của tải trọng tĩnh cho phép xác định trạng thái ứng suất, biến dạng và chuyển vị của cấu kiện và kết cấu trong công trình.

- + **Thí nghiệm động:** Tải trọng thay đổi theo thời gian tác dụng lên kết cấu công trình gây ra các tác động động lực học. Các tác động động lực ngoài ảnh hưởng đến độ cứng, độ bền, ổn định của kết cấu công trình còn tác động đến con người, máy móc, dây chuyền công nghệ và môi trường ở trong và kế cận của công trình khảo sát. Các dụng cụ và thiết bị đo sử dụng trong các thí nghiệm động cần có những đặc tính riêng vì cũng bị rung động và các thông số cần đo cũng thay đổi theo thời gian.

3.3. Căn cứ theo địa điểm thí nghiệm, phân thành thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và thí nghiệm hiện trường.

- + **Thí nghiệm trong phòng thí nghiệm:** Các thí nghiệm được tiến hành trong phòng thí nghiệm sẽ được đảm bảo các điều kiện tốt nhất. Máy thí nghiệm, thiết bị thí nghiệm(các dụng cụ, thiết bị đo, hệ gia tải), điều kiện đảm bảo an toàn, chiếu sáng, nhiệt độ v.v... được cung cấp và lắp đặt ổn định cùng với đội ngũ cán bộ kĩ thuật chuyên ngành đảm bảo cho các thí nghiệm có độ chính xác cao nhất.

- + **Thí nghiệm hiện trường:** Đối tượng khảo sát của Thí nghiệm và Kiểm định Công trình là các loại vật liệu và kết cấu công trình xây dựng. Những thí nghiệm cần phải thực hiện tại hiện trường được tiến hành chủ yếu trong công tác Kiểm định công trình để so sánh, đánh giá chất lượng công trình với các yêu cầu của đồ án thiết kế , của các tiêu chuẩn và qui phạm.hiện hành.

3.4. Căn cứ theo đặc điểm kích thước của đối tượng thí nghiệm: Thí nghiệm trên đối tượng nguyên hình hay trên mô hình.

- + **Thí nghiệm trên đối tượng nguyên hình (đối tượng thật):** Do đối tượng thí nghiệm có vật liệu và kích thước hình học thật, kết quả thí nghiệm phản ánh đúng khả năng làm việc của vật liệu và kết cấu thí nghiệm, hay nói cách khác: Thí nghiệm trên đối tượng nguyên hình cho kết quả trực tiếp, trung thực và chính xác nhất, kèm theo là chi phí thí nghiệm cao và trong một số trường hợp là không thể thực hiện được vì qui mô của kết cấu thí nghiệm quá lớn, chỉ có thể tiến hành trên các mô hình.

- + **Thí nghiệm trên mô hình:** Có thể một hoặc cả hai đặc trưng là vật liệu và kích thước hình học của đối tượng nghiên cứu cần phải thay thế bởi một đối tượng khác theo một qui luật vật lí nào đó thì ta gọi đối tượng được thay thế là mô hình vật lí. Thông thường qui luật vật lí được sử dụng là thu nhỏ các đặc trưng của đối tượng nghiên cứu.

Ngày nay, do nhiều ngành khoa học đạt được những thành tựu vượt bậc, người ta đã thay thế các đặc trưng của đối tượng nghiên cứu bằng những đặc trưng khác, thậm chí là phi vật chất □ như điện, các thuật toán...Phương pháp này gọi là mô hình tương tự.

Từ kết quả thí nghiệm trên mô hình, phải qua quá trình tính toán chuyển đổi sang cho đối tượng nghiên cứu, chính trong công đoạn này phải chấp nhận những sai lệch so với thực tế. Nhưng vì chi phí cho mô hình thấp hơn nhiều so với chi phí thí nghiệm kết cấu thực nên có thể tiến hành nhiều lần, số lượng lớn hơn cùng với việc sửa đổi các tham số mô hình hóa vẫn cho kết quả có độ tin cậy chấp nhận được.

CHƯƠNG I.

DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ ĐO ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG DÙNG TRONG THÍ NGHIỆM VÀ KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH

Thí nghiệm và Kiểm định Công trình là một chuyên ngành không thể tách rời các phương pháp đo lường, luôn sử dụng các dụng cụ và thiết bị đo như một công cụ để định tính, định lượng nhiều thông số đặc trưng cho độ cứng, độ bền của vật liệu và kết cấu công trình như chuyển vị, trạng thái ứng suất, biến dạng, tính đồng nhất, khuyết tật, rung động v.v. Vì vậy, việc lựa chọn phương pháp thí nghiệm phù hợp, chọn, bố trí và sử dụng các dụng cụ và thiết bị đo phù hợp để cho kết quả có độ chính xác cao là yêu cầu đầu tiên của chuyên ngành này.

Ngày nay, với sự phát triển toàn diện của các ngành khoa học kỹ thuật, đặc biệt là những bước tiến mang tính nhảy vọt của công nghệ chế tạo điện tử, công nghệ thông tin, đã có những ảnh hưởng trực tiếp đối với lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình. Sự tác động đó biểu hiện ở việc nhiều dụng cụ và thiết bị đo bảo đảm độ nhạy và độ chính xác cao, với các chức năng tự ghi, lưu trữ và xử lý kết quả thí nghiệm ở dạng kĩ thuật số đã làm thay đổi, và tạo ra các phương pháp thí nghiệm mới.

Dụng cụ đo là phương tiện đo (phương tiện kĩ thuật để thực hiện phép đo) để biến đổi tín hiệu của thông tin đo (giá trị của đại lượng đo) thành những dạng mà người quan sát có thể nhận biết trực tiếp được (đọc được trên bộ phận chỉ thị, hay ghi lại dưới dạng biểu đồ, hoặc những con số).

- Căn cứ theo cách thu nhận giá trị của đại lượng đo, dụng cụ đo được phân thành nhóm dụng cụ đo trực tiếp và dụng cụ đo so sánh.

Nhóm dụng cụ đo trực tiếp được dùng phổ biến vì khả năng đo nhanh. Các dụng cụ đo ở nhóm này, giá trị của đại lượng đo được biến đổi hoặc khuyết đại một hoặc một số lần liên tiếp rồi được đưa đến bộ phận chỉ thị- ví dụ: Cân đồng hồ, áp kế, đồng hồ đo độ võng, đồng hồ đo chuyển vị v.v...

Nhóm dụng cụ đo so sánh là các dụng cụ đo để so sánh trực tiếp đại lượng đo với đại lượng có giá trị đã biết trước (vật đo, vật chuẩn). Đặc điểm của dụng cụ đo so sánh là độ chính xác cao hơn so với dụng cụ đo trực tiếp, nhưng đòi hỏi nhiều thao tác nên mất thời gian và đòi hỏi điều kiện nơi thực hiện phép đo nghiêm ngặt hơn ví dụ: Cân đĩa, áp kế pistong, cầu đo điện trở v.v... .

- Căn cứ theo cách chỉ thị giá trị đại lượng đo, dụng cụ đo được phân thành nhóm dụng cụ đo chỉ trị và dụng cụ đo ghi.

Dụng cụ đo chỉ trị là dụng cụ đo cho phép đọc trực tiếp các số chỉ thị giá trị đại lượng đo. Dụng cụ đo chỉ trị lại được phân thành nhóm dụng cụ đo liên tục (analog) và dụng cụ đo hiện số (digital).

Dụng cụ đo ghi được phân thành nhóm dụng cụ đo tự ghi và dụng cụ đo in. Nhóm dụng cụ đo tự ghi thể hiện giá trị đại lượng đo bằng một biểu đồ ghi trên băng giấy ví dụ: máy ghi dao động, nhiệt kế độ ẩm v.v... Các dụng cụ đo in thể hiện đại lượng đo bằng những con số in trên giấy.

Thiết bị đo là tập hợp các dụng cụ đo và các thiết bị phụ liên kết với nhau về chức năng và được đặt trong cùng một vị trí hay một địa điểm để đo một hoặc nhiều đại lượng. Ví dụ: Thiết bị thử nghiệm từ biến của bê tông nhẹ, thiết bị xác định hệ số momen xiết của bulông cường độ cao v.v...

Dưới tác dụng của tải trọng, trong kết cấu công trình xuất hiện các biến dạng, chuyển vị trong vật liệu kết cấu. Chuyển vị và biến dạng là những tham số quan trọng nhất để đánh giá độ cứng, độ bền của kết cấu công trình. Các giá trị chuyển vị và biến dạng này thường rất nhỏ mà mắt thường không xác định được về mặt định lượng. Vì vậy, các dụng cụ và thiết bị đo chuyển vị và biến dạng không thể thiếu trong lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình.

Các dụng cụ và thiết bị đo được thiết kế, chế tạo theo các nguyên lý, độ chính xác và phạm vi hoạt động khác nhau. Để đảm bảo độ chính xác của đại lượng cần đo, việc nắm vững nguyên lý hoạt động, các đặc trưng kĩ thuật và phạm vi sử dụng của các dụng cụ và thiết bị đo để chọn, bố trí và sử dụng chúng là yêu cầu đầu tiên khi tiến hành các thí nghiệm.

Căn cứ vào tính chất của các đại lượng cần đo, người ta chia các dụng cụ và thiết bị đo thường được sử dụng trong lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình thành các nhóm chính sau:

- **Các dụng cụ và thiết bị đo chuyển vị:** Các chuyển vị của kết cấu công trình theo phương thẳng đứng thường gặp như: độ võng của các cấu kiện chịu uốn, độ lún gối tựa, độ lún của

cọc móng□; cũng có thể là các chuyển vị ngang như chuyển vị ngang đầu cột, chuyển vị ngang do mất ổn định của kết cấu dàn, tường □

- **Các dụng cụ và thiết bị đo biến dạng:** Việc đo trực tiếp được giá trị ứng suất xuất hiện trong vật liệu kết cấu là không thực hiện được (đây là đại lượng hai thứ nguyên). Dựa trên cơ sở kết cấu thí nghiệm làm việc trong giai đoạn đàn hồi, quan hệ ứng suất-biến dạng tuân theo định luật Hook, bằng cách đo biến dạng của vật liệu sẽ cho phép xác định giá trị ứng suất tại điểm cần đo.

- **Các dụng cụ và thiết bị đo lực, đo áp suất và đo momen:** Tải trọng tác dụng lên kết cấu sẽ làm phát sinh giá trị ứng suất- biến dạng . Để xác định chính xác các giá trị này thì yêu cầu đầu tiên là phải xác định chính xác giá trị tải trọng tác dụng lên kết cấu. Các dụng cụ và thiết bị đo lực, đo áp suất và đo momen nhằm xác định các giá trị của tải trọng đặt lên kết cấu khi tiến hành thí nghiệm.

Trong các nhóm dụng cụ và thiết bị đo nói trên, ngoài nhóm dụng cụ và thiết bị đo lực, áp suất và mô men nhằm xác định giá trị của tải trọng tác dụng khi tiến hành thí nghiệm, các nhóm dụng cụ và thiết bị đo khác đều được sử dụng chủ yếu khi nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng trên đối tượng khảo sát. Trong mỗi nhóm dụng cụ và thiết bị đo có thể có nhiều chủng loại được thiết kế và chế tạo theo những cơ sở vật lý và sơ đồ cấu tạo khác nhau. Như vậy, trong các phép đo sẽ nhận được những kết quả với độ chính xác khác nhau. Do vậy trước khi tiến hành thí nghiệm, cần cứ vào các đặc trưng của đối tượng khảo sát, tính chất của tham số cần đo và yêu cầu độ chính xác của nó để lựa chọn các dụng cụ và thiết bị đo thích hợp.

Trong khảo sát, việc đo lường các tham số trên kết cấu công trình, không phải trường hợp nào các thiết bị và dụng cụ đo có sẵn cũng đáp ứng được các đòi hỏi của phép đo; trong nhiều trường hợp cần phải tìm kiếm những biện pháp đo cũng như cải biến các thiết bị đo có sẵn thì mới đáp ứng được yêu cầu của phép đo.

Với mỗi dụng cụ và thiết bị đo, nguyên lý hoạt động của nó được đặc trưng ở bộ phận chuyển đổi, khuếch đại và chỉ thị đại lượng cần đo. Tuy nhiên, dù hoạt động theo nguyên lý nào, khi sử dụng trong các thí nghiệm, các dụng cụ và thiết bị đo cần đáp ứng được một số yêu cầu cơ bản sau:

- Có độ chính xác phù hợp với đại lượng cần đo: Thông thường, dụng cụ đo có độ chính xác cao hơn, thì phạm vi đo nhỏ hơn, các yêu cầu về lắp đặt cao hơn và giá thành đắt hơn.
- Đảm bảo hoạt động ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm: Cần thực hiện đúng các yêu cầu bảo quản và sử dụng của nhà sản xuất. Việc lắp đặt, hiệu chỉnh và đọc số liệu khi tiến hành thí nghiệm phải do các kĩ thuật viên chuyên nghiệp thực hiện.
- Chịu được các tác động của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, các rung động □ Các dụng cụ đo điện tử chịu tác động của nhiệt độ và độ ẩm cao hơn các dụng cụ đo cơ học. Các dụng cụ cơ học với các chi tiết cơ khí có trọng lượng lớn rất nhạy cảm với rung động vì lực quán tính.

1.1 CÁC DỤNG CỤ ĐO CHUYỂN VỊ

1.1.1. Đồng hồ đo độ võng (Vông kế)

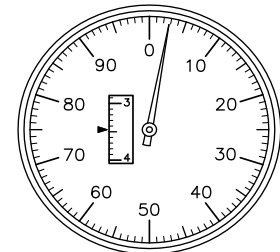
a. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động

Mặt ngoài của vông kế thấy trên hình 1.1. Kim quay trên mặt chia 100 vạch tròn kín đánh số từ 0 đến 99 để ta đọc chữ số hàng chục và đơn vị.

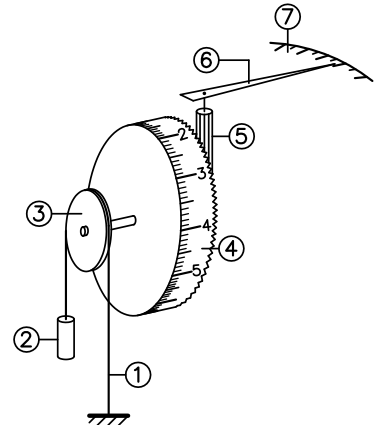
Cửa sổ chữ nhật có thang chia được đánh số từ 0 đến 9. Mỗi khoảng lại được chia làm 10 vạch nhỏ. Ta đọc chữ số hàng trăm trên thang chia ở cửa sổ này.

Số chỉ vông kế trên hình 1.1. là 343. Sơ đồ cấu tạo hệ thống chuyển động của vông kế được thể hiện trên hình 1.2.

Dây thép (1) treo quả nặng (2) được vắt qua ròng rọc (3). Đầu kia của dây thép được buộc vào điểm có chuyển vị trên kết cấu. Ròng rọc (3) gắn với bánh răng (4) có khắc vạch và đánh số chữ số hàng trăm nhìn thấy qua cửa sổ trên mặt vông kế. Bánh răng (4) làm quay trục răng (5) có gắn kim (6) theo tỉ số truyền 1:10. Kim (6) quay trên mặt chia 100 vạch (7). Cấu tạo này biến chuyển vị thẳng của kết cấu thành chuyển động



Hình 1.1. Mặt đồng hồ đo độ võng



Hình 1.2. Cấu tạo hệ chuyển động của vông kế

quay của kim và được khuếch đại lên 10 lần. Ta gọi hệ số khuếch đại của vồng kế: $K_v = 10 = 10^1$.

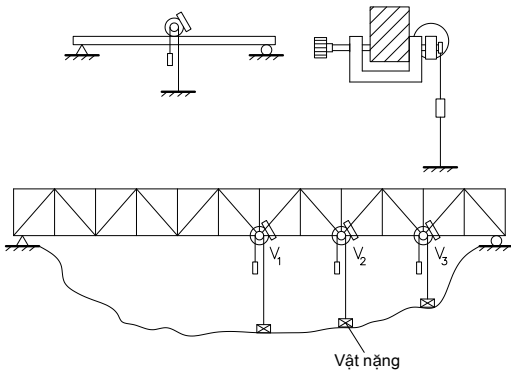
b. Các đặc trưng kỹ thuật

- Khoảng đo không giới hạn, do vậy vồng kế được dùng để đo các chuyển vị lớn.
- Dây thép có đường kính $\varnothing 0,2 \div 0,3\text{mm}$.
- Quả nặng có trọng lượng $m = 1 \div 3\text{kg}$.
- Giá trị 1 vạch: $\delta_1 = 1/K_v = 0,1\text{mm}$.

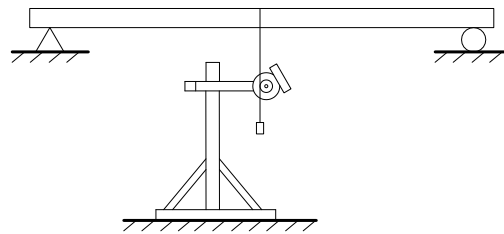
c. Lắp đặt và yêu cầu sử dụng

Vồng kế được cố định vào kết cấu hay giá cố định bằng gá kẹp được chế tạo sẵn. Vồng kế có thể được lắp tại vị trí cần đo chuyển vị trên kết cấu thí nghiệm (hình 1.3) hoặc lắp vồng kế cố định bên ngoài kết cấu thí nghiệm (hình 1.4) nhưng phải điều chỉnh sao cho phương của đoạn dây thép phía đầu buộc trùng với phương của chuyển vị. Ở cách lắp vồng kế cố định có thể thay đổi hướng chuyển vị bằng ròng rọc lăn, có thể kéo dài dây và thay đổi vị trí đặt vồng kế đến vị trí thuận lợi cho việc đọc số liệu (hình 1.5.).

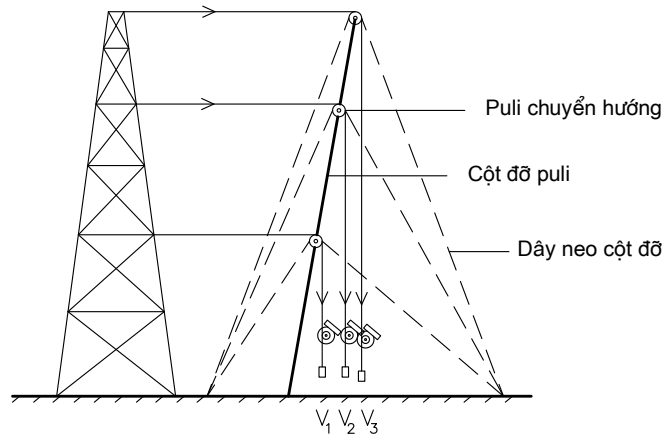
d. Một số ví dụ về bố trí vồng kế đo chuyển vị trên kết cấu công trình



Hình 1.3. Lắp đặt vồng kế trên kết cấu cần đo chuyển vị



Hình 1.4. Lắp đặt vồng kế cố định bên ngoài kết cấu



Hình 1.5. Dùng vồng kế đo chuyển vị ngang.

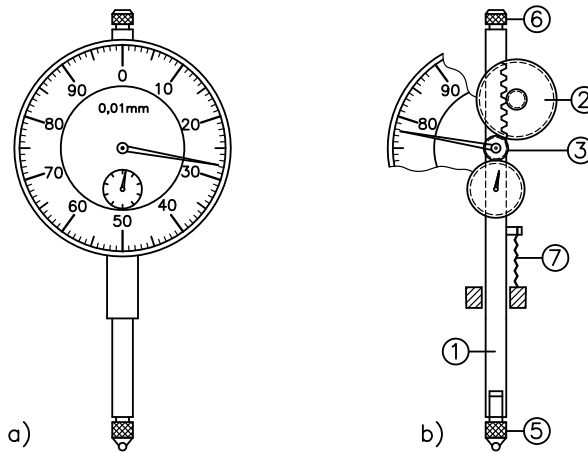
1.1.2. Đồng hồ đo chuyển vị - Indicator

a. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của Indicator cơ học.

Thanh răng và hệ thống bánh răng biến chuyển động thẳng của chuyển vị thành chuyển động quay và khuếch đại lên thành chỉ số trên kim (hình 1.6.a.).

Thanh răng (1) có đầu tì (5) được gắn viên bi thép tiếp xúc với điểm chuyển vị và đẩy bằng vít (6) làm quay bánh răng kép (2). Bánh răng (3) gắn kim dài quay trên bảng tròn chia 100 vạch từ 0 đến 99 để chỉ số hàng chục và đơn vị. Kim ngắn gắn trên bánh răng (4) được truyền động từ bánh răng (3) với tỉ số 1:10. Trên bảng chia của kim ngắn ta đọc chữ số hàng trăm (nếu khoảng đo lớn

hơn 10mm thêm số hàng ngàn). Số lớn nhất trên bảng chia này cũng là khoảng đo của đồng hồ.

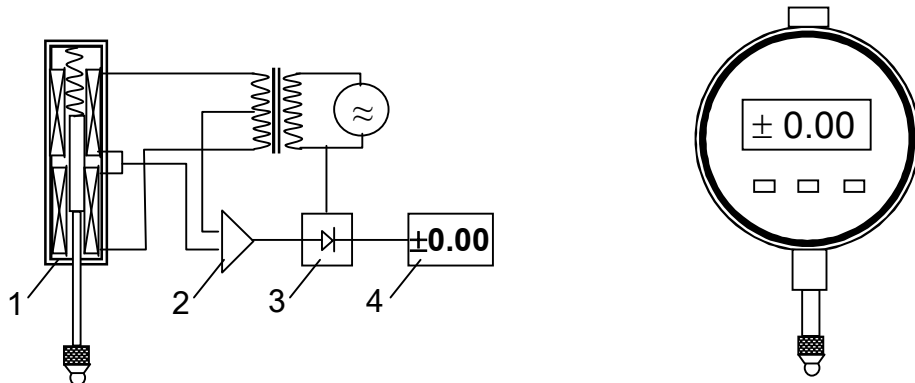


Hình 1.6.a. Sơ đồ cấu tạo của Indicator cơ học.
a) Hình dạng Indicator b) Sơ đồ hệ thống chuyển động

Mặt ngoài của Indicator được thể hiện trên hình 1.6.a. Chỉ số trên hình được đọc là 128. Giá trị 1 vạch của Indicator được ghi dưới dạng thập phân 0,01; 0,001 hoặc 0,002 ngay trên mặt đồng hồ.

Hệ thống lò so (7) giữ cho đầu tì (5) luôn tiếp xúc với điểm chuyển vị với một lực tì không quá 5N.

b. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của Indicator điện tử(Digital Indicator).



Hình 1.6.b. Sơ đồ cấu tạo của Indicator điện tử.
a) Sơ đồ cấu tạo. b) Hình dạng bên ngoài

Đầu đo điện cảm kiểu vi sai (1) có gắn bi thép tì trên điểm có chuyển vị làm lõi sắt non chuyển động trong lòng hai cuộn dây đồng trục chuyển đổi chuyển vị thành dòng điện cảm ứng. Sau khi được khuếch đại (2) và chỉnh lưu (3) đến chỉ thị (4) là màn hình chỉ thị số(hình 1.6.b.).

Thiết bị có độ nhạy rất cao, có thể đạt đến 0,01 μ m. Khoảng đo thường nhỏ hơn ± 25 mm (vị trí 0 nằm ở giữa thang đo).

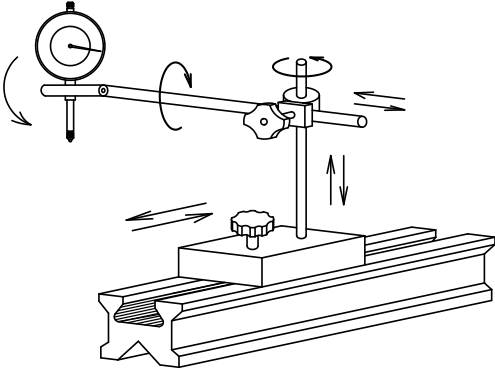
Trong các ngành kĩ thuật, kể cả loại Indicator cơ và điện, thông thường có hai loại được sử dụng phổ biến:

- Loại Indicator có giá trị 1 vạch $\delta_1 = 0,01$ (mm), hệ số khuếch đại $K_1 = 10^2$ còn được gọi là bách phân kế có khoảng đo từ 10 đến 50mm.

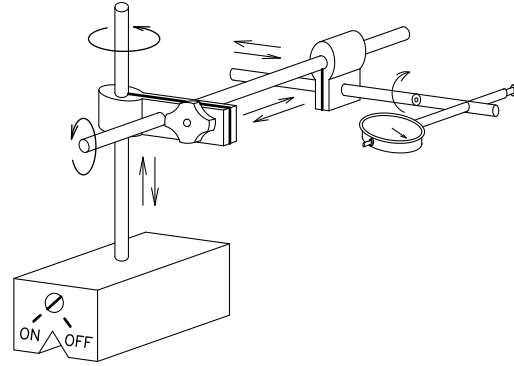
- Loại Indicator có giá trị 1 vạch $\delta_1 = 0,001$ (mm) = 1 μ m, hệ số khuếch đại $K_1 = 10^3$ còn được gọi là thiên phân kế có khoảng đo từ 2 đến 10mm.

c. Lắp đặt và sử dụng Indicator.

Bộ giá để lắp Indicator được chế tạo sẵn (hình 1.7.). Đế thép có trọng lượng 5 ÷ 6 kg để giữ ổn định. Chuyển động trượt và quay của các cần, các khớp trên bộ giá cho phép ta thực hiện cả 6 bậc tự do để điều chỉnh Indicator đến vị trí mong muốn cần đo. Sau khi điều chỉnh cần vặn chặt các vít hãm để cố định vị trí.



Hình 1.7. Bộ giá để lắp Indicator



Hình 1.8. Bộ đế từ để lắp Indicator khi đo

Ngoài bộ giá dùng trọng lượng chân đế để giữ ổn định, còn có bộ giá từ (nam châm) với trọng lượng nhỏ, lực hút vào thép lớn rất thuận tiện cho việc gá lắp Indicator trong các thí nghiệm kết cấu thép (hình1.8).

Khi lắp đặt Indicator vào vị trí đo chuyển vị cần chú ý một số yêu cầu như sau:

- Trục của Indicator (trục thanh răng) phải trùng với phương chuyển vị.
- Đầu ti có bi thép cần tiếp xúc với bề mặt phẳng, nhẵn. Đối với bề mặt vữa hay bê tông có thể mài nhẵn, bôi keo hoặc đánh bóng bằng xi măng nguyên chất, hoặc có thể dùng tấm kính nhỏ dày $\delta = 3 \div 5\text{mm}$ kê giữa mặt tiếp xúc và bi thép.

Đồng hồ Indicator được dùng rất rộng rãi trong các ngành kỹ thuật. Trong ngành cơ khí chế tạo người ta còn gọi là đồng hồ rà (đo độ mấp mô, độ không phẳng các bề mặt), đồng hồ so (đo dung sai so với kích thước chuẩn). Trong các thí nghiệm nghiên cứu và kiểm định kết cấu CT Indicator được dùng để đo nhiều đại lượng trong các ứng dụng khác nhau.

- Đo chuyển vị: Các chuyển vị gối, các chuyển vị ngang khi kết cấu mất ổn định, đo độ võng với các kết cấu có độ võng không lớn lắm như một vồng kê có độ nhạy cao.

- Đo biến dạng: Indicator được lắp vào gối và dùng thanh chống qua gối thứ 2 ta có dụng cụ đo biến dạng (Tenzomet) được dùng nhiều để đo biến dạng của kết cấu có vật liệu kém đồng nhất như kết cấu BTCT, khối xây gạch, đá□

Khi Indicator được lắp vào các bộ giá chuyên dùng được chế tạo sẵn ta có các dụng cụ đo biến dạng chuyên dùng như Comparator, Extenzomet□

- Đo biên độ dao động ở các kết cấu chịu tải động với tần số thấp.

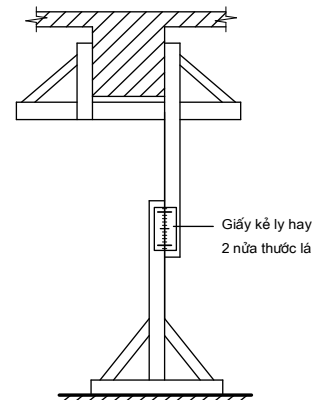
Tóm lại: *Indicator được dùng trong lĩnh vực thí nghiệm và kiểm định kết cấu công trình như một đồng hồ đo “vạn năng”.*

1.1.3. Một số dụng cụ đo chuyển vị đơn giản tự tạo.

Ở những nơi xa xôi, hay điều kiện khó cho phép tìm kiếm, sử dụng các dụng cụ đo chuyển vị có độ chính xác cao như vồng kê, Indicator, người cán bộ kỹ thuật vẫn cần biết và kiểm soát được giá trị chuyển vị hay độ võng của kết cấu với độ chính xác chấp nhận được ($0,5 \div 1\text{mm}$). Có thể gia công, chế tạo ra các dụng cụ đơn giản để sử dụng tại chỗ.

- Dụng cụ không khuếch đại:

Dùng gỗ hay thép để chế tạo một bộ giá kẹp vào kết cấu tại vị trí đo chuyển vị và một chân đế đặt lên mặt cố định là sàn dưới(hình 1.9) .

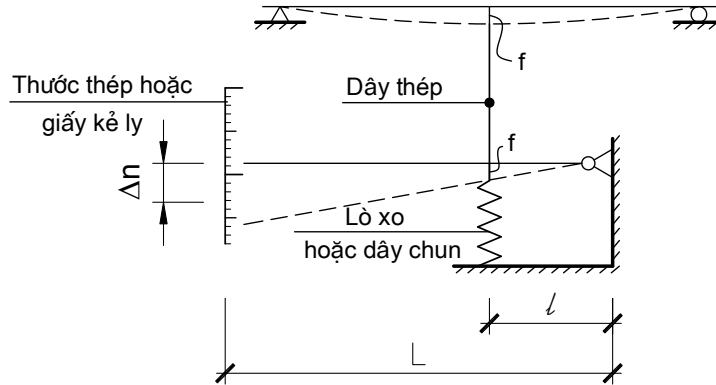


Hình 1.9

Tại vùng giáp nhau giữa 2 thanh đứng của kẹp và để dán 2 nửa thước là hặc 1 mảnh giấy kẻ ly (nếu dùng giấy kẻ ly thì nên dán 1 mảnh chồng lên 2 thanh rồi dùng dao mỏng rạch đúng vạch trượt giữa 2 thanh).Ta đọc được chuyển vị từ độ lệch giữa hai nửa thước lá hay hai nửa mảnh giấy kẻ ly.

- Dùng cánh tay đòn để khuếch đại chuyển vị:

Có thể sử dụng cơ cấu cánh tay đòn để khuếch đại chuyển vị lên vài lần (hình 1.10)



Hình 1.10. Sử dụng cánh tay đòn để khuếch đại chuyển vị.

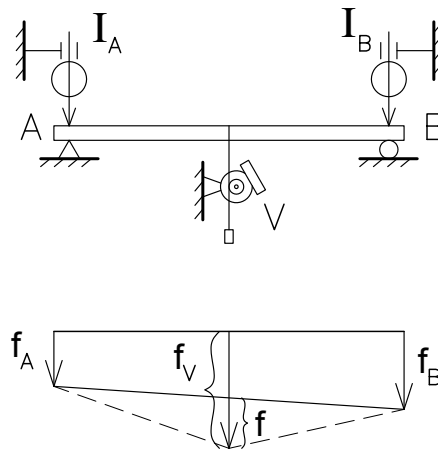
Số đọc được trên thước lá hay giấy kẻ ly là Δn sẽ cho ta chuyển vị thật của kết cấu:

$$f = \frac{1}{L} \cdot \Delta n [\text{mm}]$$

1.1.4. Một số nguyên tắc chọn và bố trí các dụng cụ đo chuyển vị.

Bằng các kết quả tính toán lý thuyết ban đầu và kinh nghiệm, có thể dự báo giá trị chuyển vị tại những vị trí khác nhau trên kết cấu. Chọn các dụng cụ đo có độ nhạy cao(indicator) cho những điểm đo chuyển vị gồi hay độ lệch phương đứng có các chuyển vị ngang vì giá trị chuyển vị ở những điểm đo này thường nhỏ. Các tiết diện gần giữa nhịp của những kết cấu nhịp lớn, nhất là các kết cấu thép có liên kết bu lông hay đinh tán thường có chuyển vị lớn nên dùng võng kế để không bị giới hạn về khoảng đo.

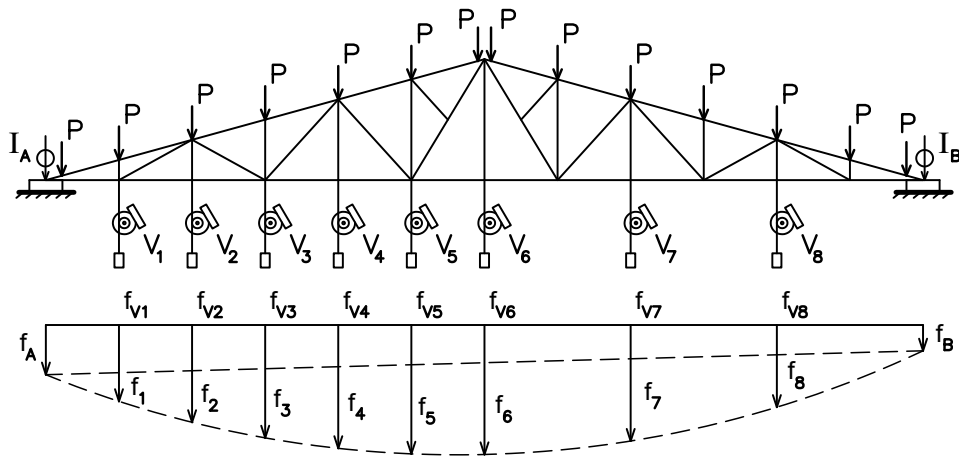
Số lượng dụng cụ đo chuyển vị được dùng trong một thí nghiệm còn phụ thuộc vào quy mô của kết cấu thí nghiệm. Một kết cấu đơn giản chịu uốn tối thiểu cần dùng 3 dụng cụ đo. Hai Indicator I_a và I_b đo độ lún gối A và B, một võng kế V đo độ võng tại tiết diện giữa là vị trí có chuyển vị lớn nhất.



Hình 1.11. Bố trí dụng cụ đo độ võng của dầm.

Độ võng lớn nhất ở giữa dầm:
$$f = f_v - \frac{f_a + f_b}{2}$$

Ở những kết cấu có trục đối xứng, dụng cụ đo chuyển vị cần bố trí ở các gối để đo độ lún. Thông thường chỉ cần bố trí dụng cụ đo độ võng trên một nửa của kết cấu, nửa còn lại chỉ cần bố trí ở một vài điểm để kiểm tra so sánh với nửa kia.



Hình 1.12. Bố trí dụng cụ đo độ võng trên kết cấu có trục đối xứng

1.2. CÁC DỤNG CỤ ĐO BIẾN DẠNG - TENZOMET

Khi vật liệu còn làm việc trong giới hạn đàn hồi, quan hệ tuyến tính giữa ứng suất σ và biến dạng tương đối ε thông qua định luật Hook:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Trong đó: E : mô đun đàn hồi của vật liệu chế tạo kết cấu.

$\varepsilon = \Delta l / L$: biến dạng dài tương đối

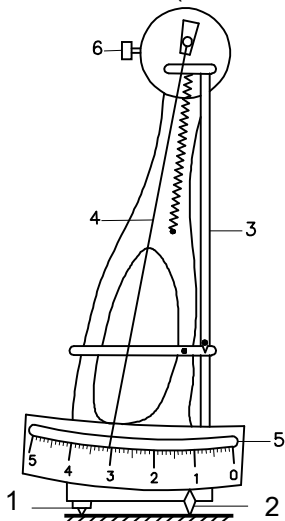
Biến dạng dài tuyệt đối Δl là giá trị thay đổi vị trí tương đối giữa hai điểm chọn trước trên thớ vật liệu khảo sát có khoảng cách L trước khi vật liệu biến dạng, L được gọi là chuẩn đo. Các dụng cụ dùng để đo giá trị biến dạng dài tuyệt đối Δl được gọi là các dụng cụ đo biến dạng hay các Tenzomet.

Nếu vật liệu có ứng suất kéo, thớ vật liệu bị dãn ra thì Δl là số dương và ngược lại, khi vật liệu bị nén Δl là số âm. Các chỉ số đọc trên Tenzomet cũng tuân theo quy luật này.

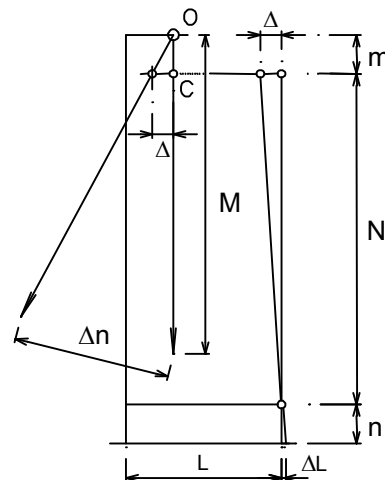
1.2.1. Tenzomet đòn.

a. Sơ đồ cấu tạo và các đặc trưng kỹ thuật

Loại Tenzomet cơ học khuếch đại biến dạng tuyệt đối Δl bằng hệ thống đòn bẩy nên được gọi là tenzomet đòn (hình 2.1). Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của nó được thể hiện trên hình 2.2.



Hình 2.1. Tenzomet đòn



Hình 2.2. Sơ đồ cấu tạo của Tenzomet đòn

Trên khung Tenzomet có lưỡi dao cố định (1). Lưỡi dao di động (2) hình quả trám có mang đòn (3). Đòn (3) đẩy kim (4) quay trên bảng chia (5) có 50 vạch. Độ khuếch đại của hệ thống đòn bẩy:

$$\Delta n = \Delta l \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{M}{m}$$

Các giá trị M, m, N, n được chọn sao cho tỷ số:

$$\frac{N}{n} \cdot \frac{M}{m} = K_T = 10^3$$

- K_T là hệ số khuếch đại của Tenzomet đòn
- Giá trị 1 vạch trên bảng chia :

$$\delta_1 = \frac{1}{K_T} = 0,001 \text{ mm} = 1 \mu\text{m}$$

- Hiệu số Δn giữa lần đọc sau và lần đọc trước cho ta giá trị biến dạng:

$$\Delta l = \Delta n \cdot \delta_1 = \Delta n \cdot \frac{1}{K_T}$$

- Chuẩn đo $l=20\text{mm}$ là khoảng cách giữa dao cố định và dao di động. Khi lắp bộ gá ngoài có thể tăng chuẩn đo lên tới 200mm.

b. Cách gá lắp và điều chỉnh Tenzomet đòn.

- Khi gá lắp Tenzomet vào vị trí đo, trục của Tenzomet (trùng với chuẩn đo) phải trùng với phương biến dạng.

- Bề mặt vật liệu ở vị trí Tenzomet phải phẳng, nhẵn và đủ cứng để các lưỡi dao không bị trượt khi vật liệu kết cấu biến dạng. Các lớp sơn, mạ trên bề mặt của kết cấu thép cần cạo bỏ và đánh ráp cho phẳng, nhẵn. Bề mặt bê tông hay lớp vữa ngoài nếu đã bị phong hoá cần đục tẩy và mài nhẵn. Có thể dùng xi măng nguyên chất để đánh nhẵn bề mặt hoặc keo dán để phủ tạo lớp mặt nhẵn, cứng.

Chiều quay của kim trên bảng chia vạch phụ thuộc và biến dạng kéo hoặc nén. Việc điều chỉnh để đặt vị trí ban đầu của kim được thực hiện nhờ vít chỉnh (6). Nếu chưa dự đoán được chiều của biến dạng ta để kim ở khoảng giữa của bảng chia vạch. Sau mỗi cấp tải, nếu kim sắp vượt ra khỏi bảng chia, chỉnh vít (6) để đưa kim trở lại vị trí trước khi gia tải cấp tiếp theo.

Tenzomet đòn có cấu tạo đơn giản, các liên kết khớp và bản lề của hệ đòn bẩy dễ bị xô lệch nên chỉ dùng Tenzomet đòn để đo biến dạng ở trạng thái tĩnh. Độ nhạy của Tenzomet đòn không cao nhưng nó ít chịu ảnh hưởng của môi trường nên có độ tin cậy cao.

Ngoài Tenzomet đòn, có những loại Tenzomet cơ học khác là Tenzomet quang học, Tenzomet dây rung. Nhưng những loại Tenzomet này ít được sử dụng trong các thí nghiệm nghiên cứu và kiểm định chất lượng công trình.

1.2.2. Tenzomet điện trở

Tenzomet điện trở là một dụng cụ đo được sử dụng rộng rãi, có hiệu quả, cho độ chính xác cao khi đo biến dạng dài tương đối trong nghiên cứu thực nghiệm và kiểm định chất lượng công trình.

Tenzomet điện trở có các đặc điểm chính sau:

- Có độ nhạy cao(đo được biến dạng nhỏ đến 10^{-6}).
- Đo biến dạng ở các trạng thái tĩnh và động(do trọng lượng rất nhỏ nên lực quán tính không đáng kể khi có rung động).
- Đo được biến dạng theo nhiều phương ở một vùng vật liệu nhỏ. Vì vậy có thể xác định được ứng suất ở những vùng vật liệu có trạng thái ứng suất biến dạng phức tạp, cục bộ.
- Đo biến dạng từ khoảng cách xa với số lượng điểm đo lớn trong một khoảng thời gian ngắn. Có thể bán tự động, tự động xử lý số liệu và hiển thị kết quả bằng các phần mềm máy tính.
- Khi sử dụng thêm thiết bị phụ, có thể đo nhiều tham số cơ học khác nhau như đo lực, đo áp suất, đo trọng lượng, đo chuyển vị□
- Một nhược điểm của Tenzomet điện trở là chịu nhiều ảnh hưởng của môi trường(như nhiệt độ, độ ẩm□). Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm như nước ta, thì việc bảo quản thiết bị và sử dụng nó cũng gặp một số khó khăn nhất là với các thí nghiệm ngoài hiện trường.

a. Nguyên lý của phép đo

Phương pháp đo biến dạng bằng Tenzomet điện trở dựa trên nguyên lý sự thay đổi điện trở của dây dẫn tỷ lệ bậc nhất với sự thay đổi chiều dài của nó.

Trị số điện trở R của dây dẫn được xác định bằng công thức:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

Trong đó: ρ là điện trở suất của dây dẫn.

L là chiều dài dây dẫn

A là diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn.

Từ (1) ta có :

$$\ln R = \ln \rho + \ln l - \ln A$$

Sự biến đổi tương đối của điện trở là:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta l}{l} - \frac{\Delta A}{A} \quad (2)$$

Trong công thức (2) thì tỷ số $\frac{\Delta l}{l} = \epsilon$ chính là biến dạng theo phương chiều dài dây.

Nếu gọi $\epsilon = \epsilon_x$ thì biến dạng theo phương đường kính dây được xác định theo công thức:

$$\epsilon_y = \epsilon_z = -\mu \epsilon$$

trong đó μ là hệ số Poisson.

Thực hiện phép biến đổi tương đương tỷ số $\frac{\Delta A}{A}$ được:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta(\pi R^2)}{\pi R^2} = \frac{2\pi R \Delta R}{\pi R^2} = 2 \frac{\Delta R}{R} = 2\epsilon_y = -2\mu \epsilon$$

Đặt $\frac{\Delta \rho}{\rho} = \Psi \epsilon$. Thay các giá trị vào công thức (2) ta có:

$$\frac{\Delta R}{R} = \epsilon + \Psi \epsilon + 2\mu \epsilon = (1 + 2\mu + \Psi) \epsilon = k \epsilon \quad (3)$$

Với $k = 1 + 2\mu + \Psi$

Hệ số k được gọi là hệ số độ nhạy(Các nước nói tiếng Anh gọi là Gauge faktor).

Phương trình (3) thường được gọi là phương trình cơ bản của Tenzomet điện trở.

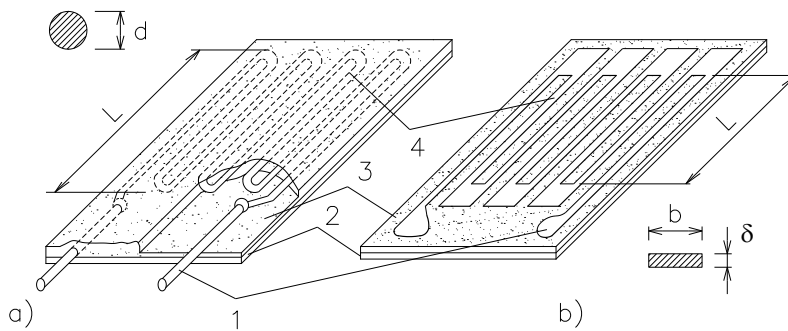
- Nếu dây điện trở được làm bằng kim loại, thường là constantan(hợp kim Cu 60%, Ni 40%) thì giá trị của k = 1,8 ÷ 2,2.

- Nếu dây điện trở được làm bằng chất bán dẫn, thường là silic, thì giá trị của k=100 ÷ 120.

b. Cấu tạo của Tenzomet điện trở:

- **Tấm điện trở dây kim loại:** Còn được gọi là tem điện trở vì nó mỏng và cũng dán lên bề mặt vật liệu như một chiếc tem.

Tấm điện trở gồm một miếng giấy(hay chất dẻo) cách điện gọi là lớp nền (2). Dây điện trở (4) được đặt nhiều lượt trên chiều dài l gọi là chuẩn đo và được dán chặt vào lớp nền(hình 2.3.).



Hình 2.3. Cấu tạo tấm điện trở

a. Kiểu dây tiết diện tròn; b. kiểu dây tiết diện dẹt
1- Dây nối tiếp; 2- Lớp nền; 3- lớp keo; 4- Dây điện trở

Tiết diện dây điện trở có thể tròn- đường kính $\Phi 0,01 \div \Phi 0,04\text{mm}$, có thể dẹt- mỏng vài μm . Hai đầu dây điện trở được hàn nối với đầu nối có tiết diện lớn hơn ($\Phi 0,1 \div \Phi 0,2\text{mm}$) để dễ hàn chặt với đầu dây dẫn về máy đo. Người ta phủ dây điện trở đã dán chặt vào nền bằng một lớp nền khác hoặc bằng keo phủ kín để bảo vệ.

Các thông số kỹ thuật của tấm điện trở dây kim loại:

- Chuẩn đo: $l=5, 10, 20, 50$ và có thể đến 200mm .
- Điện trở: $R=60, 120, 300, 350, 600$ và có thể đến 1000Ω .
- Hệ số nhạy: $k=1,8 \div 2,2$. Giá trị chính xác được các hãng chế tạo cung cấp.
- Biến dạng nhỏ nhất có thể đo được $0,1\mu\epsilon$ ($1\mu\epsilon=1\mu\text{m}/\text{m}$ và được gọi là một đơn vị biến dạng).

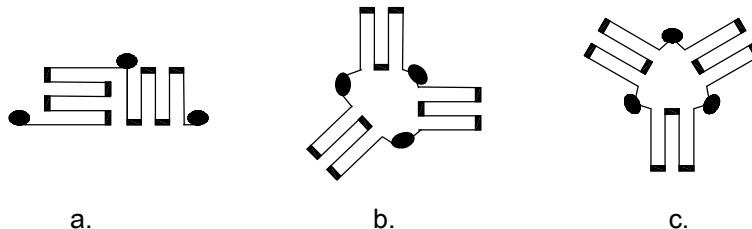
- Khả năng chịu tải trọng động: 10^7 chu kỳ.
- Nhiệt độ công tác: $-10^\circ\text{C} \div +100^\circ\text{C}$.

- **Tấm điện trở dây bán dẫn:** Sơ đồ cấu tạo của tấm điện trở bán dẫn tương tự như tấm điện trở kim loại nhưng được thay điện trở kim loại bằng chất bán dẫn nên kích thước của tấm điện trở rất nhỏ.

Các thông số kỹ thuật của tấm điện trở bán dẫn:

- Chuẩn đo: $l=0,5 \div 5\text{mm}$.
- Điện trở: $R=120\Omega$.
- Hệ số nhạy cảm: $k=100 \div 120$.
- Biến dạng nhỏ nhất đo được $0,001\mu\epsilon$
- Khả năng chịu tải trọng động: 10^6 chu kỳ.
- Nhiệt độ công tác: $-55^\circ\text{C} \div 150^\circ\text{C}$

Các tấm điện trở dây dẹt thường được chế tạo bằng công nghệ in phim và ăn mòn hoá học lớp hợp kim Constantan đã được dán lên lớp nền giống như công nghệ chế tạo các bản mạch in điện trở. Bằng công nghệ này, người ta chế tạo ra các tấm điện trở đặc biệt có nhiều dây điện trở trên cùng một lớp nền và gọi là các hoa điện trở (hình 2.4.). Các hoa điện trở chiếm diện tích nhỏ, dùng để đo biến dạng ở những vị trí có trạng thái ứng suất biến dạng phức tạp.



Hình 2.4. Một số loại hoa điện trở

Khi đã biết hai phương chính:

Khi chưa biết phương chính:

a. Hoa điện trở có hai dây vuông góc

b. Hoa điện trở 45°

c. Hoa điện trở 60°

c. Phương pháp đo:

Từ phương trình cơ bản của Tenfomet điện trở ta có: $\Delta R = k.\epsilon.R$.

Để đo sự thay đổi ΔR , người ta dùng cầu điện trở Wheatstone (hình 2.5).

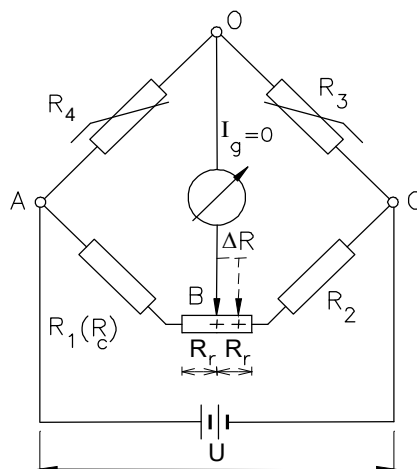
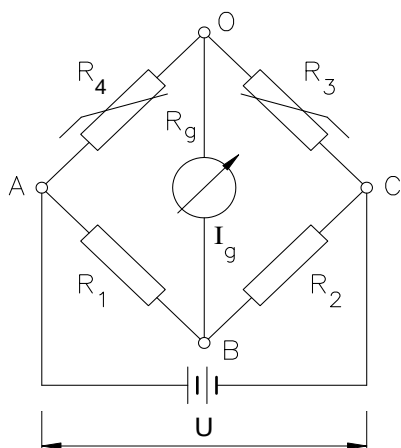
Điều kiện để cầu cân bằng (dòng điện kế $I_g = 0$) là:

$$R_1 / R_2 = R_4 / R_3 \text{ hay là: } R_1 R_3 = R_2 R_4$$

- Nếu ta dán tấm điện trở R_1 lên vị trí cần đo biến dạng và gọi nó là tấm điện trở công tác R_c . Khi vật liệu trên kết cấu biến dạng, trị số của R_c thay đổi, lúc đó điều kiện cân bằng cầu phá bị vỡ, xuất hiện dòng điện I_g đi qua điện kế. Ta thiết lập sự tương ứng giữa I_g và biến dạng tương đối ϵ thì chỉ cần đọc giá trị I_g trên điện kế là có thể biết được biến dạng tương đối ϵ của điểm đo. Ta gọi phương pháp này là phương pháp đo lệch cầu.

- Mắc vào điểm B Một điện trở con chạy r (hình 2.8). Trước khi có biến dạng tại điểm đo R_c ta dịch chuyển con chạy để cân bằng cầu. Khi vật liệu tại R_c biến dạng, giá trị R_c thay đổi, cầu mất

cân bằng. Ta điều chỉnh con chạy một lượng Δr để cầu cân bằng trở lại và thiết lập tương ứng giữa Δr và biến dạng dài ε thì chỉ cần đọc chỉ thị Δr là có được biến dạng tại điểm đo R_c . Phương pháp này gọi là phương pháp cân bằng cầu.



Hình 2.5. Mạch cầu điện trở Wheatstone Hình 2.6. Phương pháp đo cầu cân bằng

Trong thực tế giá trị Δr rất nhỏ, người ta phải khuếch đại bằng các bộ phận điện tử, việc dịch chuyển con chạy được thực hiện bằng các thiết bị tự động. Thiết bị này gọi là máy đo biến dạng điện trở.

Các máy đo biến dạng điện trở thường dùng phương pháp cân bằng cầu vì ở phương pháp đo lệch cầu giá trị I_g không những phụ thuộc vào sự thay đổi điện trở R_c mà còn phụ thuộc vào điện áp nguồn không đổi trong suốt quá trình đo ở nhiều điểm trên kết cấu là rất phức tạp và khó khăn.

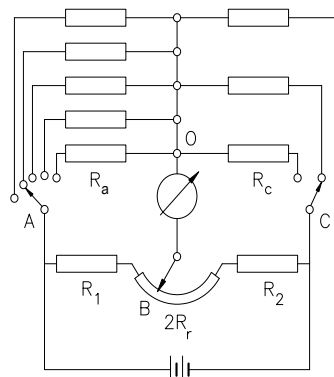
Sự thay đổi điện trở của tấm điện trở công tác R_c không những phụ thuộc vào biến dạng tại điểm đo mà còn phụ thuộc vào nhiệt độ của môi trường. Để làm giảm ảnh hưởng của môi trường, ta dán tấm điện trở thứ 2 trong cầu là R_2 lên cùng loại vật liệu với vật liệu thí nghiệm, đặt trong cùng môi trường thí nghiệm nhưng không chịu tải trọng (không biến dạng) và gọi tấm điện trở này là tấm điện trở bù nhiệt R_b .

Hình 2.7 là sơ đồ một máy đo biến dạng với nhiều điểm đo.

- Các tấm điện trở công tác R_{ci} được mắc song song. Trong cùng một thí nghiệm nên chọn tất cả các tấm điện trở công tác (và cả tấm bù nhiệt R_b) có cùng trị số điện trở R .

- Trường hợp thí nghiệm với tải trọng động nên chọn chuẩn đo của tấm điện trở tỉ lệ nghịch với tốc độ gia tải.

- Để tấm điện trở R_{ci} làm việc tốt, cần đảm bảo quy trình dán tấm điện trở lên điểm đo đã chọn. Thông thường các hãng chế tạo tấm điện trở có hướng dẫn quy trình và cung cấp keo dán phù hợp. Keo dán không phù hợp có thể làm hỏng tấm điện trở, bởi các chất hoá học trong keo và nền của các tấm điện trở xảy ra các phản ứng hoá học.



Hình 2.7. Sơ đồ máy đo biến dạng với nhiều điểm đo

Quy trình dán tấm điện trở vào điểm đo theo thứ tự các bước như sau:

- Làm phẳng, nhẵn bề mặt vật liệu tại vị trí đo.
- Kẻ phương của biến dạng (nếu đã xác định được).
- Rửa sạch bề mặt vật liệu bằng cồn hay axêton.
- Quét lớp keo mỏng đóng vai trò □cấy chân□ lên điểm đo để làm phẳng, nhẵn, cứng bề mặt vật liệu và chờ khô.
- Quét keo vào cả mặt lớp □cấy chân□ và nền tấm điện trở. Đặt đúng vị trí và phương, miết nhẹ và ép giữ ở áp lực phù hợp trong thời gian cần thiết chờ cho keo khô.

- Bôi lớp keo phủ, sau đó dán ni lông hoặc băng dính phủ mặt trên của tấm điện trở đã dán để bảo vệ nó khỏi sự xâm thực của môi trường.
- Đo kiểm tra điện trở đã dán bằng Ohmet(đồng hồ đo điện trở).
- Hàn đầu dây nối mạch về máy, đo kiểm tra trị số điện trở lần cuối.

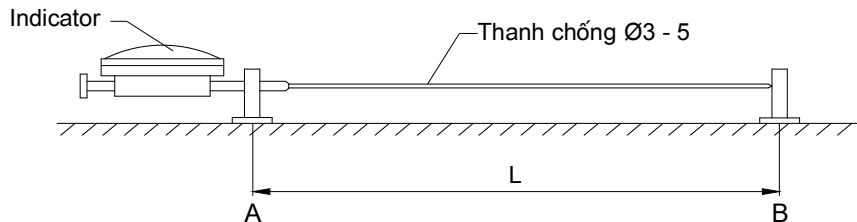
1.2.3. Đo biến dạng bằng Indicator.

Bằng các bộ gá lắp chuyên dụng, người ta chuyển Indicator thành dụng cụ đo biến dạng có chuẩn đo lớn (có thể tới 1000mm) rất thích hợp với mục đích đo biến dạng của các kết cấu lớn và vật liệu kém đồng nhất như các kết cấu bê tông, khối xây gạch, đá. Mặt khác Indicator và các bộ gá chuyên dụng ít bị ảnh hưởng của môi trường (nhiệt, ẩm, bụi). Vì vậy các loại dụng cụ đo biến dạng dùng Indicator được dùng rất phổ biến trong Thí nghiệm và Kiểm định Công trình.

1.2.3.1. Đo biến dạng bằng Indicator có thanh chống

Trên phương của biến dạng, lấy 2 điểm A và B có khoảng cách là chuẩn đo $l = 200 \div 1000\text{mm}$ (l phụ thuộc vào vật liệu và biến dạng). Cố định vào 2 điểm A và B các gối được chế tạo sẵn. Tại A đặt gối có lỗ $\varnothing 8$ để lắp Indicator, tại B đặt gối có lỗ côn để đỡ thanh chống.

Trường hợp cho phép khoan vào vật liệu kết cấu thì dùng các vít nở $\varnothing 6 \div 8$ để cố định gối. Nếu không khoan được thì dùng loại gối có chân đế phẳng được dán bằng keo vào bề mặt vật liệu đã được làm phẳng, nhẵn (hình 2.8).



Hình 2.8. Đo biến dạng bằng Indicator kết hợp thanh chống.

Thanh chống bằng thép tròn $\varnothing 3 \div 5\text{mm}$ được kéo thẳng, tốt nhất dùng thép cường độ cao, 2 đầu được mài côn, có chiều dài tương ứng với chuẩn đo l đã chọn. Đầu tỳ bì của Indicator được tháo ra để chống đầu côn của thanh chống. Vít hãm trên gối A được xiết vừa đủ để cố định Indicator vào gối.

Nếu dùng một Tenfomet tròn có hệ số khuyết đại $K_T = 10^3$ và sử dụng chuẩn đo $l = 200\text{mm}$; thì tương ứng với một vạch trên Tenfomet tròn có biến dạng tương đối là:

$$0,001 / 200 = 5 \cdot 10^{-6} = 5 \mu\text{m}$$

Nếu dùng Indicator có hệ số khuyết đại $K_I = 10^3$ và sử dụng chuẩn đo $l_{AB} = 500\text{mm}$ thì tương ứng với một vạch trên Indicator có biến dạng tương đối là:

$$0,001 / 500 = 2 \cdot 10^{-6} = 2 \mu\text{m} .$$

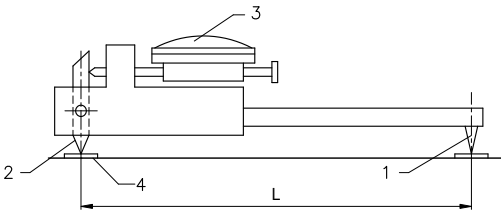
Như vậy, so với dùng tenzomet tròn ta đã tăng độ nhạy lên 2,5 lần.

1.2.3.2. Comparator □ Dụng cụ đo biến dạng cầm tay.

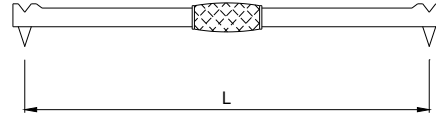
Comparator là một dụng cụ đo biến dạng sử dụng Indicator lắp trên một giá chuyên dùng được chế tạo sẵn cùng với thanh chuẩn có hệ số nở nhiệt nhỏ, độ bền cao. Dụng Comparator để đo biến dạng của kết cấu công trình nhiều lần trong một thời gian dài. Các biến dạng theo thời gian thường gặp là biến dạng từ biến, chùng ứng suất của các cấu kiện dự ứng lực, các kết cấu chịu tác động của môi trường nhiệt, ẩm.

Vào các thời điểm cần đo biến dạng, Comparator mới được đặt vào vị trí đo để đọc số liệu, sau đó thiết bị được □giải phóng□ để không bị ảnh hưởng của môi trường được bảo quản tại phòng thí nghiệm.

Sơ đồ cấu tạo của Comparator được thể hiện trên hình 2.9. Chân cố định(1) có hình chóp nhọn gắn cố định trên giá đỡ có tay cầm. Đầu kia giá đỡ có lưỡi dao di động (2) để truyền biến dạng vào đầu tỳ Indicator (3). Điểm mút đầu nhọn của dao được đặt khít vào lỗ côn trên miếng thép không gỉ (4) gọi là hạt chân. Hạt chân được cố định vào bề mặt vật liệu biến dạng bằng keo dán với khoảng cách l (chuẩn đo) do thanh chuẩn (hình 2.10) xác định. Trên thanh chuẩn còn có 2 lỗ côn cũng có khoảng cách l.



Hình 2.9. Comparator



Hình 2.10. Thanh chuẩn

- Bề mặt vật liệu tại vị trí dán hạt chân được làm phẳng, nhẵn và sạch. Dùng thanh chuẩn ép đầu chóp nhọn vào 2 lỗ của 2 hạt chân đã được bôi keo giữ im để chờ keo khô.

- Đặt Comparator vào lỗ thanh chuẩn (đo trên thanh chuẩn) ta có chiều dài chuẩn đo l_{KC1} đọc được trên Indicator. Sau đó đặt Comparator vào hạt chân trên kết cấu (đo trên kết cấu) ta có chiều dài đo kết cấu lần 1 là l_{C1} . Giá trị độ lệch $\Delta l_1 = l_{KC1} \square l_{C1}$ có thể bằng 0 hoặc khác 0, đó là kết quả ngẫu nhiên.

- Tại thời điểm đo biến dạng lần 2. Đo trên thanh chuẩn có l_{C2} , đo trên kết cấu có l_{KC2} .

Độ giãn quy ước: $\Delta l_2 = l_{KC2} \square l_{C2}$.

Biến dạng của vật liệu kết cấu giữa 2 lần đo sẽ là:

$$\Delta l = \Delta l_2 \square \Delta l_1 = l_{KC2} \square l_{KC1}$$

Giữa 2 lần đo, khoảng thời gian có thể là dài, Comparator có thể dùng ở các thí nghiệm khác vì vậy chỉ số đo trên thanh chuẩn lần 2 : $l_{C2} = l_{C1} + \Delta$. Giá trị độ lệch Δ ở đây có thể bằng 0 hoặc khác 0 một cách ngẫu nhiên. Khi đo trên kết cấu lần 2 thì độ lệch Δ đã có trong dụng cụ đo nên chỉ số lúc đó sẽ là : $l_{KC2} + \Delta$.

Độ giãn quy ước: $\Delta l_2 = l_{KC2} + \Delta - l_{C2} = l_{KC2} + \Delta - l_{C1} - \Delta = l_{KC2} \square l_{C1}$

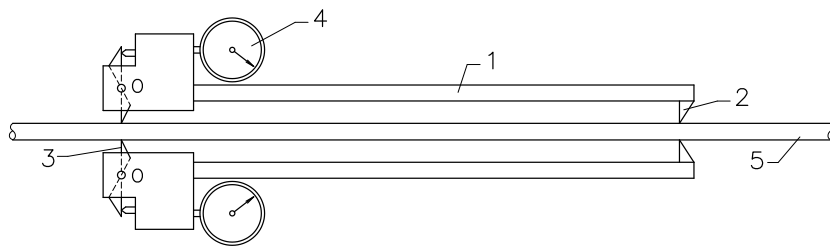
$$\Delta l = \Delta l_2 - \Delta l_1 = l_{KC2} \square l_{C1} \square l_{KC1} + l_{C1} = l_{KC2} \square l_{KC1}$$

1.2.3.3. Extenzomet.

Đây là dụng cụ đo biến dạng chuyên dùng để đo biến dạng của các loại sợi thép có đường kính nhỏ, dây cáp, tấm vỏ mỏng.

Về nguyên lý Extenzomet như một bộ gồm 2 Comparator được một bộ kẹp chung để gá lắp lên mẫu cần đo biến dạng. Chân cố định có thể thay đổi vị trí để thay đổi chuẩn đo.

Bằng Extenzomet cho phép cùng 1 lúc đo được biến dạng trên 2 thứ vật liệu đối nhau của mẫu thí nghiệm có kích thước \square mảnh \square .



Hình 2.10. Cấu tạo Extenzomet.

1- Bộ kẹp chung 2- Chân cố định 3- Chân di động 4- Indicator 5- Mẫu thí nghiệm

1.2.4. Một số nguyên tắc chọn và bố trí các dụng cụ đo biến dạng.

Chọn và bố trí các dụng cụ đo biến dạng trong Thí nghiệm và Kiểm định Công trình cần căn cứ vào tính chất cơ lý, tính đồng nhất của vật liệu, trạng thái ứng suất biến dạng của đối tượng thí nghiệm.

Trong một thí nghiệm, nếu có thể được thì nên sử dụng cùng 1 loại dụng cụ đo biến dạng có cùng các đặc trưng kỹ thuật như hệ số khuếch đại, chuẩn đo để việc xử lý, tính toán kết quả thí nghiệm được thuận tiện, nhanh chóng. Chuẩn đo của dụng cụ đo càng nhỏ thì giá trị biến dạng đo được càng đặc trưng cho điểm cần đo nhưng phải sử dụng các dụng cụ đo có độ nhạy cao.

Đối với kết cấu được chế tạo từ các loại vật liệu có độ đồng nhất cao (ví dụ thép, kim loại

màu□) hay các vùng kết cấu có sự phân bố ứng suất phức tạp, cục bộ thì nên sử dụng các dụng cụ đo biến dạng có chuẩn đo nhỏ.

Đối với kết cấu có vật liệu giòn, độ đồng nhất kém: bê tông, khối xây gạch đá v.v...cần sử dụng các dụng cụ có chuẩn đo lớn.

Tenzomet tròn, đo biến dạng bằng Indicator có thanh chống, thường được sử dụng khi đo biến dạng tại từng điểm riêng lẻ trên kết cấu. Nó phù hợp trong với các loại kết cấu có cấu tạo vật liệu kém đồng nhất, chịu tác dụng của tải trọng tĩnh và ổn định trong điều kiện nóng, ẩm, bụi bẩn...

Tenzomet điện trở được sử dụng rộng rãi trong khảo sát trạng thái ứng suất biến dạng, đặc biệt ở các vùng vật liệu chịu ứng suất cục bộ(mép các lỗ, bề mặt các gối đỡ...), không có chỗ cho các dụng cụ đo cơ học(thép thanh đặt trong bê tông, sợi trong bó cáp...), trong các thí nghiệm có số lượng điểm đo lớn, tính chất tải trọng tác dụng phức tạp: tĩnh, động, nổ□

1.3. CÁC DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ ĐO LỰC VÀ MÔ MEN.

Trong lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình, các dụng cụ đo lực và mô men có vị trí hết sức quan trọng. Như ta biết, lực hay mô men là các ngoại lực gây ra biến dạng, chuyển vị trong kết cấu. Do vậy giá trị của lực hay mô men tác dụng lên kết cấu thí nghiệm phải được đo đạc đảm bảo độ chính xác cần thiết.

1.3.1. Lực kế.

Những thiết bị dùng để đo lực gọi là lực kế. Nguyên lý hoạt động của các lực kế thường sử dụng mối quan hệ giữa tải trọng và biến dạng đàn hồi của một vật liệu được cấu tạo thích hợp, hoặc áp suất do tải trọng gây ra. Có thể phân loại lực kế theo nguyên lí hoạt động hoặc theo phương pháp khuếch đại biến dạng là:

- Lực kế cơ học.
- Lực kế điện tử.
- Lực kế thủy lực.
- Lực kế quang học.

Phân loại theo chức năng sử dụng:

- Lực kế kéo
- Lực kế nén
- Lực kế kéo và nén.

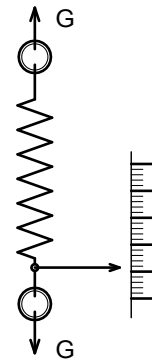
+ **Lực kế kiểu lò xo:**

Đây là loại lực kế cơ học có biến dạng lớn, thường không phải khuếch đại, giá trị tải trọng nhỏ và thường chỉ sử dụng khi tải trọng tác dụng kéo(vì khi nén lò xo dễ bị mất ổn định).

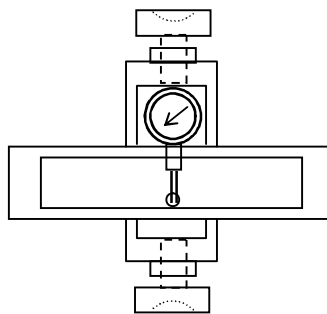
Giá trị lực kéo đo được bằng lực kế kiểu lò xo vòng $F \leq 500N$.

+ **Lực kế kiểu bản nhíp và vành đàn hồi:**

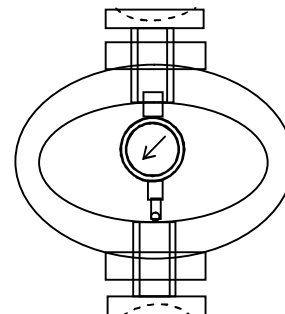
Thường được chế tạo từ thép hợp kim có phần bản chịu uốn nên có thể đo được lực kéo và lực nén. Cấu tạo của loại lực kế bản nhíp được thể hiện như trên hình 3.2., loại vành đàn hồi trên hình 3.3. Biến dạng được đo bằng Indicator, mối quan hệ giữa lực và số vạch chỉ thị trên Indicator được chỉnh định và lập thành bảng chuẩn.



Hình 3.1. Lực kế kiểu lò xo.



Hình 3.2. Lực kế cơ bản nhíp.

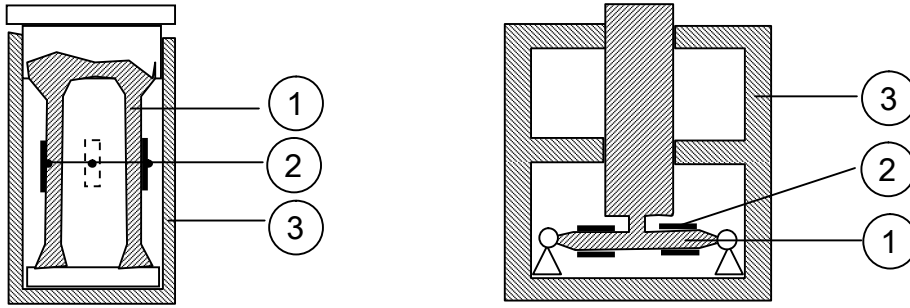


Hình 3.3. Lực kế cơ vành đàn hồi.

Lực kế bản nhíp có khoảng đo: $F \leq 500KN$. Do có cấu tạo hình ô van đặc biệt, lực kế vành đàn hồi có khoảng đo lớn: $F \leq 2.000KN$.

+ **Lực kế điện tử:**

Vẫn sử dụng quan hệ tải trọng và biến dạng, nhưng các tenzomet điện trở được dùng để đo biến dạng, nên các lực kế điện tử có độ nhạy cao, khoảng đo rất lớn nhưng có cấu tạo tương đối đơn giản(hình 3.4.)



Hình 3.4. Các loại lực kế điện tử.

Đầu ra của biến dạng do lực kéo hoặc nén tạo ra là tín hiệu điện, được số hóa để xử lý số liệu nối với máy tính bằng những phần mềm chuyên dụng để hiển thị, lưu trữ hoặc tự động hóa các quá trình tiếp theo. Lực kế điện tử còn được sử dụng làm các đầu đo trong các thiết bị cân đo tải trọng lớn như cân xe tải, toa tàu, hoặc các băng chuyền tải than, xi măng v.v...

1.3.2. Dụng cụ đo áp lực (áp kế dầu) và hệ thống kích gia tải

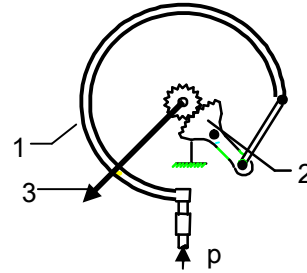
Lực đẩy hoặc kéo của một xy lanh thủy lực được xác định bằng công thức:

$$P = A \cdot p \text{ (N)}$$

Trong đó: A - diện tích tiết diện hiệu dụng của xy lanh thủy lực (m²).

p - áp lực dầu công tác (Pa).

Dụng cụ để đo áp lực p của dầu được gọi là áp kế dầu(hình 3.5.).



Hình 3.5. Áp kế dầu.

Dầu áp lực được dẫn vào ống kính (1) có hình vành khăn 270°. Diện tích thành ống phía ngoài lớn hơn phía trong nên áp lực dầu làm ống biến dạng không đều sinh ra chuyển vị ở đầu ống. Hệ đòn và bánh răng (2) khuếch đại chuyển vị đầu ống và chuyển thành chuyển động quay của kim (3) trên bảng chia vạch. Thang chia trong đơn vị áp suất thường là MPa hoặc kg/cm².

Diện tích hiệu dụng của xi lanh được xác định bằng cách đo đường kính diện tích công tác.

+ Với xy lanh đơn giản một chiều chỉ thực hiện lực đẩy, thường gọi là kích thủy lực(hình 3.3)

$$\text{Diện tích hiệu dụng: } A = \pi D^2/4$$

$$\text{Lực đẩy của kích là: } P = A \cdot p$$

+ Với xy lanh 2 chiều, thực hiện cả chiều đẩy và chiều kéo(hình 3.7.)

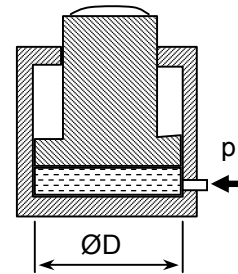
$$\text{Diện tích hiệu dụng chiều đẩy: } A_d = \pi D^2/4 ;$$

$$\text{Diện tích hiệu dụng chiều kéo: } A_k = \pi \cdot (D^2 - d^2)/4.$$

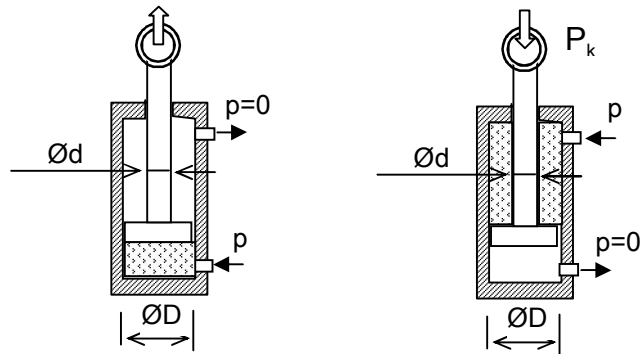
$$\text{Lực đẩy của xy lanh: } P_d = A_d \cdot p$$

$$\text{Lực kéo của xy lanh: } P_k = A_k \cdot p$$

Trong đó: D - là đường kính xy lanh.
d □ là đường kính pittông.



Hình 3.6. Kích thủy lực 1 chiều.



Hình 3.7. Xylanh thủy lực.

a) Chiều đẩy.

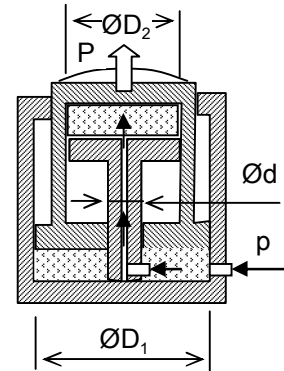
b) Chiều kéo.

+ Liên xô và Hãng Presiné(Pháp) chế tạo loại kích 2 ruột(hình 3.8.) có thể tích và trọng lượng tương đương với kích 1 ruột nhưng có lực đẩy gần gấp đôi. Dầu áp lực được dẫn vào buồng dưới có đường kính xylanh D_1 và theo đường dẫn trong thanh chống có đường kính d lên buồng trên nằm trong ruột pistong có đường kính D_2 . Kích được chế tạo từ thép hợp kim có cường độ cao nên thỏa mãn điều kiện: $d \ll D_2 \approx D_1$.

Diện tích hiệu dụng của kích:

$$A = (\pi D_1^2/4 - \pi d^2/4) + \pi D_2^2/4 = \pi/4 (D_1^2 + D_2^2 - d^2) \approx 2.\pi/4.D_1^2$$

Nếu qui đổi trên một đơn vị trọng lượng hay thể tích của thiết bị, kích 2 ruột có công suất lớn nhất. Vì vậy loại kích này được sử dụng nhiều để gia tải thí nghiệm, căng cốt thép dự ứng lực, nâng hoặc đẩy những nhịp cầu có trọng lượng lớn trong công nghệ thi công cầu...

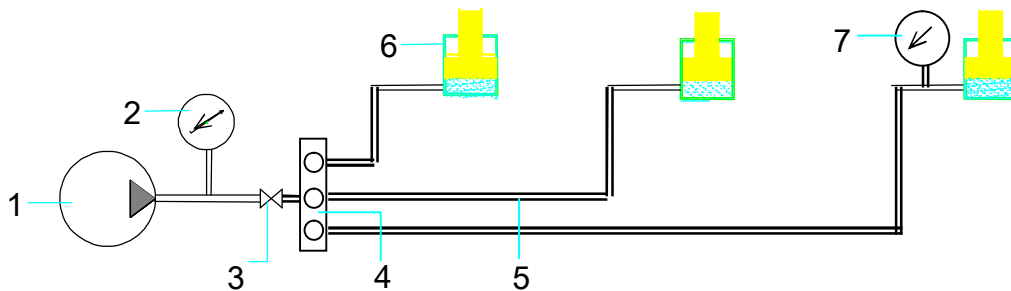


Hình 3.8. Kích hai ruột.

Trong lĩnh vực Thí nghiệm và Kiểm định Công trình, thiết bị thủy lực không thể thiếu để gia tải vì những ưu điểm nổi trội so với các biện pháp gia tải khác:

- + Có công suất lớn nhất trên một đơn vị thể tích hoặc đơn vị trọng lượng của thiết bị.
- + Thực hiện được lực kéo hay lực đẩy theo phương bất kỳ như mong muốn.
- + Không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường.
- + Phân chia cấp tải bất kỳ và giữ tải trọng ở từng cấp theo yêu cầu một cách chính xác (điều này rất thuận lợi khi kết cấu thí nghiệm có chuyển vị và biến dạng lớn thì việc bù áp lực cho kích giữ đúng giá trị tải trọng rất dễ dàng).
- + Điều khiển được ở khoảng cách xa bằng hệ thống ống áp lực và van điều khiển.
- + Sử dụng kích thủy lực để gia tải đảm bảo an toàn cao hơn các biện pháp gia tải khác. Tuy thiết bị có công suất lớn nhưng khi có bất kỳ một sự cố nào, hay kết cấu thí nghiệm bị phá hoại vì bất kỳ nguyên nhân nào thì áp lực trong hệ thống giảm tức thì, không gây cháy, nổ.

Trong các thí nghiệm cần sử dụng nhiều kích thủy lực, chỉ sử dụng một trạm bơm duy nhất để cung cấp áp lực cho nhiều kích bằng van chia và các ống dẫn. Ngay tại trạm bơm có áp kế để đo áp suất dầu. Các kích thủy lực phải có cùng diện tích hiệu dụng. Nếu ống dẫn áp quá dài, nên lắp thêm áp kế ngay kích để kiểm tra khả năng giảm áp suất do kháng trở của ống dẫn và van chia. Sơ đồ mạng thủy lực thường được sử dụng trên hình 3.9.

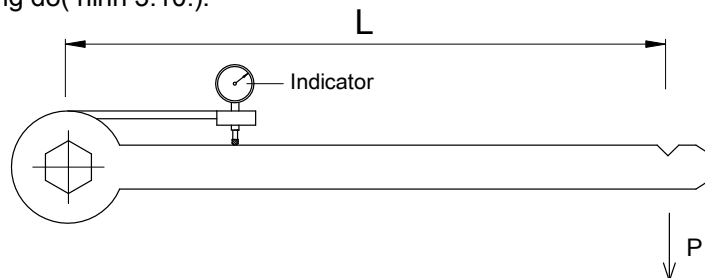


Hình 3.9. Thiết bị thủy lực(trạm bơm áp lực, ống dẫn và các kích thủy lực).

1) Trạm bơm; 2) Áp kế; 3) Van tổng; 4) Van chia; 5) Ống dẫn; 6) Kích thủy lực; 7) áp kế kiểm tra..

1.3.3. Clémômen.

Clé mômen là thiết bị dùng để đo momem xiết đai ốc nhằm xác định lực căng bu lông trong các liên kết bulông, tăng đơ(hình 3.10.).



Hình 3.10. Clémômen.

Lực xiết P làm cần Clémômen biến dạng gây ra chuyển vị được chỉ thị bởi Indicator. Lập bảng chuẩn giữa mômen xoay M và số vạch chỉ của Indicator I ($M=P.L= f(I)$) bằng cách cố định miệng vặn(lỗ đai ốc) của clé sau đó treo quả nặng P tại điểm nút để đọc số chỉ trên Indicator.

Loại clémômen này được gọi là Clémômen cơ hay Clémômen biến dạng.

Momen xiết trong thí công được tính theo công thức:

$$M_x = N.d.k$$

Trong đó: N- lực căng trong thân bulông [T].

d - đường kính danh nghĩa của bulông [mm].

k - hệ số momen xoắn, giá trị của k = 1,1 □ 2,0 phụ thuộc vào từng loại bulông và phương pháp bôi trơn được xác định bằng thực nghiệm trên lực kế đồng trục để đồng thời xác định giá trị momen xiết M_x và giá trị lực căng N trong thân bulông. Giá trị của hệ số momen xoắn k được qui định trong bản thiết kế.

Momen xiết do Clemomem tạo nên phải đảm bảo sai số nhỏ hơn 5%. Trong một ca làm việc cần kiểm tra chỉnh định ít nhất 1 lần.

Đối với các liên kết bulông cường độ cao, số lượng bulông cần kiểm tra momen xiết theo yêu cầu của đồ án thiết kế được qui định [...]:

Số lượng bulông ở mỗi mối nối

Số lượng bulông kiểm tra

Dưới 5 bulông

100%

5 □ 20 bulông

5 bulông

Trên 20 bulông

25% số bulông trong liên kết.

Góc quay của Clemomen khi kiểm tra nằm trong khoảng $10^0 - 15^0$. Nếu trong số bulông kiểm tra, dù chỉ có 1 bulông không đạt được momen xiết yêu cầu thì phải kiểm tra toàn bộ số bulông còn lại của liên kết.

PHỤ LỤC CHƯƠNG 1.

1. Những đặc trưng chính của dụng cụ đo.

1.1. Giới hạn đo(Khoảng đo, Phạm vi đo):

Là miền giá trị của đại lượng đo mà dụng cụ đo chỉ thị, trong đó sai số của mọi số chỉ thị đều nhỏ hơn sai số cho phép của dụng cụ đo.

1.2. Độ nhạy của dụng cụ đo:

Là tỉ số giữa độ biến thiên của tín hiệu ra ΔR và độ biến thiên của đại lượng vào(đại lượng đo tương ứng) ΔV .

- Độ nhạy tuyệt đối: $S = \frac{\Delta R}{\Delta V}$
- Độ nhạy tương đối: $S_0 \% = \frac{\Delta R / R}{\Delta V / V} . 100\%$

Dụng cụ đo nào có độ nhạy càng cao, càng phát hiện được những biến thiên nhỏ của đại lượng đo.

1.3. Sai số của dụng cụ đo :

Là sự sai lệch giữa giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo X_{ct} với giá trị thực của đại lượng đo X_{th} .

- Sai số tuyệt đối : $\Delta X = X_{ct} - X_{th}$
- Sai số tương đối : $\delta \% = \frac{\Delta X}{X_{th}} . 100\%$

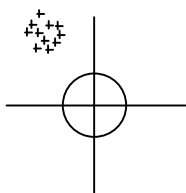
Đối với các dụng cụ đo có nhiều thang đo hoặc để so sánh độ chính xác của các dụng cụ đo có các phạm vi đo khác nhau, quy ước giá trị định mức X_N để xác định sai số quy đổi sử dụng chung cho các thang đo hoặc các phạm vi đo khác nhau.

- Sai số quy đổi : $\gamma \% = \frac{\Delta X}{X_N} . 100\%$
- Sai số hệ thống của dụng cụ đo là phần sai số có độ lớn không đổi hoặc thay đổi theo một quy luật nhất định(sai số do sơ đồ cấu tạo, do công nghệ chế tạo...).
- Sai số ngẫu nhiên của dụng cụ đo là phần sai số mà độ lớn của nó thay đổi một cách ngẫu nhiên biến thiên không quy luật trong quá trình đo(sai số do thị sai, do nội suy...).

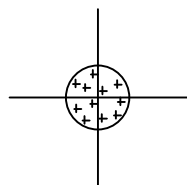
1.4. Độ chính xác, độ đúng, độ trung thành của dụng cụ đo:

- Độ chính xác của dụng cụ đo là chất lượng của dụng cụ đo phản ánh sự tiến đến không của sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên của nó.
- Độ đúng của dụng cụ đo là chất lượng của dụng cụ đo phản ánh sự tiến đến không của sai số hệ thống của nó.
- Độ trung thành của dụng cụ đo là chất lượng của dụng cụ đo phản ánh sự tiến đến không của sai số ngẫu nhiên của nó.

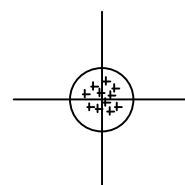
Mối quan hệ giữa ba đặc trưng trên được minh họa các giá trị đo là vị trí các điểm, vòng tròn có bán kính là sai số cho phép của dụng cụ đo bằng hình vẽ sau đây:



Độ trung thành cao
nhưng không đúng



Đúng nhưng độ
trung thành thấp



Độ chính xác cao

Sai số tương đối càng nhỏ, độ chính xác của dụng cụ đo càng cao. Sai số tương đối được coi là thước đo mức độ chính xác của dụng cụ đo.

2. Kiểm định phương tiện đo.

Kiểm định phương tiện đo lường là sự xác định và chứng nhận sự phù hợp của một cơ quan quản lý đo lường về tính năng và mục đích sử dụng của phương tiện đo đó.

Bản chất của nội dung kiểm định là việc so sánh phương tiện đo cần kiểm định với chuẩn cao hơn để đánh giá sai số và các tính năng đo lường khác của nó có phù hợp với các mục đích sử dụng đã được qui định hay không.

+ Kiểm định ban đầu:

Là việc kiểm định phương tiện đo lần đầu tiên khi xuất xưởng, khi nhập khẩu hoặc sau sửa chữa.

+ Kiểm định định kì:

Là việc kiểm định phương tiện đo được tiến hành sau những khoảng thời gian bảo quản hoặc sử dụng nhất định. Thời gian giữa hai lần kiểm định liên tiếp gọi là chu kì kiểm định. Chu kì kiểm định được qui định cụ thể cho từng loại phương tiện đo trên cơ sở độ bền, tần suất và điều kiện sử dụng.

+ Kiểm định bất thường:

Là việc kiểm định phương tiện đo được tiến hành trước khi đến kì hạn kiểm định định kì. Thông thường xảy ra khi có yêu giám sát, thanh tra về đo lường.

CHƯƠNG II.
PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH
CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Vật liệu xây dựng chiếm vị trí đặc biệt trong các công trình xây dựng. Chất lượng vật liệu là yếu tố trực tiếp đầu tiên có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng và tuổi thọ công trình. Trong quá trình làm việc trên kết cấu, vật liệu phải chịu sự tác động của tải trọng bên ngoài, của môi trường xung quanh; gây ra sự thay đổi về biến dạng và ứng suất trong vật liệu. Do vậy, để công trình làm việc bền vững và an toàn thì trước tiên vật liệu phải đáp ứng được các tính chất cơ lý yêu cầu.

Hiện nay, việc khảo sát và xác định các đặc trưng cơ lý của vật liệu được thực hiện chủ yếu theo hai phương pháp cơ bản là: Phương pháp thí nghiệm phá hoại (TNPH) và phương pháp thí nghiệm không phá hoại (TNKPH). Đây là hai phương pháp bổ trợ rất tốt cho nhau trong công tác khảo sát và đánh giá chất lượng công trình.

Phương pháp TNPH là phương pháp thí nghiệm nhằm xác định một cách trực tiếp các đặc trưng cơ lý của mẫu thử vật liệu và cấu kiện. Mẫu thử sau khi thí nghiệm bằng phương pháp này bị phá hủy do lực tác dụng nên hầu hết không thể tiếp tục sử dụng. Ngược lại với phương pháp TNPH, phương pháp TNKPH đánh giá chất lượng vật liệu một cách gián tiếp thông qua các thiết bị thử nghiệm, nên không gây ra sự phá hủy đáng kể nào đối với vật liệu và cấu kiện xây dựng.

2.1. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM PHÁ HOẠI MẪU THỬ

Phương pháp TNPH có thể áp dụng được với hầu hết các loại vật liệu xây dựng như: kim loại (trong đó điển hình là thép), bê tông, gạch, đá, gỗ... Phương pháp thí nghiệm này cho phép quan sát, thu nhận trực tiếp hình ảnh và các chỉ tiêu cơ lý về trạng thái ứng suất- biến dạng của vật liệu (kéo, nén, uốn, xoắn) qua từng giai đoạn làm việc cho đến khi bị phá hoại hoàn toàn. Kết quả thí nghiệm thu được là cơ sở để đánh giá chất lượng thực tế của vật liệu. Trong nội dung dưới đây, sẽ đưa ra giới thiệu một số thí nghiệm phá hoại cơ bản thường gặp.

2.1.1. Phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử kim loại.

2.1.1.1 Phương pháp thử kéo.

a. Nội dung phương pháp thử:

Đây là phương pháp thí nghiệm xác định một số đặc trưng cơ học của kim loại bằng cách kéo mẫu thử với tốc độ phù hợp cho đến khi mẫu bị phá hỏng. Các đặc trưng cơ học xác định được qua phép thử này là: Giới hạn chảy, giới hạn bền, biến dạng dài và độ thắt tương đối,... Trong các chỉ tiêu này, thì 3 chỉ tiêu đầu là các chỉ tiêu được quan tâm nhất.

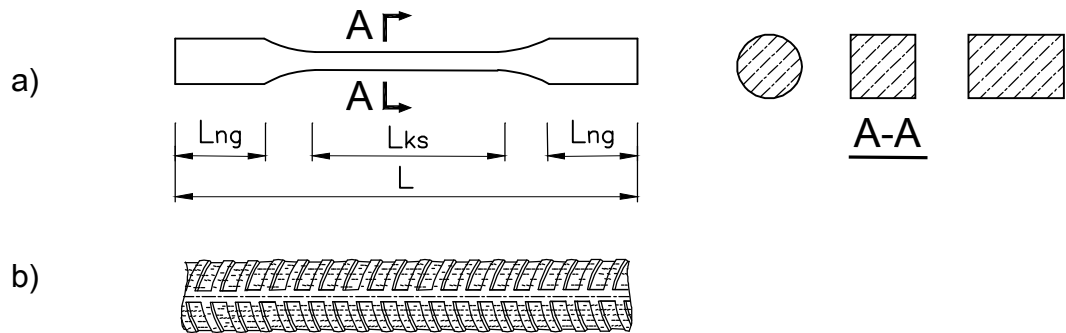
Mẫu thử: có 2 dạng mẫu thử.

Mẫu thử tiêu chuẩn:

Dạng mẫu thử này có kích thước phần khảo sát (phần nằm ở đoạn giữa mẫu thử) được gia công nhỏ hơn so với phần ở hai đầu (phần kẹp trên ngàm máy kéo). Mặt cắt ngang mẫu có thể là vuông, chữ nhật hay tròn.

Mẫu thử nguyên dạng:

Dạng mẫu thử này được áp dụng cho việc kiểm tra vật liệu kim loại sử dụng thi công công trình đã có đủ hồ sơ kiểm tra xuất xưởng (khi đó mục đích phép thử chỉ là kiểm tra lại). Độ chính xác của phép thử trên loại mẫu này không cao bằng phép thử đối với loại mẫu chuẩn, do có sai số nhất định ở diện tích mặt cắt ngang cốt thép.



Hình 2.1. Các dạng mẫu kim loại thường sử dụng trong phép thử kéo
a. Mẫu thử tiêu chuẩn; b. Mẫu thử nguyên dạng

- **Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu ($L_0 < L_{ks}$):**

$$L_0 = 5,65\sqrt{F_0} \quad - \text{Mẫu ngắn}$$

$$L_0 = 11,3\sqrt{F_0} \quad - \text{Mẫu dài}$$

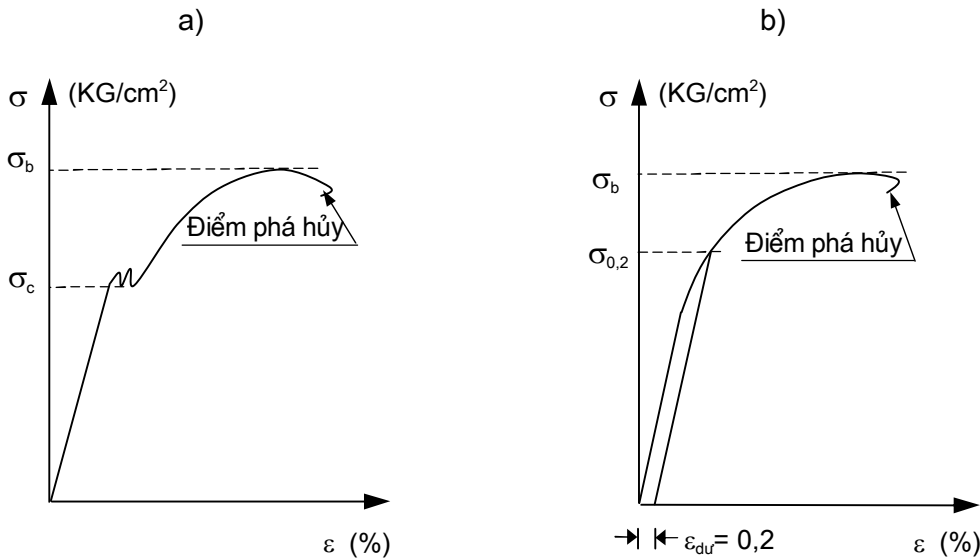
c. Tiến hành thử và tính toán kết quả thí nghiệm.

Trước tiên, cần xác định thang lực trên máy thích hợp bằng cách tính toán sơ bộ lực phá hoại tương ứng với giới hạn bền, đảm bảo lực phá hoại nằm trong giới hạn (20÷80)% giá trị tối đa của thang lực. Việc cặp mẫu trên máy thí nghiệm phải bảo đảm đúng tâm để đảm bảo độ chính xác cho phép thử.

Tốc độ gia tải phải được khống chế trong phạm vi phù hợp (khoảng 3÷30 N/mm².s)

Giới hạn chảy vật lý σ_{ch} được xác định qua kim chỉ thị hoặc biểu đồ trên máy trong quá trình thử như sau: Ban đầu, kim lực tăng đều khi mẫu chịu kéo. Đến giai đoạn chảy, kim lực không tăng trong khi mẫu vẫn tiếp tục biến dạng.

$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_0} \quad (KG/cm^2)$$



Hình 2.2. Biểu đồ quan hệ ứng suất- biến dạng

a. Kim loại thông thường

b. Kim loại không có điểm chảy vật lý

Giới hạn bền tức thời σ_b được xác định thông qua giá trị lực kéo lớn nhất trước khi mẫu bị phá hoại.

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (KG/cm^2)$$

Đối với những kim loại đã bị biến cứng, kim loại cường độ cao (cáp thép dự ứng lực, thép bulông, thép kéo nguội....) mà không xuất hiện điểm chảy vật lý. Để đánh giá chất lượng, việc xác định giới hạn chảy vật lý được chuyển sang xác định giới hạn chảy qui ước. Đối với thép xây dựng, giới hạn chảy qui ước $\sigma_{0,2}$ là ứng suất mà tại đó biến dạng dư tương đối còn lại là 0,2%.

Đối với kim loại, ngoài cường độ thì độ dẻo cũng là yếu tố hết sức quan trọng (kim loại có độ dẻo thấp dễ bị phá hoại đột ngột). Độ dẻo của kim loại được đặc trưng bởi biến dạng dài và độ thắt tương đối của loại vật liệu này. Biến dạng dài tương đối của vật liệu là tỷ số giữa độ giãn dài tuyệt đối ($\Delta L = L_1 - L_0$) so với chiều dài tính toán ban đầu của mẫu. Chiều dài tính toán của mẫu sau khi phá hoại L_1 được xác định bằng cách ghép chặt hai phần đứt sao cho trục của chúng nằm trên một đường thẳng.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \quad (\%)$$

Để xác định biến dạng dài tương đối của vật liệu, trước khi thí nghiệm cần đánh dấu khoảng chiều dài tính toán lên trên khoảng khảo sát của mẫu thử bằng cách dùng các dụng cụ cơ khí (để

khắc vạch). Sau khi thử nghiệm, căn cứ vào các mốc đã đánh dấu để xác định thông số L_1 và giá trị biến dạng.

d. Đánh giá và kết luận

Việc đánh giá chất lượng của kim loại thông qua phép thử kéo được thực hiện bằng việc so sánh các chỉ tiêu cơ lý thực tế thu được sau thí nghiệm với các chỉ tiêu yêu cầu trong các tiêu chuẩn đánh giá.

2.1.1.2 Phương pháp thử uốn

a. Nội dung phương pháp thử

Đây là phương pháp thí nghiệm đánh giá độ dẻo của kim loại bằng cách uốn mẫu quanh một gối uốn định trước. Đường kính gối uốn và góc uốn được xác định tương ứng cho từng loại vật liệu. Việc đánh giá khả năng chịu uốn của kim loại được tiến hành bằng cách quan sát mức độ phá huỷ (nếu có) trên bề mặt vật liệu.

b. Mẫu thử

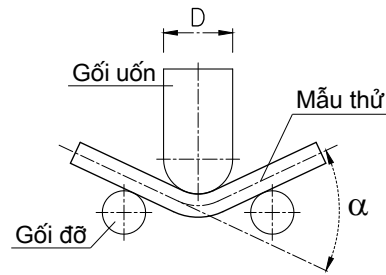
Mẫu thử uốn là các dạng mẫu có mặt cắt ngang tròn, vuông, chữ nhật, đa giác đều.

Thông số cơ bản của mẫu thử uốn là chiều dày mẫu thử (đối với kim loại dạng tấm, bản) và đường kính mẫu thử (đối với kim loại có mặt cắt ngang tròn, đa giác). Trong trường hợp thông số cơ bản quá lớn ảnh hưởng đến công tác thử nghiệm (như không đủ kích thước gối uốn, lực uốn) thì phải gia công giảm bớt kích thước mẫu thử (giảm độ dày, đường kính) để phù hợp với yêu cầu.

Riêng đối với mẫu thử chữ nhật còn một thông số thứ hai nữa là bề rộng mẫu thử, kích thước này thông thường được lấy gấp hai lần chiều dày mẫu. Đối với kim loại có bề rộng nhỏ ($\leq 20\text{mm}$) được giữ nguyên làm bề rộng mẫu thử.

Lưu ý: Trường hợp mẫu thử có tiết diện đa giác, thông số cơ bản của mẫu thử là đường kính vòng tròn ngoại tiếp đa giác.

c. Tiến hành thử



Hình 2.3. Sơ đồ thí nghiệm uốn

Việc uốn mẫu được thực hiện trên các máy thí nghiệm chuyên dùng hoặc có thể uốn bằng phương pháp thủ công như sử dụng bàn uốn, ê tô (đối với các loại mẫu thử có kích thước nhỏ).

Tùy theo chủng loại vật liệu yêu cầu hoặc được xác định sơ bộ qua phép thử kéo mà phép thử uốn được tiến hành tương ứng với hai thông số đặc trưng là: đường kính gối uốn D và góc uốn chỉ định α . Trong quá trình uốn, nếu mẫu thử xuất hiện phá huỷ cục bộ hoặc tổng thể khi chưa đạt góc uốn yêu cầu thì phép thử dừng lại và mẫu được coi là không đạt về yêu cầu thử uốn (hay còn gọi là không đảm

bảo tính dẻo của vật liệu).

d. Đánh giá và kết luận

Mẫu sau khi uốn được kiểm tra bằng mắt, hoặc có thể soi bằng kính lúp. Mẫu được coi là đạt yêu cầu về uốn khi thỏa mãn đồng thời các yếu tố:

- Đạt được góc uốn yêu cầu.
- Trên mẫu không xuất hiện trạng thái phá hoại cục bộ: nứt, gãy, tách lớp vật liệu □

2.1.1.3 Thép thanh cốt bê tông - Đánh giá chất lượng theo tính chất cơ lý.

Thép thanh cốt bê tông là loại vật liệu phổ biến dùng cho các công trình xây dựng, đặc biệt cho kết cấu bê tông cốt thép. Trình tự đánh giá chủng loại thép theo tính chất cơ lý như sau:

a. Xác định các thông số về kích cỡ, dung sai trọng lượng vật liệu

Trọng lượng đơn vị thực tế của vật liệu:

$$G^u = \frac{Q_m}{L_m} \quad (KG/m)$$

Dung sai trọng lượng (sai số của trọng lượng đơn vị thực tế so với trọng lượng đơn vị tiêu chuẩn):

$$\Delta = \frac{G^u - G^{tc}}{G^{tc}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$G^{tc} = \gamma \cdot V^{tc} = 6,16 \cdot D^2 \cdot 10^{-3} \quad (KG/m)$$

(Với D là đường kính danh nghĩa của thép- tính theo mm)

Đường kính thực tế, diện tích tiết diện thực tế: Đối với các loại thép gai (còn gọi là thép vằn), diện tích mặt cắt ngang được xác định theo khối lượng và chiều dài của mẫu, theo công thức:

$$F_0 = \frac{Q_m}{0,785 * L_m} \quad (\text{cm}^2)$$

Trong đó: Q_m : Trọng lượng mẫu (KG)
 L_m : Chiều dài mẫu (m)

Dung sai trọng lượng cho phép theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành tra bảng 2.1 phụ lục chương 2

Ví dụ 1: Xác định dung sai và diện tích tiết diện thực tế của loại thép có các thông số thử nghiệm như sau: $D= 18\text{mm}$; $Q_m= 1,18 \text{ KG}$; $L_m= 0,61\text{m}$.

$$\text{Trọng lượng đơn vị thực tế vật liệu: } G'' = \frac{1,18}{0,61} = 1,934 \quad (\text{KG} / \text{m})$$

$$\text{Trọng lượng đơn vị tiêu chuẩn: } G^{tc} = 6,156 * 18^2 * 10^{-3} = 1,997 \quad (\text{KG} / \text{m})$$

$$\text{Diện tích tiết diện thực tế: } F_0 = \frac{1,18}{0,785 * 0,61} = 2,464 \quad (\text{cm}^2)$$

$$\text{Dung sai trọng lượng của vật liệu: } \Delta = \frac{1,934 - 1,997}{1,997} * 100 = -3,15 \quad (\%)$$

Đối với loại thép D18, TCVN 6285: 1997 (tra bảng phụ lục) quy định dung sai cho phép $[\Delta]= \pm 5\%$ → Kết luận: Loại thép thí nghiệm có dung sai trọng lượng nằm trong giới hạn cho phép.

b. Thí nghiệm kéo xác định chỉ tiêu cơ lý.

Các chỉ tiêu cơ lý chính như: cường độ giới hạn chảy (σ_c), cường độ giới hạn bền (σ_b), biến dạng dài tương đối (ε) được xác định theo trình tự đã nêu trong mục 2.1.1.1. Đối với thép thanh cốt bê tông, chiều dài tính toán được quy về gần đúng là: $L_0= 5D$ (đối với mẫu ngắn) và $L_0= 10D$ (đối với mẫu dài).

Sau khi xác định được các thông số về cường độ chảy, cường độ bền, biến dạng dài tương đối; tiến hành đối chiếu với yêu cầu của tiêu chuẩn đánh giá để xác định chủng loại thép (mác thép). Các chủng loại thép thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:1991 (nhóm CI, CII, CIII..) được đánh giá theo TCVN 1651: 1985 (tham khảo bảng 2.2 phụ lục chương 2).

Trình tự đánh giá như sau: Trước tiên, căn cứ vào hai chỉ tiêu cường độ để xác định sơ bộ nhóm vật liệu, sau đó kiểm tra lại chỉ tiêu biến dạng so với yêu cầu của nhóm trong tiêu chuẩn. Lưu ý, các thông số trong tiêu chuẩn đưa ra là các thông số tối thiểu yêu cầu.

Ví dụ 2: Xác định các chỉ tiêu cơ lý về kéo và đánh giá chủng loại của loại thép đã nêu trong ví dụ 1, có các thông số thử nghiệm như sau: Lực chảy $P_c= 7800 \text{ KG}$; lực bền $P_b= 12600 \text{ KG}$; chiều dài tính toán trước và sau khi thử: $L_0= 5d= 90\text{mm}$, $L_1= 114\text{mm}$.

$$\text{Giới hạn chảy của vật liệu: } \sigma_c = \frac{P_c}{F_0} = \frac{7900}{2,464} = 3206 \quad (\text{KG} / \text{cm}^2)$$

$$\text{Giới hạn bền của vật liệu: } \sigma_b = \frac{P_b}{F_0} = \frac{12600}{2,464} = 5114 \quad (\text{KG} / \text{cm}^2)$$

$$\text{Biến dạng dài tương đối của vật liệu: } \varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{114 - 90}{90} = 26,7 \quad (\%)$$

Đối chiếu với bảng chỉ tiêu của TCVN 1651: 1985 (bảng phụ lục 2.2 chương 2), qua 2 chỉ tiêu cường độ ta thấy sơ bộ đạt yêu cầu nhóm CII. Kiểm tra tiếp thông số biến dạng $\varepsilon = 26,7\% > [\varepsilon]= 19\%$. Kết luận: Loại thép thí nghiệm đạt yêu cầu về kéo trên tiết diện thực đối với nhóm **CII**.

c. Thí nghiệm uốn xác định tính dẻo.

Đối với thép thanh cốt bê tông, thí nghiệm uốn được tiến hành trên mẫu nguyên dạng, không cần qua gia công (trừ những loại thép có đường kính quá lớn thì cần gia công để giảm bớt tiết diện).

Ví dụ 3: Xác định các thông số đặc trưng cho thí nghiệm uốn để kiểm tra tính dẻo (theo TCVN 1651: 1985) của loại thép đã nêu trong ví dụ 1, gồm: đường kính gối uốn D và góc uốn chỉ định α .

Đường kính gối uốn D_b và góc uốn chỉ định α được xác định theo nhóm chủng loại vật liệu. Đối với thép nhóm **CII** (bảng 2.2 phụ lục chương 2):

- Đường kính gối uốn yêu cầu: $D_b= 3D= 54\text{mm}$

- Góc uốn chỉ định: $\alpha= 180^\circ$

d. Thí nghiệm uốn và uốn lại

Thí nghiệm này chỉ áp dụng cho thép cốt bê tông trong một số trường hợp có yêu cầu, đặc biệt là thép sử dụng trong môi trường dễ bị lão hoá: nhiệt độ cao, chịu tải trọng và tác động đổi chiều thường xuyên. Sau khi uốn xuôi mẫu đến một góc α qui định, mẫu thép được xử lý nhiệt và sau đó được uốn ngược lại cho đến một góc δ qui định. Mục đích thí nghiệm này nhằm xác định tính chất lão hoá của thép. Cách xử lý cho nhiệt mẫu là giữ mẫu trong tủ sấy hoặc trong nước ở nhiệt độ 100°C trong thời gian không ít hơn 30 phút, sau đó mẫu được lấy ra và để nguội tự do cho đến nhiệt độ phòng thí nghiệm. Biện pháp đánh giá chất lượng thép sau khi thử tương tự trường hợp thử uốn thông thường. Các thông số kỹ thuật của phép thử này (đường kính gối uốn, góc uốn xuôi, góc uốn ngược) xem bảng 2.3 phụ lục chương 2.

2.1.1.4 Phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử mối nối kim loại

a. Thí nghiệm phá hoại mối nối hàn

Mối nối hàn là một trong những loại mối nối hay được áp dụng nhất trong việc ghép nối, liên kết kim loại sử dụng trong xây dựng.

Thử kéo mối hàn:

Mục đích của phép thử này nhằm đánh giá và so sánh độ bền mối hàn liên kết với cường độ của kim loại cơ bản. Nếu cường độ mối hàn bằng hoặc lớn hơn cường độ thép cơ bản thì coi là đạt yêu cầu.

Các thông tin cần xác định trong phép thử này gồm: giới hạn bền σ_b , vị trí phá hoại (vùng kim loại cơ bản, vùng ảnh hưởng nhiệt- hay vùng tiếp giáp mối hàn, vùng kim loại mối hàn). Vị trí phá hoại tốt nhất là trên vùng kim loại cơ bản.

Thử uốn mối hàn:

Kim loại hàn thường kém dẻo hơn so với kim loại cơ bản, do đó để đánh giá chất lượng mối hàn thì ngoài phép thử kéo ra, việc kiểm tra uốn mối hàn là rất cần thiết. Việc tiến hành phép thử này giống như phép thử uốn kim loại cơ bản.

b. Thí nghiệm phá hoại các loại mối nối khác.

Trong thực tế xây dựng hiện nay, ngoài mối nối hàn còn sử dụng rất nhiều các loại mối nối kim loại khác nữa như: liên kết bu lông, đinh tán, liên kết nút không gian tinh thể, liên kết nút trụ.

Nguyên tắc chung đối với tất cả các dạng mối nối là: Khả năng chịu lực của mối nối phải không nhỏ hơn khả năng chịu lực của chủng loại quy định cho kim loại cơ bản (do thiết kế hoặc quy phạm quy định) và vị trí phá hủy tốt nhất nằm ngoài phạm vi mối nối.

2.1.2. Phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử bê tông.

2.1.2.1 Phương pháp lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu.

Mẫu thử bê tông là loại mẫu được chế tạo trong quá trình thi công đổ bê tông. Mẫu thử được lấy phải thực sự đại diện cho khối hỗn hợp bê tông cần kiểm tra. Có hai dạng mẫu thử: mẫu hiện trường (được đúc ngoài công trường trong quá trình thi công) và mẫu thử trong phòng (được đúc trong phòng TN để thiết kế cấp phối và kiểm tra thành phần vật liệu trước khi thi công)

a. Hình dáng, kích thước viên mẫu.

Mẫu nén: Có 2 dạng hình dáng phổ biến là lập phương và hình trụ. Tiêu chuẩn Việt Nam và một số nước quy định mẫu nén chuẩn là mẫu lập phương kích thước cạnh là 150 mm. Kích thước cạnh nhỏ nhất của mẫu tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bê tông. Đối với mẫu trụ, chiều cao mẫu được quy định gấp 2 lần đường kính mẫu và mẫu chuẩn của loại mẫu này cũng có đường kính là 150mm.

Mẫu uốn và mẫu thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi: Tiêu chuẩn Việt Nam và hầu hết các nước trên thế giới đều quy định là dạng mẫu lăng trụ tiết diện vuông, có chiều dài gấp 4 lần cạnh mẫu. Mẫu chuẩn trong các thí nghiệm này cũng có cạnh nhỏ của mẫu là 150 mm.

Chi tiết các loại mẫu thí nghiệm tham khảo bảng 2.4 phụ lục chương 2

b. Số lượng viên mẫu, tổ mẫu.

Mẫu bê tông được đúc thành các viên theo các tổ hợp, mỗi tổ hợp mẫu tối thiểu có 3 viên lấy với khối lượng xấp xỉ nhau nhưng ở các vị trí khác nhau trong cùng một đợt bê tông.

Số lượng tổ hợp mẫu tùy thuộc vào khối lượng bê tông thi công và đặc điểm của kết cấu (tra bảng 2.5 phụ lục chương 2). Trong trường hợp khối lượng bê tông thực tế thi công nhỏ hơn khối lượng quy định trong bảng thì vẫn phải lấy tối thiểu 1 tổ hợp mẫu.

Đối với mỗi hạng mục, phải có ít nhất 1 tổ hợp mẫu bê tông để thí nghiệm nén ở tuổi chuẩn (28 ngày). Ngoài ra, nếu cần cần dự báo trước sự phát triển cường độ để triển khai tiếp các hạng mục tiếp theo thì phải đúc thêm các tổ hợp khác để thử tại thời điểm yêu cầu. Các mốc thời gian thông thường hay sử dụng để kiểm tra là 7, 14, 21 ngày.

c. Chế tạo và bảo dưỡng mẫu.

Khuôn đúc mẫu bê tông phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về độ kín, bằng phẳng, vuông vắn. Hỗn hợp bê tông được đúc theo từng lớp tùy theo chiều cao của khuôn mẫu, thiết bị đầm sử dụng tùy thuộc vào điều kiện thi công hoặc có thể đầm thủ công bằng tay.

Các mẫu bê tông sau khi đúc phải được hưởng chế độ bảo dưỡng và đóng rắn kể từ khi đúc xong đến ngày thử mẫu giống như chế độ bảo dưỡng và đóng rắn của kết cấu sản phẩm đó.

Thời gian giữ mẫu trong khuôn là 16- 24 giờ đối với bê tông mác 100 trở lên, 2 hoặc 3 ngày đêm đối với bê tông có phụ gia chậm đóng rắn hoặc mác 75 trở xuống. Lý lịch và các ký hiệu trên mẫu được ghi trên mặt mẫu theo phương đúc hoặc mặt không chịu tải.

d. Khoan lấy mẫu.

Công tác khoan lấy mẫu được áp dụng đối với những trường hợp cần kiểm tra cường độ bê tông phần kết cấu công trình cũ không còn mẫu lưu, kết cấu công trình có nghi ngờ về khả năng chịu lực hoặc bị sự cố...

Việc khoan mẫu chỉ được tiến hành tại các vị trí không trọng yếu trên kết cấu (vùng dưới của conson, vùng lõi của cột, những vùng không có lực tập trung, ứng suất nhỏ...) để giảm tối đa ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu. Mặt khác, cố gắng tránh khoan tại những vùng có cốt thép. Trường hợp bắt buộc dĩ thì được phép lấy những mẫu khoan có cốt thép nằm vuông góc với phương nén.

Quy định về số lượng mẫu khoan cũng giống như đối với mẫu đúc thông thường. Trường hợp đặc biệt không thể có đủ số lượng mẫu cần thiết, có thể sử dụng tổ mẫu gồm 2 mẫu.

2.1.2.2 Phương pháp thí nghiệm xác định cường độ nén của mẫu bê tông

a. Nội dung của phương pháp thử.

Phương pháp thí nghiệm này nhằm mục đích xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng cách gia tải nén mẫu thử cho đến phá hoại.

b. Chuẩn bị mẫu thử

Các mẫu thử phải có đầy đủ thông tin về mẫu như: ngày tháng, hạng mục, vị trí lấy mẫu, mác thiết kế... và có sự xác nhận của các đơn vị chủ quản và giám sát chất lượng công trình.

Trước khi thử mẫu phải tiến hành kiểm tra kích thước, trạng thái mẫu. Nếu mẫu thử không đạt các yêu cầu dung sai cho phép đã quy định thì phải chỉnh sửa lại mẫu bằng cách gia công theo các phương pháp cơ học như: mài, trát đệm lớp mỏng hồ vữa xi măng...

c. Tiến hành thử

Chọn thang lực thích hợp trên bảng lực để tải trọng phá hoại khi nén nằm trong khoảng từ 20÷80% tải trọng cực đại. Mẫu thử phải được đặt đúng tâm. Tốc độ tăng ứng suất tải trọng nén phải đảm bảo trong khoảng 6 ± 4 daN/cm²giây. Cường độ bê tông càng thấp thì sử dụng tốc độ gia tải nhỏ và ngược lại.

Giá trị tải trọng nén phá hoại mẫu là giá trị lực cao nhất đạt được trước khi mẫu bị phá hoại hoàn toàn.

d. Đánh giá và kết luận

Cường độ nén của các viên mẫu bê tông được tính theo công thức:

$$R = \alpha \frac{P_{\max}}{F_m}$$

Trong đó:

- P_{\max} , F_m là tải trọng phá hoại và diện tích chịu nén.
- α là hệ số chuyển đổi do ảnh hưởng của kích thước hình học (tra bảng 2.6 phụ lục chương 2)

Đối với mẫu khoan, nếu tỉ số chiều cao trên đường kính nhỏ hơn 2 thì kết quả hệ số α trong bảng 2.2 được nhân điều chỉnh thêm với hệ số điều chỉnh chiều cao β (tra bảng 2.7 phụ lục chương 2).

Việc xử lý kết quả, tính toán cường độ trung bình của nhóm (tổ) mẫu R^{TB} được tiến hành như sau:

- Sắp xếp các kết quả thí nghiệm của 3 viên mẫu theo thứ tự $R_1 \leq R_2 \leq R_3$
- Trường hợp $\frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot 100 \leq 15\%$ và $\frac{R_3 - R_2}{R_2} \cdot 100 \leq 15\%$: $R^{TB} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$
- Ngược lại, nếu chỉ một trong hai điều kiện bị vi phạm: $R^{TB} = R_2$

Việc đánh giá khả năng chịu nén của bê tông căn cứ vào mác chịu nén thiết kế. Bê tông được coi là đạt mác nếu cường độ nén trung bình của nhóm (tổ) mẫu ở thời điểm 28 ngày tuổi bằng hoặc lớn giá trị mác chịu nén thiết kế quy định.

Ví dụ 4: Kết quả ép mẫu bê tông M200 của một hạng mục ở tuổi 28 ngày được sắp xếp như sau: $R_1 = 192 \text{KG/cm}^2$; $R_2 = 204 \text{KG/cm}^2$; $R_3 = 223 \text{KG/cm}^2$.

Yêu cầu: Đánh giá cường độ bê tông của hạng mục và so sánh với mức thiết kế.

Cách giải:

- Kiểm tra sự chênh lệch giữa kết quả thí nghiệm của các mẫu:

$$\frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot 100 = 5,9\% < 15\%; \quad \frac{R_3 - R_2}{R_2} \cdot 100 = 9,3\% < 15\%$$

- Tính cường độ trung bình của tổ mẫu:

$$R_{TB} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} = 206 \text{KG/cm}^2 > 200 \text{KG/cm}^2.$$

- Kết luận: Cường độ bê tông đạt mức thiết kế.

Hiện nay, việc chuyển đổi cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày từ giá trị cường độ bê tông ở thời điểm khác (trước hoặc sau mốc 28 ngày tuổi) không được quy phạm cho phép. Tuy nhiên, sự phát triển cường độ của bê tông thông thường (không sử dụng phụ gia) tại các thời điểm trước tuổi chuẩn (28 ngày) có thể sử dụng để dự báo chất lượng công tác thi công bê tông. Bảng 2.8 phụ lục chương 2 đưa ra một số mốc thông dụng sự phát triển cường độ của loại bê tông thông thường để tham khảo.

2.1.2.3 Phương pháp thí nghiệm xác định cường độ kéo khi uốn mẫu bê tông

Thí nghiệm uốn mẫu thử bê tông thường được dùng nhiều trong các nghiên cứu khoa học, chế tạo vật liệu mới...

Mẫu thử uốn có dạng dầm tiết diện vuông (chiều dài gấp 4 lần cạnh tiết diện- $L=4a$). Khi thử mẫu được đặt trên 2 gối có nhịp chịu uốn bằng 3 lần cạnh mẫu ($l=3a$). Mẫu được uốn trên hai điểm đặt lực như hình 2.4. Tốc độ gia tải uốn được khống chế trong khoảng $0,6 \pm 0,4 \text{ daN/cm}^2$ giây.

Cường độ kéo khi uốn được tính theo công thức:

$$R_{ku} = \gamma \frac{P_{\max} \cdot l}{a \cdot b^2}$$

Trong đó:

- P_{\max} là tải trọng tối đa uốn gãy mẫu
- l là nhịp chịu uốn của mẫu
- a, b là chiều rộng, chiều cao tiết diện
- γ là hệ số chuyển đổi do ảnh hưởng của kích thước mẫu chuẩn (xem phụ lục □.)

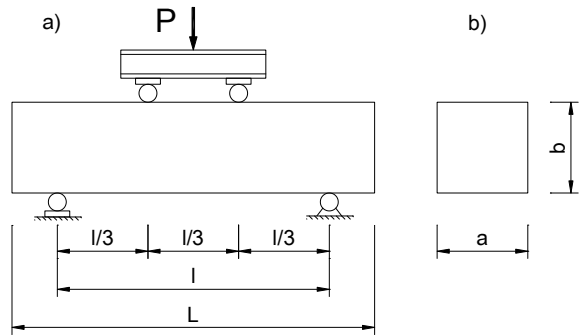
Việc xử lý số liệu, tính toán cường độ kéo trung bình của nhóm (tổ) mẫu từ cường độ các viên mẫu được thực hiện giống như đối với thí nghiệm xác định cường độ nén (các thông số về mức độ sai khác cho phép để tính toán giữa 2 phép thử là như nhau).

2.1.3. Phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử của một số loại vật liệu khác

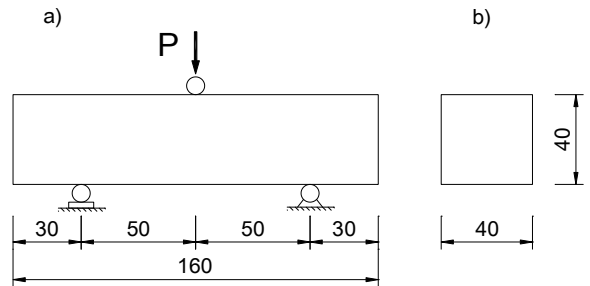
2.1.3.1 Thí nghiệm nén và uốn mẫu vữa

Phép thử này gần tương tự như thí nghiệm nén và uốn phá hoại mẫu thử bê tông. Mẫu vữa dùng trong các thí nghiệm nén và uốn có kích thước nhỏ hơn tương ứng với kích thước cốt liệu lớn nhất của hỗn hợp vật liệu này. Có 2 loại mẫu thí nghiệm: loại thứ nhất là mẫu lập phương cạnh là 70,7mm; loại mẫu thứ hai là mẫu dầm tiết diện vuông có cạnh 40mm, chiều dài mẫu là 160mm. Loại mẫu lập phương chỉ dùng để thí nghiệm xác định chỉ tiêu cường độ nén, còn loại thứ hai sử dụng để xác định đồng thời cả thông số cường độ nén và cường độ chịu uốn. Trình tự thực hiện đối với loại mẫu thứ 2 như sau: mẫu được thử uốn trước với một điểm đặt lực (hình 2.5), sau đó phép thử nén sẽ được thực hiện ở phần đầu của nửa mẫu đã bị uốn gãy.

Đối với thí nghiệm trên mẫu vữa, do kích thước mẫu nhỏ nên thang lực trên máy thí nghiệm phải được chọn cho phù hợp.



Hình 2.4. Sơ đồ thí nghiệm uốn mẫu bê tông
a. Sơ đồ thử uốn b. Tiết diện mẫu thử



Hình 2.5. Sơ đồ thí nghiệm uốn mẫu vữa
a. Sơ đồ thử uốn b. Tiết diện mẫu thử

2.1.3.2 Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của gạch xây

Gạch xây có khá nhiều chỉ tiêu cơ lý, tuy nhiên những chỉ tiêu chính cần quan tâm bao gồm: Cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, độ hút nước.

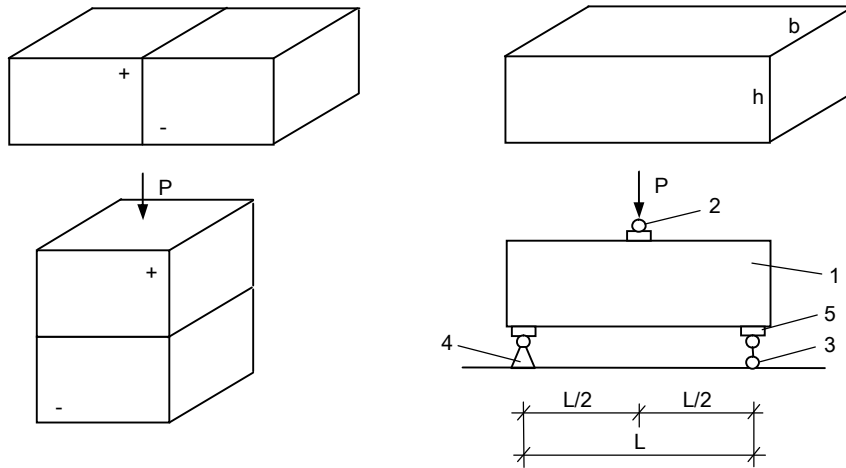
a. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

Mẫu thí nghiệm nén là mẫu được gia công từ viên gạch nguyên và cách gia công tùy theo từng chủng loại gạch. Số lượng mẫu gạch dùng cho thử nén là 5 mẫu. Kích thước các mẫu gạch nguyên phải nằm trong dung sai cho phép so với mẫu chuẩn. Với loại gạch xây thông dụng (kích thước 220x105x60) mẫu thí nghiệm được tạo thành từ hai nửa viên gạch cắt đôi, hai đầu cắt nằm về hai phía khác nhau, được liên kết bằng vữa xi măng- cát. Mẫu nén được làm phẳng hai mặt tiếp xúc cũng bằng loại vữa này và được dưỡng hộ tự nhiên trong phòng thí nghiệm sau 72 giờ rồi đem thử.

Cường độ chịu nén của mẫu được tính toán thông qua diện tích chịu nén thực tế F_{tt} và lực nén phá hoại cao nhất P_n^{max} :

$$R_n = \frac{P_n^{max}}{F_{tt}} \quad (KG/cm^2)$$

Kết quả thí nghiệm nén là trung bình cộng của 5 mẫu thử, với điều kiện sai số lớn nhất của một mẫu thử không quá 35% so với giá trị trung bình trên. Nếu sai số lớn nhất quá 35% thì giá trị trung bình được tính trên 4 mẫu còn lại. Nếu xảy ra trường hợp có 2 mẫu sai lệch quá mức trên thì phải lấy mẫu tiến hành thử lại.



a) Sơ đồ thử cường độ chịu nén

b) Sơ đồ thử cường độ chịu uốn

1. Mẫu thử 2. Gối truyền lực 3,4. Gối tựa di động và cố định 5. Vữa lót tạo phẳng

Hình 2.6. Sơ đồ thí nghiệm cường độ chịu nén và uốn của gạch xây

b. Thí nghiệm xác định cường độ chịu uốn.

Mẫu thí nghiệm uốn là mẫu sử dụng gạch nguyên dạng. Số lượng mẫu gạch dùng cho thử uốn là 5 viên. Mẫu uốn được tạo bằng cách dùng vữa xi măng- cát trát phẳng 3 vị trí gồm gối đặt lực uốn và 2 gối tựa. Thời gian dưỡng hộ tự nhiên mẫu trước khi đem thử giống như mẫu nén là 72 giờ.

$$R_u = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (KG/cm^2)$$

Tương tự như thí nghiệm nén, kết quả thí nghiệm uốn là trung bình cộng của 5 mẫu thử, với điều kiện sai số lớn nhất của một mẫu thử không quá 50% so với giá trị trung bình trên. Các trường hợp khác xử lý giống như thí nghiệm nén.

c. Thí nghiệm xác định độ hút nước.

Lượng mẫu sử dụng trong thí nghiệm là 5 viên gạch nguyên đã được vệ sinh sạch sẽ. Sấy mẫu ở nhiệt độ 105°C-110 °C trong thời gian không ít hơn 24 giờ đến khối lượng không đổi (sai số hai lần cân kế tiếp không quá 0,2%), tiến hành cân mẫu, xác định được trọng lượng khô G_k .

Sau đó mẫu thử được ngâm trong thời gian 24 giờ, ngập trong nước. Sau đó vớt mẫu thử ra và cân mẫu để xác định trọng lượng mẫu đã bão hòa G_w (thời gian từ lúc vớt ra đến khi cân xong không quá 3 phút).

Độ hút nước của mẫu thử là tỷ số giữa độ chênh lệch khối lượng giữa 2 loại mẫu ($G_w - G_k$) trên trọng lượng mẫu khô G_k

$$H = \frac{G_w - G_k}{G_k} \quad (\%)$$

d. Đánh giá chất lượng gạch xây.

Căn cứ vào các chỉ tiêu cơ lý đã xác định và yêu cầu trong tiêu chuẩn đánh giá, từ đó tiến hành xác định chủng loại gạch tương ứng. Đối với các công trình được thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam thì gạch xây được chia thành 2 nhóm như sau:

- Nhóm gạch đặc: Đánh giá theo TCVN 1451: 1998 (Xem bảng 2.9 phụ lục chương 2)
- Nhóm gạch rỗng: Đánh giá theo TCVN 1450: 1998 (Xem bảng 2.10 phụ lục chương 2)

Trong yêu cầu thực tế hiện nay, đối với công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp mác gạch đặc thường hay được sử dụng nhất là mác 75. Tuy nhiên, việc chỉ định mác thiết kế cho gạch rỗng thường chưa được cụ thể. Đối với các loại tường chỉ có tính chất bao che, ngăn phòng của công trình có khung chịu lực, hoàn toàn có thể sử dụng gạch rỗng. Việc sử dụng gạch rỗng có lợi ích là giảm tải trọng chất lên bản thân khối xây và lên công trình, do vậy cường độ gạch rỗng yêu cầu thực tế có thể thấp hơn gạch đặc cùng loại (ví dụ: mác yêu cầu của gạch rỗng có thể giảm xuống còn 50).

2.1.3.2 Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của gỗ xây dựng

Gỗ là loại vật liệu được dùng khá phổ biến trong xây dựng. Ưu điểm của loại vật liệu này là: nhẹ, cường độ khá cao, sẵn có và dễ gia công chế tạo; tuy nhiên gỗ cũng tồn tại một số nhược điểm: cấu tạo không đẳng hướng, tính chất cơ học phụ thuộc vào nhiều yếu tố (như độ ẩm, độ tuổi, nhóm gỗ...). Chính vì vậy mà việc kiểm tra chất lượng gỗ cũng khá phức tạp và phải sử dụng rất nhiều phép thử. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, gỗ xây dựng được phân thành 6 nhóm (đánh số thứ tự từ I=VI). Để đánh giá chủng loại gỗ theo phân nhóm cần tối thiểu 4 chỉ tiêu ứng suất cơ học (giới hạn bền nén dọc, kéo dọc, uốn tĩnh và cắt dọc) và chỉ tiêu khối lượng thể tích. Ngoài ra, còn một số chỉ tiêu khác của gỗ cũng hay được thử nghiệm, đó là: môđun đàn hồi kéo, nén dọc thớ, môđun đàn hồi kéo, nén ngang thớ, môđun đàn hồi uốn tĩnh.

Để thử nghiệm 5 chỉ tiêu tối thiểu đã nêu cần 4 dạng mẫu thử khác nhau. Hầu hết các chỉ tiêu đều lấy chiều dài mẫu thử nằm theo chiều dọc thớ gỗ, chỉ có chỉ tiêu giới hạn bền cắt dọc là chiều dài mẫu nằm vuông góc với thớ gỗ.

Thiết bị thí nghiệm dùng trong các phép thử này là các máy có bảng lực nhỏ, độ chính xác yêu cầu khá cao: hầu hết độ chính xác yêu cầu là 5KG, riêng thí nghiệm uốn tĩnh yêu cầu độ chính xác là 1KG. Trong trường hợp không có các máy thí nghiệm nhỏ, thí nghiệm uốn tĩnh có thể được tiến hành bằng cách chất quả cân. Ngoài ra, thí nghiệm này là thí nghiệm có thể tiến hành bằng 1 trong hai sơ đồ thí nghiệm (hai sơ đồ này khác nhau ở vị trí điểm đặt tải).

Chi tiết về hình dạng mẫu thử, sơ đồ thí nghiệm tra bảng 2.11 phụ lục chương 2

Các chỉ tiêu cơ học sau khi thí nghiệm ở độ ẩm hiện thời của vật liệu được quy về giá trị ở độ ẩm chuẩn là $W_0=12\%$ theo công thức sau:

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)]$$

Trong đó: σ_{12} □ giá trị các chỉ tiêu cơ học ở độ ẩm chuẩn 12%

σ_w □ giá trị các chỉ tiêu cơ học ở độ ẩm hiện thời khi thử (cách tính xem bảng phụ lục)

W □ giá trị độ ẩm hiện thời khi thử.

α □ hệ số điều chỉnh độ ẩm, tùy theo từng phép thử (tra bảng phụ lục)

Sau khi xác định được các chỉ tiêu cần thiết, tiến hành đối chiếu với yêu cầu trong các tiêu chuẩn, quy phạm để đánh giá chủng loại, phân nhóm cho loại gỗ thử nghiệm. Tham khảo bảng 2.12 phụ lục chương 2.

2.2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KHÔNG PHÁ HOẠI.

Việc sử dụng phương pháp thí nghiệm phá hoại cho thấy: tuy phương pháp này có ưu điểm là cho kết quả trực tiếp, chính xác nhưng ngược lại phương pháp này cho thấy vẫn còn nhiều có những nhược điểm như:

2.2.1. Xây dựng biểu đồ chuẩn trong các phương pháp thí nghiệm không phá hoại.

Hầu hết các phương pháp thí nghiệm không phá hoại (TNKPH) đều sử dụng nguyên lý □so sánh chuẩn□ hay sử dụng biểu đồ chuẩn làm nguyên lý cơ bản để khảo sát chất lượng vật liệu. Cụ thể là: Quan hệ giữa các thông số trực tiếp đại diện cho chất lượng vật liệu (như cường độ, độ rỗng, kích thước khuyết tật...) và các thông số gián tiếp thu được từ thiết bị khảo sát KPH (như kích thước

vết lõm, trị số bật nảy, tốc độ truyền sóng siêu âm...) được thiết lập nhờ việc khảo sát trực tiếp trên mẫu chuẩn trong phòng thí nghiệm và quan hệ này được cụ thể hóa thành biểu đồ chuẩn. Thông qua biểu đồ chuẩn, các thông số trực tiếp đại diện cho chất lượng vật liệu trên kết cấu được xác định thông qua các thông số gián tiếp khi khảo sát thực tế trên kết cấu.

Số lượng mẫu chuẩn dùng để thiết lập biểu đồ chuẩn được quy định cụ thể theo từng phương pháp thí nghiệm. Số lượng mẫu chuẩn càng lớn thì độ chính xác của phép thử càng cao. Trong trường hợp có đủ mẫu chuẩn, phương pháp sử dụng súng bật nảy và phương pháp siêu âm quy định số lượng tối thiểu là 20 tổ mẫu. Trong trường hợp không đủ mẫu hoặc không có mẫu để xây dựng đường chuẩn, quy phạm cho phép sử dụng một đường chuẩn của một loại bê tông tương tự (về cốt liệu, tuổi, tỉ lệ nước- xi măng...) nhưng phải được hiệu chỉnh bằng một số mẫu đúc (nếu có) hoặc các mẫu khoan. Số lượng mẫu tùy thuộc vào khối lượng kết cấu cần kiểm tra (được quy định cụ thể tương ứng với từng phương pháp thử nghiệm).

2.2.2. Phương pháp gián tiếp đánh giá chất lượng bê tông thông qua độ cứng bề mặt vật

liệu.

Các phương pháp kiểm tra chất lượng vật liệu thông qua độ cứng bề mặt là những phương pháp kiểm tra gián tiếp xuất hiện sớm nhất. Dụng cụ đơn giản đầu tiên có thể kể đến búa bi. Với dụng cụ này, chất lượng vật liệu được đánh giá thông qua việc quan sát hình dạng và đo đặc kích thước vết lõm hình thành khi gõ trực tiếp búa xuống bề mặt kiểm tra. Sau đó, dụng cụ này được cải tiến thành búa bi có thanh chuẩn, để thuận tiện cho quá trình sử dụng và đạt độ chính xác cao hơn. Thông số đặc trưng cho chất lượng vật liệu của cách kiểm tra cải tiến là tỷ số không thứ nguyên của hai tham số: tử số là tổng đường kính vết lõm trên bề mặt bê tông, mẫu số là tổng đường kính vết lõm gây ra trên thanh chuẩn. Như vậy, ảnh hưởng do sự chênh lệch lực đập từ tay người thử nghiệm đến đường kính vết lõm ở các vị trí kiểm tra khác nhau được khắc phục đã được khắc phục phần nào.

Rõ ràng, ở các phương pháp kiểm tra trên, nhược điểm tồn tại lớn nhất đó là ảnh hưởng của yếu tố lực gây va đập vào bề mặt vật liệu. Phương pháp kiểm tra tiến tiến sau này và vẫn được sử dụng hữu hiệu đến bây giờ, đã giảm thiểu được tối đa vấn đề này. Đó là phương pháp sử dụng súng bật nảy và sẽ được giới thiệu chi tiết trong nội dung dưới đây.

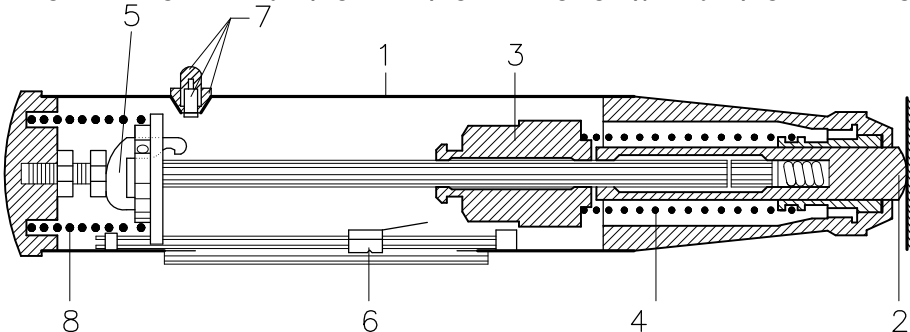
a. Nội dung của phương pháp thử: Đây là phương pháp kiểm tra chất lượng vật liệu thông qua độ cứng bề mặt bằng thiết bị dựa trên nguyên lý nảy va chạm.

b. Phạm vi áp dụng: Phương pháp này dùng để kiểm tra những loại bê tông sau:

- Trường hợp giám định pháp lý kiểm tra chất lượng công trình.
- Bê tông có mác từ 100 đến 500, cốt liệu có $D_{max} \leq 40mm$.
- Bê tông không bị nứt rỗ, phân tầng hoặc có khuyết tật.
- Bê tông không bị tác động của hoá chất hoặc hoá hoạn.
- Bê tông không thuộc dạng khối lớn như đường băng sân bay, trụ cầu, móng đập.

c. Thiết bị thử- Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Thiết bị thử thường gồm 4 loại N, L, M, P có năng lượng va chạm khác nhau, dùng để thử trên các loại kết cấu và vật liệu có các trạng thái đặc trưng khác nhau (về kích thước kết cấu, độ cứng vật liệu...). Trong đó, nhóm thiết bị loại N là nhóm để khảo sát chất lượng vật liệu bê tông thông thường trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, xây dựng cầu đường...



Hình 2.7. Sơ đồ cấu tạo hoạt động của súng bật nảy loại N

Cấu tạo và cách sử dụng súng bật nảy: ở trạng thái sử dụng pít tông (2) thò ra ngoài vỏ súng. ấn vỏ súng (1), pít tông đẩy quả nặng (3) kéo lò xo (4) căng ra tích trữ thế năng cho quả nặng. Chuyển động này sẽ kết thúc khi lấy hãm quả nặng chạm đáy, giải phóng quả nặng. Lò xo kéo quả nặng chuyển động ngược lại, biến thế năng thành động năng → quả nặng đập vào đầu pít tông. Sau va chạm, quả nặng bật trở lại đẩy kim chỉ thị (6) chuyển động trên thang chia vạch. Để lưu lại giá trị

chỉ thị bật nảy sử dụng chốt cò súng để hãm quả nặng. Để đưa thiết bị trở lại thực hiện 1 chu kỳ hoạt động mới, ấn nhựt pit tông để lò xo (7) giải phóng chốt hãm.

Hiện nay, trên thị trường Việt Nam, có sự xuất hiện của nhiều hãng cung cấp thiết bị súng bật nảy của các nước: Nhật, Italia, Thụy Sĩ, Anh, Mỹ...; tuy nhiên súng bật nảy của hãng Schmidt- Thụy Sĩ là loại thiết bị đã có mặt nhiều năm trên thị trường nước ta, chất lượng ổn định và hiện đang được dùng rộng rãi nhất.

Thiết bị thử phải đảm bảo độ chính xác và phải thường xuyên được kiểm định trên đê chuẩn (thời gian khoảng 6-12 tháng).

d. Xây dựng biểu đồ chuẩn

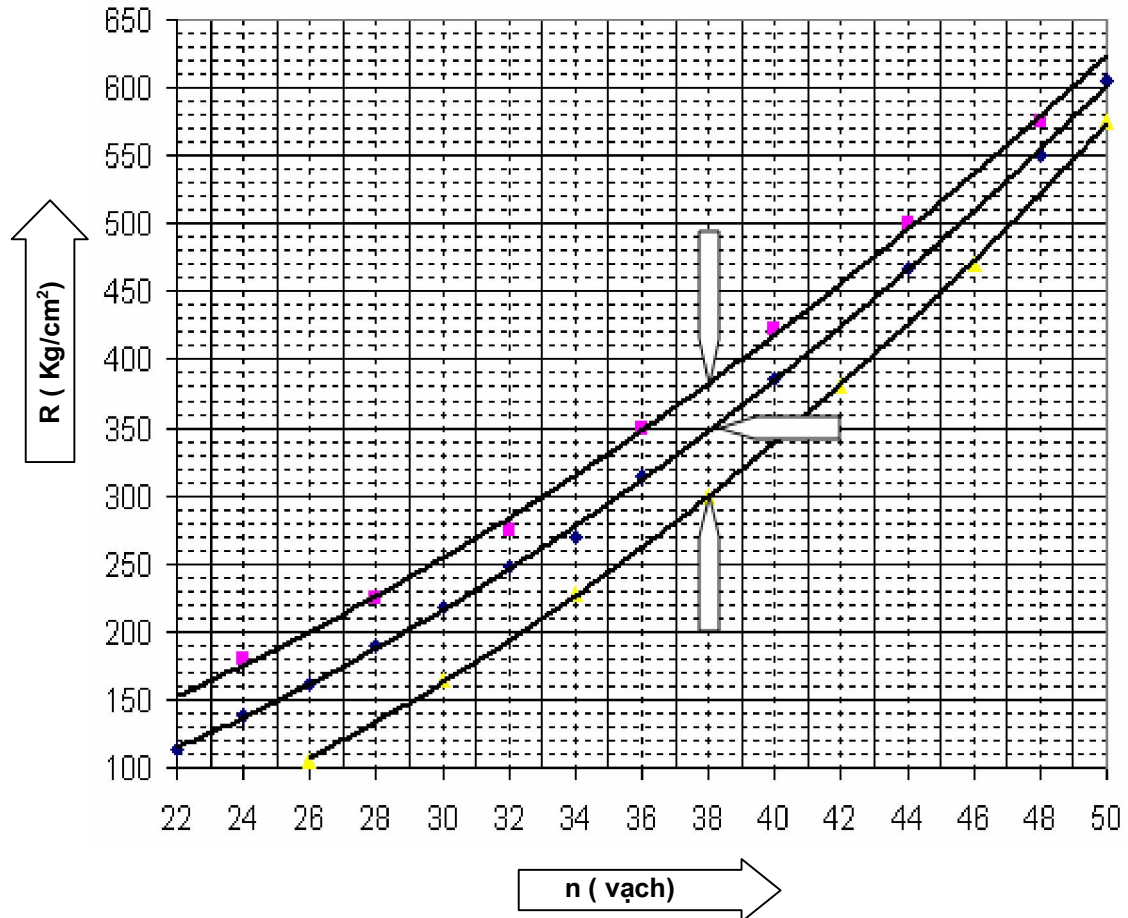
Để khảo sát cường độ bê tông ngoài hiện trường, phải tiến hành xây dựng biểu đồ quan hệ thực nghiệm giữa cường độ nén được xác định khi tiến hành nén phá hoại (R) và trị số bật nảy trung bình (n) khi bắn súng trên cùng các mẫu thử (được đúc trong quá trình thi công để thử nén phá hoại). Trong quá trình thử, cần đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

Để xây dựng biểu đồ chuẩn cho một loại mác, cần thử nghiệm trên ít nhất 20 tổ mẫu (mỗi tổ gồm 3 viên mẫu). Các tổ mẫu được lấy từ các mẻ trộn khác nhau trong thời gian 2 tuần lễ với điều kiện cùng thành phần cấp phối và điều kiện dưỡng hộ. Đối với mẫu khoan, việc xây dựng biểu đồ chuẩn cần số lượng mẫu ít nhất là 20 mẫu có đường kính không nhỏ hơn 10cm.

Khi bắn kiểm tra mẫu thử theo phương ngang, phải cặp mẫu trên máy nén với áp lực tối thiểu 5 daN/cm². Khi bắn mẫu theo chiều từ trên xuống, phải đặt mẫu trên nền phẳng ổn định, vật kê dưới mẫu phải có trọng lượng không nhỏ hơn 500 KG.

Hàm quan hệ R-n có thể là tuyến tính hoặc ở dạng hàm mũ tùy thuộc vào khoảng dao động cường độ bê tông lớn hay nhỏ. Thông thường trên biểu đồ chuẩn thiết lập 3 đường quan hệ R-n với ba phương kiểm tra: ngang, trên xuống và dưới lên.

Trong trường hợp chưa xây dựng được biểu đồ chuẩn, chỉ sử dụng các biểu đồ có sẵn trên súng để đánh giá định tính cường độ bê tông.



Hình 2.8. Biểu đồ chuẩn R - n xây dựng từ các tổ mẫu lập phương lấy từ bê tông của cấu kiện cần kiểm tra.

e. Một số yêu cầu kỹ thuật về vùng thử, điểm thử, số cấu kiện thử...

Số vùng thử trên một cấu kiện không nhỏ hơn 3 và đối với kết cấu thanh (dầm, cột) không ít hơn 1 vùng trên 1m dài. Vùng thử được đặt ở những vùng trọng yếu của kết cấu. Bề mặt vùng thử phải phẳng nhẵn, sạch sẽ; nếu bề mặt vùng thử có các lớp trát, lớp trang trí hoặc lớp bê tông bị phong hoá thì phải bóc bỏ cho đến lớp bê tông bên trong. Diện tích vùng thử không nhỏ hơn 400mm².

Trên mỗi vùng thử không ít hơn 10 điểm. Các điểm thử phải cách mép kết cấu ít nhất là 50mm, đối với mẫu con số này là 5mm. Khoảng cách giữa các điểm thử tối thiểu là 30mm.

Số lượng cấu kiện kiểm tra:

- Nếu lô chỉ có 3 cấu kiện hoặc ít hơn thì thử toàn bộ.
- Nếu lô có trên 3 cấu kiện thì có thể kiểm tra toàn bộ hoặc kiểm tra chọn lọc (kiểm tra xác suất). Số lượng cấu kiện kiểm tra xác suất tối thiểu là 10% tổng số cấu kiện trong lô, nhưng không ít hơn 3 cấu kiện.

Bê tông kiểm tra có độ ẩm không được chênh lệch quá 30% so với mẫu chuẩn và giữa các vùng với nhau. Tuổi bê tông kiểm tra tốt nhất là trong khoảng từ 14 đến 56 ngày. Khi tuổi lớn hơn thì sử dụng hệ số điều chỉnh do ảnh hưởng của tuổi để xác định cường độ bê tông (Tham khảo bảng 2.13 phụ lục chương 2).

Khi thử, trục của súng phải vuông góc với bề mặt bê tông. Phương thí nghiệm trên kết cấu và phương bắn kiểm tra mẫu phải giống nhau để đảm bảo tính chính xác cho phép thử.

f. Các bước tiến hành kiểm tra

Xem xét trạng thái bề mặt của kết cấu, phát hiện các khuyết tật. Nhận xét sơ bộ chất lượng, quyết định phương án kiểm tra (bằng súng bật nảy hay bằng phương án khác)

Thu thập các thông tin liên quan đến kết cấu (mác thiết kế, thành phần bê tông, ngày chế tạo, chế độ bảo dưỡng...). Thu thập các mẫu chuẩn đúc khi thi công kết cấu để lập biểu đồ chuẩn.

Lập phương án thí nghiệm, chuẩn bị thí nghiệm.

Chuẩn bị, tiến hành thí nghiệm và ghi chép kết quả thí nghiệm

Tính toán xác định các chỉ tiêu chất lượng (cường độ, độ đồng nhất...)

Đưa ra các kết luận, đánh giá về chất lượng kết cấu công trình.

g. Đánh giá độ đồng nhất của cường độ bê tông trong cấu kiện, kết cấu.

Độ đồng nhất của cường độ bê tông được đặc trưng bằng độ lệch bình phương trung bình S và hệ số biến động V. Việc kiểm tra, đánh giá độ đồng nhất của cường độ bê tông đối với cấu kiện, kết cấu riêng lẻ hoặc lô cấu kiện được tiến hành theo phương pháp tính toán xác suất thống kê

Độ đồng nhất của cường độ bê tông trong cấu kiện riêng lẻ hoặc lô cấu kiện ở thời điểm kiểm tra được coi là không đạt yêu cầu nếu hệ số biến động V vượt quá 20%. Việc sử dụng các cấu kiện, kết cấu này phải được sự đồng ý của cơ quan thiết kế.

*) Kiểm tra độ đồng nhất của các vùng bê tông trên một cấu kiện riêng lẻ

Độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông trên cấu kiện:

$$S_{CK} = \sqrt{(S_{CK}^{bn})^2 + (S_T)^2}$$

$$\text{Trong đó: } S_{CK}^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (R_i - R_{CK})^2}{p-1}}$$

p - Số vùng kiểm tra trên cấu kiện

$$R_{CK} - \text{cường độ trung bình của các vùng kiểm tra trên cấu kiện: } R_{CK} = \frac{\sum_{i=1}^p R_i}{p}$$

R_i - là cường độ bê tông của vùng cấu kiện thứ i (xác định từ súng)

S_T - là độ lệch bình phương trung bình của biểu đồ quan hệ R-n. Trong trường hợp không thiết lập được quan hệ R-n, có thể sử dụng đường chuẩn của súng để kiểm tra độ đồng nhất và khi đó lấy S_T theo thông số của thiết bị.

Hệ số biến động của cường độ bê tông, được tính theo công thức:

$$V_{CK} = K_{CK} \frac{S_{CK}}{R_{CK}} 100\% \quad \text{Với } K_{CK} = 0.9 - \text{là hệ số cấu kiện}$$

*) Kiểm tra độ đồng nhất của bê tông các cấu kiện trong 1 hạng mục hoặc công trình (gọi là 1 lô cấu kiện)

Độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông của 1 lô cấu kiện:

$$S_L = \sqrt{(S_L^{bn})^2 + (S_T)^2}$$

Trong đó:

$$S_L^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p (R_i - R_j)^2}{N-1}}$$

p, n - Số vùng kiểm tra trên cấu kiện và số cấu kiện được kiểm tra, $N=p \times n$

R_{CK} - cường độ trung bình của các cấu kiện hoặc các vùng trên 1 cấu kiện:

R_i - là cường độ bê tông của vùng cấu kiện thứ i trên cấu kiện j

R_j - là cường độ bê tông trung bình của cấu kiện j : $R_j = \frac{\sum_{i=1}^p R_i}{P}$

Hệ số biến động của cường độ bê tông, được tính theo công thức:

$$V_L = K_L \frac{S_L}{R_L} 100\% \quad \text{Với } K_L = 0.9 - \text{là hệ số cấu kiện}$$

2.2.3. Phương pháp gián tiếp đánh giá chất lượng bê tông thông qua tốc độ truyền sóng siêu âm qua môi trường vật liệu.

a. Nội dung của phương pháp thử: là phương pháp kiểm tra chất lượng vật liệu thông qua việc đo tốc độ truyền sóng siêu âm qua các vùng vật liệu trên kết cấu.

Vận tốc truyền sóng siêu âm được xác định thông qua thời gian truyền sóng T (đo được nhờ các mạch đếm thời gian) và chiều dài chuẩn đo L (khoảng cách giữa hai đầu dò).

$$V = \frac{L}{T}$$

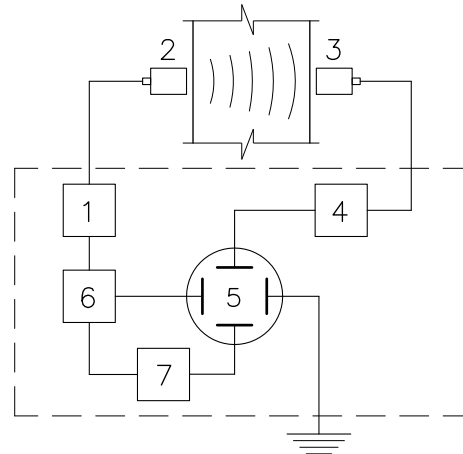
b. Phạm vi áp dụng:

- Kiểm tra chất lượng bê tông thông qua mối quan hệ giữa vận tốc xung siêu âm và cường độ.
- Xác định độ đồng nhất của bê tông trong 1 cấu kiện hoặc giữa nhiều cấu kiện.
- Xác định sự hiện diện của khuyết tật (vết nứt, lỗ rỗng, dị vật...); dự đoán sự phát triển, kích thước và hình dạng của khuyết tật.

c. Thiết bị thử:

Thiết bị thử là các loại máy siêu âm có tần số từ 20÷150 KHz (thông dụng nhất là từ 50÷60 KHz)

Thiết bị thông dụng hiện nay gồm 2 loại: Máy hiển thị dao động bằng màn hiển sóng và thiết bị chỉ thị số.



- 1- Nguồn phát xung điện
- 2- Đầu dò phát
- 3- Đầu dò thu
- 4- Bộ phận khuếch đại
- 5- Bộ phận chỉ thị
- 6- Bộ phận chờ
- 7- Bộ đếm thời gian

Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy đo siêu âm

Nguyên lý hoạt động của thiết bị như sau: Xung điện áp được tạo ra từ nguồn phát (1) truyền đến đầu phát (2) và tạo ra các sóng đàn hồi có tần số cao (xung siêu âm) truyền vào môi trường bê tông. Đồng thời, một bộ phận xung điện từ nguồn phát (1) qua bộ phận chờ (6) (ở đây xung được làm trễ 1 khoảng thời gian đủ để xung điện truyền đến bề mặt bê tông), được truyền đến bộ phận đếm thời gian (7) và bắt đầu tính thời gian truyền xung siêu âm. Xung siêu âm qua môi trường bê tông được đầu dò thu (3) tiếp nhận, được chuyển về dạng tín hiệu điện và được khuếch

đại nhờ bộ phận khuếch đại (4). Đồng thời tín hiệu điện sẽ báo về bộ phận (7) để dừng quá trình đếm thời gian. Thông số thu được trong quá trình đo siêu âm được hiển thị trên bộ phận chỉ thị (5).

e. Hiệu chuẩn thiết bị

Việc hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách sử dụng thanh chuẩn đi kèm theo thiết bị (đã biết trước thời gian truyền trong nó). Việc hiệu chuẩn thiết bị được thực hiện trước khi thực hiện phép thử, khi thay đổi chủng loại đầu dò, khi điện áp nguồn không ổn định□

Ngoài việc hiệu chuẩn thiết bị thông qua thanh chuẩn, có thể kiểm tra độ chính xác của việc chỉnh 0 bằng cách áp 2 đầu dò vào nhau. Kết quả thu được phải chính xác ở 0 mới đảm bảo.

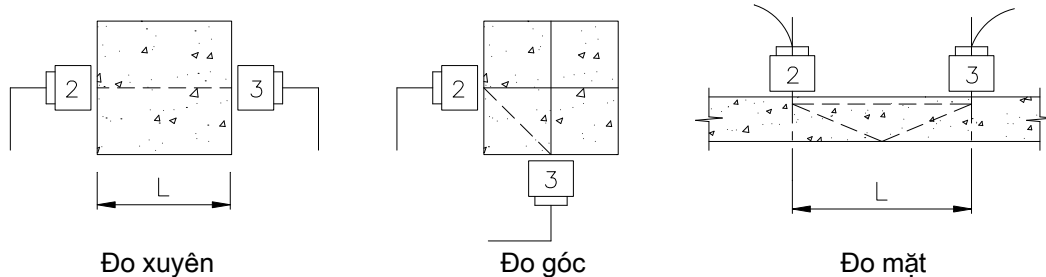
f. Tiến hành đo

Tham số đo quan trọng nhất trong phương pháp đo siêu âm là thông số vận tốc xung siêu âm. Có 3 cách đo xác định thông số này:

- Đo xuyên (còn gọi là đo trực tiếp): Hai đầu dò được bố trí trên hai mặt đối diện, đồng trục với nhau. Đây là cách đo tối ưu nhất vì năng lượng truyền qua đầu dò đạt mức lớn nhất, độ chính xác phép đo vận tốc bị ảnh hưởng chủ yếu bởi độ chính xác của phép đo dài.

- Đo góc (đo bán trực tiếp): Hai đầu dò đặt trên hai mặt vuông góc với nhau. Cách đo này được áp dụng khi không thể đo theo phương pháp đo xuyên (trường hợp kết cấu cột, dầm ở góc tiếp giáp□) và độ nhạy của phương pháp đo này kém hơn so với phương pháp đo đầu tiên.

- Đo mặt (đo gián tiếp): Hai đầu dò đặt trên cùng một mặt của kết cấu. Cách đo này được áp dụng khi bê tông chỉ lộ một bề mặt hoặc khi cần xác định chiều sâu vết nứt hoặc khi cần kiểm tra chất lượng bề mặt bê tông. Cách đo này có độ nhạy kém nhất trong ba cách đo.



Hình 2.10. Các phương pháp bố trí đầu dò trong quá trình đo siêu âm

Sau khi lựa chọn cách thức đo, tiến hành áp đầu dò lên bề mặt bê tông. Để xung siêu âm truyền tốt qua từ đầu phát qua môi trường vật liệu đến đầu thu, phải có biện pháp đảm bảo sự tiếp xúc tốt giữa các bộ phận này. Bề mặt bê tông cần được làm phẳng bằng cách sử dụng chất truyền âm (như dầu, mỡ công nghiệp□) và đầu dò được áp mạnh vào bề mặt bằng lực cơ học (của tay người vận hành) để đẩy hết không khí còn lại ra ngoài. Trường hợp bề mặt bê tông quá xù xì và gồ ghề, cần phải tiến hành làm phẳng bằng cách sử dụng đá mài hoặc máy mài cầm tay hoặc có thể sử dụng các lớp mỏng tạo phẳng (nhựa epoxy, vữa trát..).

g. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc đo vận tốc xung

- Các yếu tố môi trường:

+ Độ ẩm: Độ ẩm ảnh hưởng đến sự thủy hóa và lượng nước dư trong bê tông, do vậy ảnh hưởng đến vận tốc truyền sóng siêu âm.

+ Nhiệt độ: Nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp có thể gây ra sự biến đổi đặc trưng cơ lý của bê tông. Khi nhiệt độ bê tông ngoài phạm vi (10÷30)°C, vận tốc xung phải được hiệu chỉnh.

- Ảnh hưởng của chiều dài đường truyền: Đường truyền siêu âm phải đủ dài để đại diện cho hỗn hợp bê tông. Với cốt liệu thông thường (cốt liệu thô có $D_{max} = 20\text{mm}$) chiều dài đường truyền nhỏ nhất cho phép là 100mm, trường hợp sử dụng cốt liệu thô có D_{max} đến 40mm thì chiều dài đường truyền tối thiểu yêu cầu là 150mm.

- Ảnh hưởng của cốt thép: Vận tốc xung siêu âm trong vùng bê tông lân cận cốt thép sẽ cao hơn khi đo ở vùng bê tông đơn thuần (xa cốt thép). Các thông số của cốt thép ảnh hưởng đến việc đo vận tốc xung siêu âm bao gồm:

+ Khoảng cách từ cốt thép gần nhất đến vị trí đo.

+ Đường kính và số lượng thanh thép.

+ Phương bố trí cốt thép so với phương đường truyền xung siêu âm.

Để đảm bảo độ chính xác, cần cố gắng đo tại những vị trí xa cốt thép (vị trí cốt thép được xác định bằng phương pháp điện từ sẽ được trình bày ở phần sau)

- Ảnh hưởng của chiều cao lớp bê tông: Vận tốc xung siêu âm có sự thay đổi đáng kể theo chiều cao kết cấu khảo sát, nguyên nhân là do tác động của công tác đổ, đầm□ khi thi công làm cho phần bên dưới có xu hướng chặt hơn, điều này thể hiện rõ ở những kết cấu có chiều cao lớn.

h. Ứng dụng siêu âm để kiểm tra độ đồng nhất của bê tông

Ngoài cường độ, độ đồng nhất là một thông số quan trọng đại diện cho chất lượng của vật liệu bê tông. Độ đồng nhất có thể được đánh giá thông qua hệ số đồng nhất cường độ K hoặc qua hệ số biến động V của vận tốc xung siêu âm. Để xác định độ đồng nhất của kết cấu bê tông hoặc BTCT cần bố trí một hệ thống điểm đo phân bố đều trên bề mặt vật liệu. Số lượng điểm đo phụ thuộc vào kích thước kết cấu, độ chính xác yêu cầu và đặc tính biến động của bê tông.

Hệ số đồng nhất cường độ được xác định theo công thức:

$$K = 1 - 3C_v$$

Trong đó: C_v - là hệ số biến sai về cường độ, được tính như sau:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}; \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}}; \quad V_i = X_i - \bar{X}; \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

+ X_i , \bar{X} - giá trị cường độ tại điểm đo thứ i và giá trị cường độ trung bình của n điểm đo.

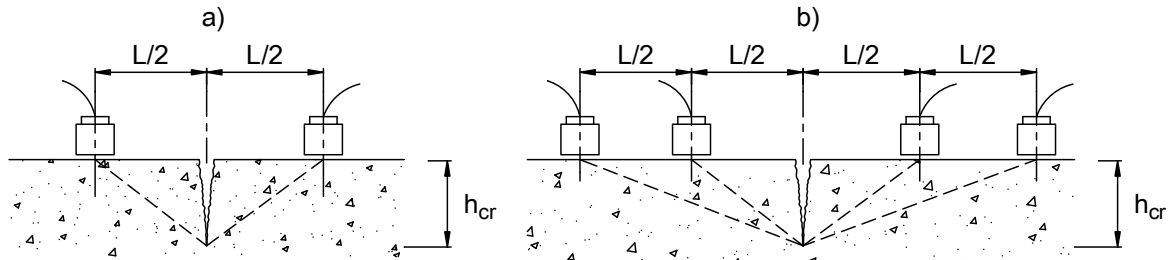
Theo một số tài liệu kỹ thuật, độ đồng nhất bê tông được coi là đạt yêu cầu nếu $K \geq 0,7$.

i. Ứng dụng siêu âm để kiểm tra khuyết tật trong bê tông

Khuyết tật trong bê tông bao gồm: nứt, lỗ rỗng, có dị vật... Trường hợp khuyết tật nằm ở vị trí nguy hiểm và trên quy mô nghiêm trọng (trên tiết diện chịu lực, kích thước khuyết tật lớn...) thì cần phải được kiểm tra. Trong các phương pháp sử dụng để kiểm tra khuyết tật của bê tông hiện nay thì siêu âm là phương pháp tiện dụng và có độ tin cậy cao.

* Xác định chiều sâu vết nứt bằng phương pháp đo mặt:

Đo chiều sâu vết nứt bằng phương pháp đo mặt thường áp dụng đối với những kết cấu có diện tiếp xúc bề mặt lớn như tấm, bản, khối lớn... Có hai cách để xác định chiều sâu vết nứt:



Hình 2.11 Phương pháp đo mặt xác định chiều sâu vết nứt

Cách 1: Xác định thời gian truyền xung siêu âm trên hai lần đo (hình 2.11a): lần 1 trên vùng bê tông ngang qua vết nứt t_{cr} , lần 2 trên vùng bê tông bình thường t_n (cùng chuẩn đo L). Chiều

sâu vết nứt được xác định bằng:
$$h_{cr} = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{t_{cr}}{t_n}\right)^2 - 1}$$

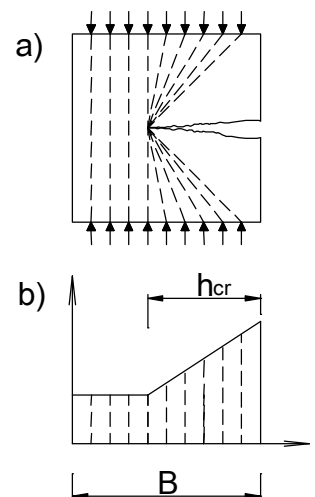
Cách 2: Thực hiện 2 phép đo mặt ngang qua nứt (hình 2.11b): lần 1 với chuẩn đo L, lần 2 sử dụng chuẩn đo 2L. Thời gian truyền xung siêu âm tương ứng với hai lần kiểm tra là t_1, t_2 . Chiều sâu vết nứt được xác định

bằng:
$$h_{cr} = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

* Xác định chiều sâu vết nứt bằng phương pháp đo xuyên:

Phương pháp này phù hợp với những kết cấu dạng thanh như dầm, cột... Độ sâu vết nứt sẽ được xác định nhờ hệ lưới bố trí hai đầu dò vuông góc với khuyết tật (hình 2.12a), thông qua các số liệu đo sẽ hình thành biểu đồ, mà trên đó thể hiện sự thay đổi thời gian truyền sóng giữa vùng có và không có khuyết tật (hình 2.12b).

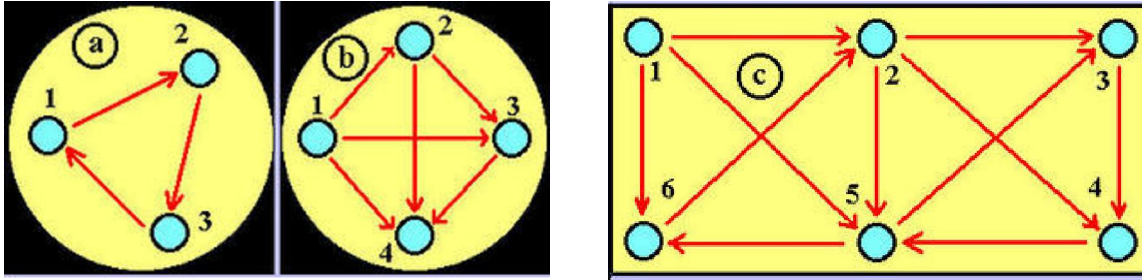
Ngoài ra, cơ sở này có thể cho phép xác định kích thước các loại khuyết tật khác như các bọt rỗng lớn, dị vật... xuất hiện trong kết cấu BTCT với điều kiện thỏa mãn các yếu tố về không gian và vị trí tiếp cận khi tiến hành đo.



Hình 2.12 Đo xuyên xác định chiều sâu vết nứt.

* Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi và barret:

Cọc khoan nhồi và cọc barret là kết cấu móng sâu hiện đại xuất hiện ngày càng nhiều ở nước ta trong thời gian gần đây. Đặc điểm của loại kết cấu này là có khả năng chịu lực lớn do nó được đặt xuống tầng nền sâu và cứng (thường là đá gốc hoặc cuội sỏi). Tuy nhiên, do công nghệ chế tạo khá phức tạp nên ở loại kết cấu này thường xuất hiện các khuyết tật phát sinh trong quá trình thi công. Để kiểm soát chất lượng cọc khoan nhồi có một số biện pháp thí nghiệm được tiến hành trong đó có công tác kiểm tra bằng phương pháp siêu âm.



Hình 2.13. Bố trí ống đo siêu âm trên cọc khoan nhồi (a, b) và cọc barret (c)

Công tác siêu âm kiểm tra cọc được tiến hành như sau: Trên suốt chiều dài cọc bố trí hệ thống các ống siêu âm (thường là ống thép) phân bố đều trên tiết diện ngang cọc, số lượng ống tùy thuộc kích thước cọc. Đối với cọc nhồi số lượng ống thường là 3 hoặc 4 ống, còn với cọc barret thì số lượng cọc nhiều hơn và các ống này thường được đặt ngay trước khi thi công bê tông. Yêu cầu kỹ thuật đối với các ống này là không bị khuyết tật, tắc ống; đảm bảo kín khí và không gây trở ngại cho các đầu đo. Khi kiểm tra hai đầu dò (đầu phát và đầu thu) được thả xuống từng cặp ống và được kéo lên đồng thời bằng tời (để đảm bảo cùng cao độ). Xung siêu âm được truyền từ đầu phát đến đầu thu và được thiết bị ghi lại tự động trong quá trình đầu dò di chuyển lên. Mỗi cặp ống sẽ đưa ra thông số chất lượng vật liệu bê tông cọc trên một mặt cắt (thể hiện bằng mũi tên trên hình vẽ). Những khuyết tật nếu trên cọc sẽ được thể hiện trên biểu đồ vận tốc hoặc thời gian truyền sóng.

Một số khuyết tật thường gặp của các loại cọc này là:

- 1- Khuyết tật mũi cọc: Động mùn khoan với chiều dày vượt quá mức cho phép (do thổi rửa không sạch), bê tông đầu cọc xốp
- 2- Khuyết tật thân cọc: Sập thành thân cọc làm chất lượng bê tông cọc xấu do lẫn tạp chất, phân tầng do tắc ống khi đổ bê tông. Các khuyết tật này sẽ làm giảm yếu một phần hoặc toàn bộ tiết diện cọc.

2.2.5. Cơ sở lựa chọn phương pháp đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công

trình

Để đánh giá cường độ bê tông thực tế trên kết cấu công trình trong điều kiện hiện nay thường sử dụng một hoặc kết hợp của hai trong các phương pháp thí nghiệm sau:

- Phương pháp sử dụng súng bật nảy (Phương pháp TNKPH)
- Phương pháp đo vận tốc xung siêu âm (Phương pháp TNKPH)
- Phương pháp khoan lấy mẫu (Phương pháp TNPH)

Việc lựa chọn phương pháp thí nghiệm dựa trên một số cơ sở sau:

a. Độ chính xác phép thử: Phương pháp khoan lấy mẫu là phương pháp có độ chính xác cao nhất (sai số của phương pháp này trong phạm vi $\pm 12/\sqrt{n}$, với n là số lượng mẫu khoan). Tiếp đó là phương pháp siêu âm (sai số lớn nhất là $\pm 20\%$) và phương pháp súng bật nảy (sai số lớn nhất là $\pm 25\%$). Để nâng độ chính xác cho phép thử có thể sử dụng kết hợp các phương pháp thí nghiệm trên hoặc tăng số lượng phép thử.

b. Kích thước kết cấu: Phương pháp sử dụng súng bật nảy được áp dụng đối với những kết cấu có chiều dày không quá lớn (25cm), những kết cấu có chiều dày lớn hơn việc kiểm tra cường độ bê tông thông qua độ cứng bề mặt không đại diện cho toàn bộ hỗn hợp bê tông, trường hợp này nên sử dụng biện pháp siêu âm.

c. Mức độ phá hủy kết cấu và ảnh hưởng của cốt thép:

Mức độ phá hủy kết cấu của phương pháp khoan lấy mẫu là lớn nhất, còn của hai phương pháp còn lại là không đáng kể (trừ trường hợp sử dụng phương pháp súng bật nảy trong điều kiện bê tông còn ít ngày tuổi).

Vị trí cốt thép gây ảnh hưởng đến phương pháp siêu âm và phương pháp khoan lấy mẫu. Để khắc phục có thể dùng phương pháp điện tử dò cốt thép để tránh ra trong quá trình kiểm tra. Tuy

nhien, trong trường hợp cốt thép kết cấu quá dày thì việc khoan lấy mẫu có thể không khắc phục được hoàn toàn. Khi đó vị trí lấy mẫu cần được nghiên cứu và bố trí cho hợp lý để giảm thiểu các tác động đến kết cấu công trình (tránh cắt qua quá nhiều cốt thép, đặc biệt là thép chịu lực, tránh khoan tại vùng ứng suất lớn, tập trung□). Khi mẫu khoan có chứa thép, kết quả thí nghiệm cần được hiệu chỉnh để loại trừ ảnh hưởng của loại vật liệu này.

2.2.4. Phương pháp không phá hoại sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy để đánh giá cường độ bê tông.

Phương pháp này được áp dụng để xác định cường độ bê tông trong trường hợp không xây dựng được biểu đồ chuẩn hoặc không có mẫu khoan lấy để xác định cường độ bê tông. Ngoài ra không áp dụng phương pháp này đối với những trường hợp sau:

Bê tông mác dưới 100 và trên 350 hoặc cốt liệu có D_{max} lớn quá 70mm.

Bê tông bị nứt rỗ, phân tầng hoặc có khuyết tật.

Bê tông có chiều dày theo phương thí nghiệm nhỏ hơn 100.

Theo phương pháp này, cường độ nén của bê tông được xác định bằng biểu đồ hoặc bảng tra thông qua vận tốc siêu âm và trị số bật nảy đo được trên bê tông cần thử. Các trị số trên biểu đồ và trong bảng được thiết lập cho một loại bê tông (quy ước gọi là bê tông tiêu chuẩn). Một số thành phần đặc trưng của bê tông tiêu chuẩn như sau:

- Xi măng Poóc lăng PC30 , hàm lượng 350 KG/m³

- Cốt liệu lớn: Đá dăm $D_{max} = 40mm$

- Cốt liệu nhỏ: Cát vàng có $M_n = 2,0 \div 3,0$

Trường hợp bê tông cần thử có thành phần khác với bê tông tiêu chuẩn thì cường độ nén của bê tông được hiệu chỉnh bằng các hệ số ảnh hưởng.

$$R = C_o \cdot R_o$$

Trong đó:

R - cường độ nén bê tông cần thử.

R_o - cường độ nén bê tông quy ước chuẩn tra bảng 2.14 phụ lục chương 2.

C_o - Hệ số ảnh hưởng dùng để xét đến sự khác nhau giữa thành phần của bê tông vùng thử và bê tông tiêu chuẩn.

$$C_o = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4$$

C_1 - Hệ số ảnh hưởng của chủng loại mác xi măng sử dụng để chế tạo cấu kiện, kết cấu xây dựng (tra theo bảng 2.15 phụ lục chương 2).

C_2 - Hệ số ảnh hưởng của hàm lượng xi măng sử dụng cho 1 m³ bê tông (tra theo bảng 2.16).

C_3, C_4 - Hệ số ảnh hưởng của chủng loại và đường kính cốt liệu sử dụng (tra bảng 2.17, 2.18).

Trong mỗi vùng thử, số điểm thử tối thiểu đối với súng là 10 điểm, đối với siêu âm là 4 điểm.

Nên tránh đo theo phương đổ bê tông.

2.2.5. Phương pháp điện từ xác định chiều dày lớp bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong bê tông.

a. Nội dung của phương pháp thử:

b. Thiết bị: Thiết bị sử dụng ở đây là các dạng máy sử dụng hiệu ứng của hiện tượng cảm ứng điện từ để xác định các đặc trưng của thép (một loại vật liệu có từ tính).

c. Hiệu chuẩn thiết bị

Việc hiệu chuẩn cần được thực hiện tương ứng cho từng loại nguồn cấp tương ứng khi sử dụng (pin hay điện lưới) và với tất cả các dạng đầu dò của máy đo. Có 3 cách hiệu chuẩn như sau:

Hiệu chuẩn máy trên mẫu chuẩn:

Mẫu chuẩn là một mẫu bê tông hình hộp có đặt sẵn 1 thanh thép thẳng tròn trơn có đường kính xác định. Thanh thép được đặt lệch tâm theo các phương để tạo nhiều kích thước lớp bảo vệ khác nhau để hiệu chuẩn. Mẫu chuẩn phải được chế tạo đảm bảo đúng theo các dung sai và yêu cầu về vật liệu nêu trong TCXD 240: 2000.

Tiến hành đo bằng máy theo những chỉ dẫn của nhà sản xuất để đo chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo các mặt, so sánh với chiều dày thực tế để hiệu chuẩn máy.

Hiệu chuẩn máy trên bàn chuẩn:

Bàn chuẩn là một tấm phẳng nhẵn được làm bằng vật liệu không nhiễm từ. được đặt lên trên bề mặt thanh thép, mục đích tạo ra một lớp bảo vệ có chiều dày xác định trước để hiệu chuẩn máy.

Hiệu chuẩn máy trên hộp chuẩn:

Hộp chuẩn được chế tạo bằng cách khoan các lỗ thẳng góc vào hai bề mặt đối diện nhau của một chiếc hộp được làm từ vật liệu không nhiễm từ và khi đặt thanh thép theo thứ tự từ trên xuống dưới sẽ tạo thành các chiều dày bảo vệ khác nhau, để hiệu chuẩn máy dò.

Sử dụng mẫu chuẩn (cách 1) sẽ cho ta trạng thái gần với sự làm việc của thép trong bê tông nhất, nhưng mỗi lần hiệu chuẩn khác nhau sẽ phải chế tạo lại mẫu. Cách hiệu chuẩn thứ hai và ba có thể tái sử dụng lại được trong trường hợp có sự thay đổi về chủng loại thép cần đo (lúc này chỉ cần đổi thanh thép cho phù hợp là được).

d. Tiến hành đo

Chính mốc 0: Đưa đầu dò ra xa các chất có từ tính, điều chỉnh chỉ thị của máy trùng với vạch chuẩn mà nhà sản xuất quy định. Kiểm tra sự ổn định của mốc 0 trong suốt quá trình đo.

Xác định vị trí cốt thép:

Di chuyển đầu dò trên mặt bê tông và tại vị trí có cốt thép chỉ thị của trường điện từ (cường độ cảm ứng từ, âm thanh) đạt giá trị cực đại. Khi đó trục cốt thép nằm trong mặt phẳng đi qua tâm đầu dò (nếu có thép nằm vuông góc với trục đầu dò thì chỉ thị số và âm thanh sẽ yếu hơn nhiều). Để xác định phương của thanh thép trong trường hợp chưa rõ phương, tiến hành dò để bắt 2 điểm ở hai đầu của thanh thép sau đó nối lại (có thể dò thêm một vài điểm trung gian để kiểm tra).

Xác định chiều dày lớp bảo vệ:

Chuyển chức năng máy từ dò vị trí sang dò chiều dày lớp bảo vệ. Lúc này chỉ thị trên máy là khoảng cách từ mặt đầu dò đến mặt thanh thép.

Độ chính xác chiều dày lớp bảo vệ phụ thuộc vào hai yếu tố: giá trị mốc 0 và đường kính cốt thép đặt trước. Giá trị mốc 0 phải đảm bảo trong dải yêu cầu của nhà sản xuất tương ứng với chiều sâu của thanh thép (thép càng nằm sâu thì việc đặt mốc 0 càng phải chính xác và khoảng xê dịch về giá trị càng nhỏ). Tương tự, đường kính cốt thép đặt trước sát với đường kính thực tế thì sẽ đảm bảo độ chính xác cao về kết quả đo chiều dày lớp bảo vệ.

Xác định đường kính cốt thép:

Cách thức đo đường kính cốt thép tùy thuộc vào từng loại thiết bị của các nhà sản xuất khác nhau. Tuy nhiên, nguyên tắc chung của phép đo vẫn là cách làm đúng dẫn dựa vào phép đo chiều dày lớp bảo vệ. Cụ thể là: Đặt trước đường kính cốt thép, chính 0 thiết bị, tiến hành đo chiều dày lớp bảo vệ khi cho đầu dò tiếp cận trực tiếp mặt bê tông và khi cho đo gián tiếp thông qua lớp đệm có chiều dày xác định trước (thông thường khoảng 30mm). Tiếp tục đo với các chỉ số đường kính khác và so sánh hai cặp số đọc này để đối chiếu với hướng dẫn của nhà sản xuất và đưa ra kết luận.

Tiêu chuẩn Anh BS 1881: 204: 1988 đưa ra cách xử lý số liệu đo như sau: Chọn đường kính tương ứng với hiệu 2 số đọc chính xác với chiều dày tấm đệm. Nếu không đạt được điều này, tiến hành đo lại toàn bộ 2 lần với các thông số đặt tối ưu hơn (chính xác hơn) và tính trung bình các cặp số liệu này. Việc chọn đường kính đúng vẫn tiến hành như ban đầu.

Hiệu chuẩn thiết bị tại hiện trường:

Ngoài việc hiệu chuẩn máy bằng một trong các phương pháp đã nêu. Để đảm bảo độ chính xác cao hơn hoặc khi gặp các trường hợp bất lợi như: kích cỡ các thanh thép ngoài thang đo, bê tông kết cấu khác với bê tông sử dụng đúc mẫu chuẩn... thì cần hiệu chỉnh máy theo một trong hai phương pháp sau:

Khoan hoặc đục mở các lỗ thử từ bề mặt bê tông cho tới các thanh thép tại các vị trí tương ứng với các giá trị chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là lớn nhất, nhỏ nhất và một số giá trị trung gian, theo như chỉ thị của máy. Tiến hành đo khoảng cách từ cốt thép đến bề mặt bê tông. So sánh với các kết quả đã đo bằng máy để thiết lập một biểu đồ chuẩn. Tiến hành hiệu chuẩn các số đo bằng việc sử dụng biểu đồ chuẩn này.

Đúc mẫu hiệu chuẩn với các đặc tính về vật liệu (thép, bê tông) giống như vật liệu đã kiểm tra để lập biểu đồ chuẩn cho đối tượng kiểm tra.

e. Một số yếu tố ảnh hưởng chính đến kết quả phép đo

• Ảnh hưởng của thép:

- Ảnh hưởng loại thép: các loại thép có tính chất cơ lý khác nhau (thép cường độ cao, thép biến cứng...) sẽ dẫn sai số đo khác nhau. Sai số này có thể đến $\pm 5\%$ hoặc có thể cao hơn.
- Ảnh hưởng của hình dáng và bề mặt thép: tiết diện không đều (có gờ, tiết diện ô van).
- Ảnh hưởng của vùng có nhiều cốt thép hoặc nhiều loại thép khác nhau: Vùng đặt thép dày hoặc có các loại đường kính khác nhau (thép đai, thép chủ, thép chính, phụ trợ...) sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo. Để khắc phục đòi hỏi người đo phải có nhiều kinh nghiệm để phân biệt, đồng thời phải có nhiều đầu đo phù hợp với từng kích cỡ để giảm thiểu ảnh hưởng đến kết quả đo.

- Ảnh hưởng do cốt thép bị ăn mòn: Quá trình ăn mòn có thể phát tán các sản phẩm không mong đợi ra ngoài vị trí thép và gây sai số cho quá trình đo.
- Ảnh hưởng của bê tông: Phép đo chiều dày sẽ bị ảnh hưởng nếu cốt liệu có lẫn các chất nhiễm từ, mặc dù kết quả đo định vị cốt thép vẫn thực hiện được.

2.2.6. Phương pháp không phá hoại sử dụng siêu âm kiểm tra chất lượng mối hàn kim loại.

a. Nội dung của phương pháp thử:

Đây là phương pháp sử dụng sóng siêu âm để kiểm tra các khuyết tật của mối hàn kim loại như: mối hàn chưa ngấu, rỗ khí, ngậm xỉ, vết nứt và các khuyết tật khác. Các loại mối hàn ứng dụng để kiểm tra gồm: hàn giáp mép (đối đầu), hàn chồng, hàn góc, mối hàn chữ T □

Có ba phương pháp kiểm tra là: phương pháp xung phản xạ (hay xung dội), phương pháp bóng âm và phương pháp dội- bóng âm. Trong 3 phương pháp này thì phương pháp xung phản xạ là phương pháp hay được sử dụng nhất và sẽ được đưa ra giới thiệu dưới đây.

b. Thiết bị: Thiết bị sử dụng gồm: Máy siêu âm, bộ đầu dò, mẫu chuẩn.

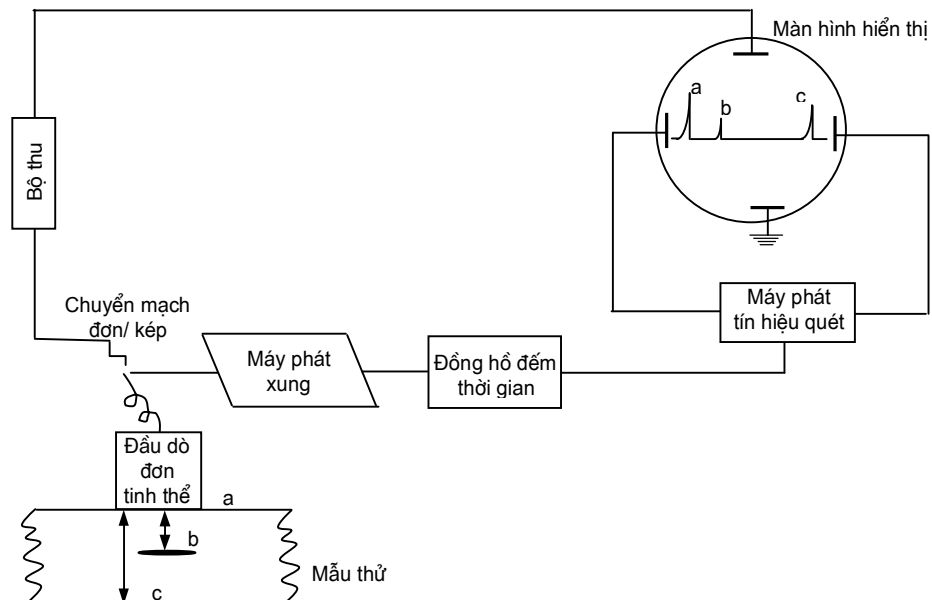
- Máy phát xung siêu âm phản xạ có tần số làm việc từ 1MHz÷10MHz.
- Đầu dò máy siêu âm có 2 loại: Đầu dò thẳng và đầu dò nghiêng. Đầu dò thẳng có tác dụng kiểm tra chiều dày các lớp kim loại, khuyết tật nằm song song với bề mặt kim loại (tách lớp □), còn đầu dò nghiêng thường dùng để có các góc khúc xạ tia siêu âm: 45, 60, 70°. Việc lựa chọn góc nghiêng của đầu dò phụ thuộc vào chiều dày của kim loại mối hàn cần kiểm tra.

Chiều dày của kim loại mối hàn d (mm)	Góc khúc xạ của chùm tia siêu âm α (độ)
≤ 30	70
30÷60	60
≥ 60	45

- Mẫu chuẩn được sử dụng để kiểm tra các thông số cơ bản của máy và đầu dò siêu âm. Mẫu chuẩn theo quy phạm Việt Nam số hiệu N-1, N-2, N-2A và N-3 (tham khảo phụ lục 2 Tiêu chuẩn TCVN 1548: 1987). Mẫu chuẩn quốc tế có nhiều loại nhưng thông dụng nhất là mẫu chuẩn của viện hàn quốc tế IIW ký hiệu V1 (mẫu chuẩn này đã được tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO công nhận). Các thông số kiểm tra thông qua mẫu chuẩn gồm: Hiệu chỉnh thang thời gian và độ tuyến tính, xác định vạch đánh dấu đầu dò, góc đầu dò, □

c. Nguyên lý hoạt động:

Tại thời điểm bắt đầu hoạt động, máy phát xung phát ra tín hiệu điện truyền đến đầu dò và được khuếch đại lên thành xung siêu âm truyền vào môi trường mẫu thử, đồng thời xung phát này cũng được truyền tới bộ thu, khuếch đại và hiển thị ở dạng tín hiệu (a). Tín hiệu (a) được gọi là xung gốc. Phần xung truyền vào mẫu thử -tới mặt khuyết tật □b□ một phần bị phản xạ lại truyền qua đầu dò tới phần thu và được hiển thị ở dạng tín hiệu (b) trên màn hình- gọi là xung khuyết tật ; phần còn lại đi tới mặt đáy mẫu thử phản xạ lại và hiển thị trên màn hình dạng (c)- gọi là xung phản



Hình 2.14. Sơ đồ khối của máy siêu âm loại xung phản xạ

xạ đáy hay xung đáy. Như vậy, nếu kết quả hiển thị trên màn hình chỉ có hai xung (xung gốc và xung đáy) thì tại điểm thử không có khuyết tật.

Trong quá trình thử nghiệm, xung siêu âm được phát lặp lại liên tục, tần số phát lặp lại xung phải đảm bảo đồng thời hai điều kiện:

- Đủ lớn để các tín hiệu hiển thị trên màn hình đảm bảo độ sáng mà mắt thường có thể nhìn thấy được.

- Đảm bảo thời gian để không xảy ra sự nhầm lẫn: phát xung thứ hai trước khi thu xung thứ nhất về (có thể xảy ra khi đo ở các chiều dày mẫu thử khác nhau mà không có sự điều chỉnh tần số phát lặp xung).

Chính vì thế, trong các máy siêu âm hiện đại, tần số phát lặp xung thường được tự động thay đổi trong phạm vi từ 50 xung/giây đến 1250 xung/giây, tùy theo bề dày của mẫu thử (thông số này được đặt trên máy trước khi thử nghiệm).

Cách dùng đầu dò thẳng như trên thích hợp với việc kiểm tra khuyết tật tồn tại trong kim loại trong quá trình sản xuất (tách lớp□) hoặc để kiểm tra chiều dày kim loại cơ bản. Để kiểm tra khuyết tật xuất hiện trong mối hàn, đặc biệt là các mối hàn góc, hàn chữ T□ đầu dò được sử dụng trong trường hợp này là đầu dò nghiêng. Xung siêu âm được phát từ đầu dò nghiêng có đặc điểm là đi xiên góc theo góc nghiêng của đầu dò và nếu không gặp khuyết tật xung siêu âm sẽ phản xạ lại khi gặp bề mặt kim loại rồi tiếp tục lan truyền. Trường hợp gặp khuyết tật trên đường truyền, một phần sóng âm sẽ phản xạ lại và cho chỉ thị về vị trí, kích thước của khuyết tật trên đường truyền sóng.

Các thông tin về khuyết tật cần xác định khi kiểm tra siêu âm mối hàn là:

- + Độ sâu và chiều dài kim loại hàn không ngấu.
- + Các thông số về kích thước (đường kính, chiều dài) và số lượng các điểm khuyết tật dạng xỉ hoặc rỗ khí. Các khuyết tật này có thể ở dạng đơn, dải hoặc chùm.

- + Các vết nứt xuất hiện trên mối hàn: Không cho phép tồn tại các khuyết tật này.

Sau khi xác định được đặc tính, vị trí, kích thước khuyết tật; việc đánh giá được tiến hành bằng cách so sánh các thông số đo được với các giá trị cho phép trong các tiêu chuẩn nghiệm thu và đánh giá. Các mối hàn có khuyết tật vượt quá mức cho phép phải được xử lý bằng các biện pháp:

- + Đối với các mối hàn ngắt quãng hoặc chưa đủ chiều cao thì tiến hành hàn đắp.
- + Các khuyết tật như không ngấu, xỉ hoặc rỗ khí vượt quá mức quy định phải được tẩy bỏ với chiều dài bằng chiều dài khuyết tật và rộng thêm về hai đầu mỗi phía 15mm và tiến hành hàn lại.
- + Nếu phát hiện có vết nứt thì phải xử lý bằng cách khoan chặn hai đầu bằng khoan và gia công vát mép đoạn đường hàn có vết nứt (chiều dài xử lý giống như yêu cầu trên) và hàn lại.

Các vị trí mối hàn có khuyết tật sau khi xử lý xong phải được kiểm tra lại bằng siêu âm như trình tự ban đầu.

PHỤ LỤC CHƯƠNG 2

Bảng 2.1. Kích thước, trọng lượng và dung sai cho phép của thép thanh cốt bê tông .
(TCVN 6285: 1997)

Đường kính danh định (mm)	Diện tích tiết diện danh định (cm ²)	Trọng lượng đơn vị danh định yêu cầu (kG/m)	Dung sai trọng lượng cho phép (%)
6	0,283	0,222	± 8
8	0,503	0,395	
10	0,785	0,617	± 5
12	1,131	0,888	
14	1,539	1,208	
16	2,011	1,597	
18	2,545	1,998	
20	3,142	2,466	
22	3,801	2,984	
25	4,909	3,854	± 4
28	6,158	4,834	
30	7,070	5,550	
32	8,043	6,314	
36	10,180	7,991	
40	12,568	9,866	

Bảng 2.2. Bảng phân nhóm thép cốt bê tông bằng phương pháp thử kéo và phương pháp thử uốn (TCVN 1651: 1985)

Nhóm cốt thép	Thử kéo			Thử uốn	
	Giới hạn chảy (kG/cm ²)	Giới hạn bền (kG/cm ²)	Biến dạng dài tương đối (%)	Đường kính gối uốn D (mm)	Góc uốn α (độ)
CI	2400	3800	25	0,5d	180
CII	3000	5000	19	3d	180
CIII	4000	6000	14	3d	90
CIV	6000	9000	6	3d	45

*Lưu ý: - Các thông số của phép thử kéo ghi trong bảng là các thông số tối thiểu
- d- là đường kính danh định của thanh thép.*

Bảng 2.3. Các thông số kỹ thuật của phương pháp thử uốn và uốn lại của thép thanh cốt bê tông (TCXD 224: 1998)

Đường kính danh định d (mm)	Đường kính gối uốn D (mm)	Góc uốn xuôi α (độ)	Góc uốn ngược δ (độ)
6 ÷ 12	5d	90	20
14 ÷ 18	6d	90	20
20 ÷ 28	8d	90	20
32 ÷ 40	10d	90	20

Bảng 2.4. Kích thước mẫu thử theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu

Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu (mm)	≤ 20	20 ÷ 40	40 ÷ 70	70 ÷ 100
Kích thước cạnh (đường kính) nhỏ nhất của viên mẫu (mm)	100	150	200	300

Bảng 2.5. Bảng quy định khối lượng bê tông giới hạn để lấy mẫu thí nghiệm xác định cường độ chịu nén (TCVN 4453: 1995)

Đặc điểm kết cấu	Khối lượng bê tông giới hạn tương ứng với 1 tổ mẫu (m ³)
Bê tông khối lớn, thể tích > 1000m ³	500
Bê tông khối lớn, thể tích < 1000m ³	250
Bê tông nền, mặt đường (đường ô tô, đường băng...)	200
Bê tông móng lớn (thể tích > 100m ³)	100
Bê tông móng máy, móng nhỏ (thể tích < 100m ³)	50
Bê tông khung và các kết cấu mỏng (cột, dầm, bản, vòm...)	20

Bảng 2.6. Bảng hệ số chuyển đổi do kích thước hình dạng mẫu

Hình dáng và kích thước mẫu thử (mm)	Hệ số chuyển đổi α
1. Mẫu lập phương cạnh a a= 100 a= 150 a= 200 a= 300	0,91 1,00 1,05 1,10
2. Mẫu trụ đường kính D, chiều cao H= 2D D= 71,4 và 100 D= 150 D= 200	1,16 1,20 1,24

Bảng 2.7. Bảng hệ số do thay đổi tỷ số chiều cao trên đường kính mẫu.

H/d	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
β	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

Bảng 2.8. Tốc độ phát triển cường độ bê tông thông thường ở tuổi sớm so với cường độ ở tuổi 28 ngày ở nhiệt độ khoảng 20°C.

Tuổi bê tông t (ngày đêm)	3	7	14	21	28
Tốc độ phát triển cường độ R_t/R_{28} (%)	50	70	83	92	100

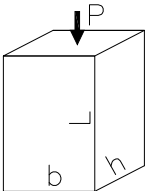
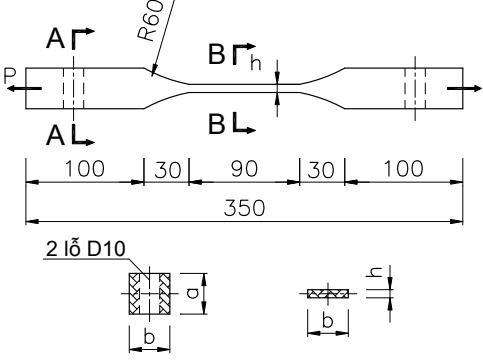
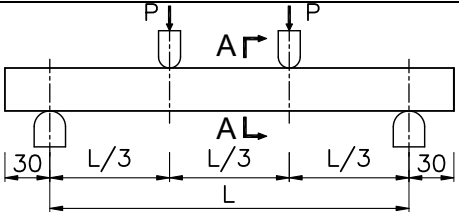
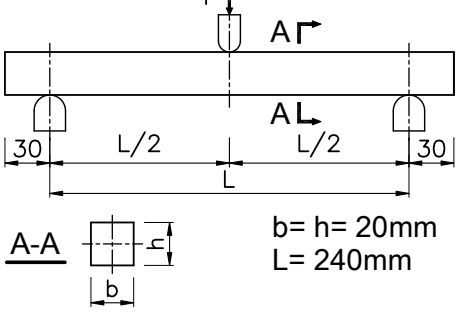
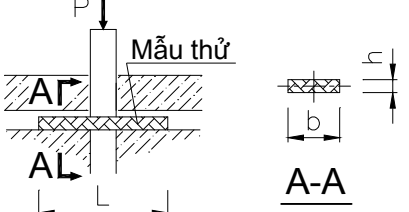
Bảng 2.9. Cường độ nén, uốn yêu cầu của gạch đặc đất sét nung (TCVN 1451: 1998)

Mác gạch	Cường độ nén (kG/cm ²)		Cường độ uốn (kG/cm ²)	
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử
M200	200	150	34	17
M150	150	125	28	14
M125	125	100	25	12
M100	100	75	22	11
M75	75	50	18	9
M50	50	35	16	8

Bảng 2.10. Cường độ nén, uốn yêu cầu của gạch rỗng đất sét nung (TCVN 1450: 1998)

Mác gạch	Cường độ nén (kG/cm ²)		Cường độ uốn (kG/cm ²)	
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử
M125	125	100	18	9
M100	100	75	16	8
M75	75	50	14	7
M50	50	35	14	7

Bảng 2.11. Quy cách mẫu thử, sơ đồ thí nghiệm, công thức tính 4 chỉ tiêu cơ lý tối thiểu để phân nhóm gỗ xây dựng

Chỉ tiêu kỹ thuật	Quy cách mẫu thử & sơ đồ TN	Công thức tính	Ghi chú
1. Giới hạn bền nén (đọc thố)	 <p>b = h = 20mm, L = 30mm</p>	$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{bh}$	$\alpha = 0,04$
2. Giới hạn bền kéo (đọc thố)	 <p>a = b = 20mm, h = 4mm</p>	$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{bh}$	$\alpha = 0,015$
3. Giới hạn bền uốn tĩnh a) Sơ đồ 2 dao truyền lực		$\sigma_w = \frac{P_{\max} L}{bh^2}$	$\alpha = 0,01$
b) Sơ đồ 1 dao truyền lực	 <p>b = h = 20mm L = 240mm</p>	$\sigma_w = \frac{3P_{\max} L}{2bh^2}$	$\alpha = 0,01$
4. Giới hạn bền cắt ngang thố	 <p>b = 20mm, h = 5mm, L = 50mm</p>	$\tau_w = \frac{P_{\max}}{2bh}$	$\alpha = 0,03$

Bảng 2.12. Bảng phân nhóm gỗ xây dựng theo khối lượng thể tích và 4 chỉ tiêu ứng suất tối thiểu (TCVN 1072: 1971)

Nhóm gỗ	Khối lượng thể tích (g/cm ³)	Giới hạn bền (kG/cm ²)			
		Nén dọc	Kéo dọc	Uốn tĩnh	Cắt dọc
I	≥ 0,86	≥ 630	≥ 1395	≥ 1300	≥ 125
II	0,73÷0,85	525÷629	1165÷1394	1080÷1299	105÷124
III	0,62÷0,72	440÷524	970÷1164	900÷1079	85÷104
IV	0,55÷0,61	365÷439	810÷ 969	750÷ 899	70÷ 84
V	0,50÷0,54	305÷364	675÷ 809	625÷ 749	60÷ 69
VI	≤ 0,49	≤ 304	≤ 674	≤ 624	≤ 59

Bảng 2.13. Bảng hệ số điều chỉnh do ảnh hưởng của tuổi bê tông đến cường độ kiểm tra bằng súng bật nảy.

Tuổi bê tông (ngày đêm)	Hệ số điều chỉnh C _t
14-56	1,00
100	0,97
200	0,96
300	0,95

Bảng 2.14. Bảng tra cường độ bê tông tiêu chuẩn theo phương pháp kiểm tra siêu âm kết hợp với súng bật nảy

V \ n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	33	33
3500				100	106	110									
3550			102	107	112	117	122								
3600		103	108	114	120	126	132								
3650	105	110	116	122	128	134	141	147							
3700	112	117	124	130	136	143	150	157	163						
3750	121	126	132	130	146	152	160	167	174	138					
3800	127	133	140	147	155	162	170	178	186	194	202				
3850	135	142	150	157	165	172	180	189	198	206	214				
3900	143	149	158	167	175	184	192	200	209	217	224	232			
3950	152	160	159	177	186	195	204	212	220	228	237	247	254		
4000	162	170	180	189	198	207	214	222	280	240	248	259	270	282	
4050	172	181	197	200	208	217	225	233	245	251	263	276	267	298	
4100	183	192	202	210	218	227	236	245	255	268	270	280	302	315	329
4150	193	203	212	220	228	238	247	258	270	282	294	307	321	332	350
4200		212	219	230	240	249	260	272	286	297	310	324	328		
4250			231	239	250	262	276	287	300	312	327	341			
4300				251	263	277	290	301	317	330	347				
4350				264	277	290	303	318	332	350					
4400					291	305	320	333	352						
4450						320	336	353							

Bảng 2.15. Hệ số ảnh hưởng của loại xi măng C₁

Mác xi măng	C ₁
P300 (PC-30)	1,00
P400 (PC-40)	1,04

Bảng 2.16. Hệ số ảnh hưởng của hàm lượng xi măng C_2

Hàm lượng xi măng (kG/m ³)	C_2
250	0,88
300	0,94
350	1,00
400	1,06
450	1,12

Bảng 2.17: Hệ số ảnh hưởng của loại cốt liệu lớn C_3

Loại cốt liệu lớn	C_3	
	$V \leq 4400$ (m/s)	$V > 4400$ (m/s)
Đá dăm	1,00	1,00
Sỏi	1,41	1,38

Bảng 2.18 Hệ số ảnh hưởng của đường kính lớn nhất của cốt liệu C_4

Đường kính lớn nhất của cốt liệu (mm)	C_4
20	1,03
40	1,00
70	0,98

CHƯƠNG III.

THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH CHỊU TRỌNG TẢI TĨNH

Tải trọng tĩnh là loại tải trọng không thay đổi theo thời gian, hoặc loại tải trọng tăng, giảm từ từ (với gia tốc gần bằng không) nên không gây ra các tác động động lực lên kết cấu công trình.

Thí nghiệm gia tải tĩnh là thí nghiệm bằng cách chất tải từ từ lên kết cấu công trình nhằm xác định sự tương quan giữa các giá trị thực tế và các giá trị tính toán hoặc thiết kế của độ bền, độ cứng, khả năng chống nứt hoặc các chỉ tiêu và tính chất khác của vật liệu và kết cấu công trình cần khảo sát.

Trong thực tế, hầu hết các công trình làm việc dưới tác dụng của tải trọng tĩnh: Bao gồm trọng lượng bản thân và các hoạt tải sử dụng. Kết cấu chịu lực của công trình trước hết phải đảm bảo độ cứng, độ bền, độ ổn định trong quá trình khai thác sử dụng. Vì vậy, thí nghiệm công trình chịu tải trọng tĩnh là bước cơ bản của nghiên cứu thực nghiệm, của công tác kiểm tra, kiểm định vật liệu và kết cấu công trình.

3.1. NHIỆM VỤ CỦA THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH CHỊU TRỌNG TẢI TĨNH:

Sự làm việc của kết cấu công trình rất phức tạp, các phương pháp tính thường được xây dựng trên cơ sở các giả thiết ban đầu và với một sơ đồ tính đơn giản hơn so với thực tế, nên các kết quả tính toán chỉ là gần đúng.

+ Nhiệm vụ cơ bản khi tiến hành thí nghiệm tải trọng tĩnh là so sánh sự làm việc thực tế của kết cấu công trình với những giả thiết đã đề ra trong quá trình tính toán.

Đặc trưng cho sự làm việc của vật liệu và kết cấu công trình là trạng thái ứng suất biến dạng và các chuyển vị, biến dạng đàn hồi và biến dạng dư của kết cấu công trình sau khi công trình đã chịu tác dụng của tải trọng tĩnh. Đây là các thông số quan trọng làm cơ sở để đánh giá độ cứng, độ bền, độ ổn định của kết cấu công trình nhằm đáp ứng các yêu cầu sử dụng và đảm bảo tuổi thọ của công trình.

+ Tiến hành các thí nghiệm nghiên cứu khoa học và các thử nghiệm trong lĩnh vực nghiên cứu ứng dụng.

Khi cần xác định và đánh giá khả năng làm việc của các loại vật liệu mới, các loại kết cấu mới hoặc kết cấu công trình phải chịu các tác động và chế độ tải trọng đặc biệt.

Các thí nghiệm và thử nghiệm này có thể thực hiện trên những đối tượng thực hoặc trên mô hình, tiến hành thí nghiệm trong phòng thí nghiệm hoặc tại hiện trường.

+ Tham gia các nội dung trong quá trình xây dựng các tiêu chuẩn, qui phạm. Xác định các hệ số thực nghiệm trong các phương pháp tính.

+ Thí nghiệm thử tải các chi tiết, cấu kiện hay kết cấu được chế tạo sẵn.

Đây thường là các sản phẩm được chế tạo hàng loạt cần được đánh giá chất lượng trước khi xuất xưởng đưa vào sử dụng, hoặc thực hiện việc kiểm tra định kì theo các yêu cầu đảm bảo chất lượng.

+ Thí nghiệm thử tải nghiệm thu công trình.

Khi cần kiểm tra khả năng làm việc thực tế của kết cấu công trình so với các yêu cầu của đồ án thiết kế và các tiêu chuẩn qui phạm đã được áp dụng.

+ Thí nghiệm thử tải đối với các công trình đã và đang khai thác sử dụng.

Để kiểm tra khả năng làm việc của công trình bị sự cố cần phải sửa chữa, của công trình cần được cải tạo nâng cấp.

Thực hiện thí nghiệm tải trọng tĩnh nhằm kiểm tra tổng thể các chỉ số về độ bền, độ cứng, khả năng chống nứt của kết cấu được chế tạo theo thiết kế. Thí nghiệm tải trọng tĩnh nhằm xác định giá trị thực của tải trọng phá hoại theo cường độ(trạng thái giới hạn thứ nhất), các giá trị độ võng và bề rộng vết nứt thực tế(trạng thái giới hạn thứ hai). Trên cơ sở so sánh các giá trị thực của tải trọng phá hoại, độ võng và bề rộng vết nứt với các giá trị tương ứng của hồ sơ thiết kế hay của các tiêu chuẩn, qui phạm qui định cho phép đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt của cấu kiện hay kết cấu công trình.

3.2- TẢI TRONG THÍ NGHIỆM.

Trong thực tế, kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng tĩnh với tải trọng tính toán P_{tt} - bao gồm trọng lượng bản thân và các hoạt tải sử dụng. Để khảo sát đầy đủ quá trình làm việc của vật liệu, đồng thời có thể đánh giá được độ bền, độ cứng và các chỉ tiêu khác của kết cấu công trình cần gia tải lên kết cấu thí nghiệm tải trọng thí nghiệm P_{TN} có giá trị lớn hơn P_{tt} .

3.2.1- Yêu cầu đối với tải trọng thí nghiệm.

Có thể gia tải bằng máy thí nghiệm kéo, nén, kích thủy lực với trạm bơm tay hoặc chạy điện, tời kéo hoặc palăng xích, hệ thống đòn bẩy hoặc đặt tải trực tiếp lên kết cấu bằng các vật nặng, bao cát, bao (thùng nước) hay các loại vật liệu rời được đóng bao hoặc đúc thành viên khối. Dù chọn phương án gia tải nào đều phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau đây:

- + Có thể cân, đo, đếm đảm bảo độ chính xác.

Đối với các thí nghiệm nghiên cứu khoa học, các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm phải đảm bảo sai số không quá $\pm 1,5\%$, đối với các thí nghiệm hiện trường sai số không quá $\pm 5\%$. Đo lực bằng lực kế (lực kế cơ học hoặc lực kế điện tử). Khi gia tải bằng thiết bị thủy lực, đo áp lực bằng áp kế (đồng hồ đo áp lực). Khi gia tải bằng vật nặng, đo khối lượng của mỗi viên khối hoặc bao vật nặng bằng cân.

- + Có thể chia nhỏ theo yêu cầu phân cấp tải trọng thí nghiệm từng cấp nhỏ.
- + Giá trị tăng từ từ, liên tục và giá trị mỗi cấp tải không thay đổi trong suốt quá trình thí nghiệm.
- + Truyền trực tiếp và toàn bộ giá trị lên kết cấu thí nghiệm.

Quá trình đặt tải thí nghiệm, do chuyển vị và biến dạng của kết cấu có thể phương, chiều, điểm đặt lực bị thay đổi, có thể xuất hiện lực ma sát với gối hoặc các kết cấu chống đỡ ổn định gây ra sự mất mát giá trị tải trọng truyền vào kết cấu.

3.2.2- Giá trị tải trọng thí nghiệm.

Khi tiến hành thiết kế thí nghiệm tải trọng tĩnh, cần xác định giá trị tải trọng lớn nhất - tải trọng thí nghiệm P_{TN} để có phương án chuẩn bị số lượng vật nặng làm tải trọng hoặc công suất của bơm kích thủy lực, cũng như tính toán độ bền của hệ gia tải và xác định các biện pháp an toàn trong quá trình thí nghiệm.

- + Đối với các thí nghiệm kiểm định: $P_{TN} = (1,2 \div 1,5).P_{tt}$.
- + Đối với các thí nghiệm phá hoại: $P_{TN} = P_{pha\ hoai} = (2,0 \div 3,0).P_{tt}$.

Trong một số trường hợp, như khi thí nghiệm kết cấu mới, kết cấu có cấu tạo phức tạp, việc xác định giá trị tải trọng thí nghiệm còn cần đến kinh nghiệm, vì các phương pháp xác định giá trị tải trọng tính toán chưa thể tính toán hết các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của kết cấu thí nghiệm.

Việc xác định tải trọng thí nghiệm cần căn cứ vào nhiệm vụ thí nghiệm, lấy theo nội dung sử dụng kết cấu hay từ thuyết minh tính toán thiết kế. Khi đó, giá trị của tải trọng thí nghiệm có thể là:

- **Tải trọng thiết kế**: Khi thí nghiệm kiểm tra kết cấu xem có đáp ứng yêu cầu quy định của thiết kế hay không về mặt độ cứng - chuyển vị, trạng thái biến dạng ứng suất tại những vùng hay tiết diện nguy hiểm nhất v.v.
- **Tải trọng sử dụng**: Khi kiểm tra kết cấu xem có thỏa mãn đối với những điều kiện và sơ đồ chất tải thực tế. Qua đó, kiểm tra và đánh giá sự làm việc và khả năng chịu lực có đảm bảo an toàn cho sử dụng theo quy định thiết kế hay tiêu chuẩn hiện hành đối với kết cấu đó hay không.
- **Tải trọng tiêu chuẩn**: Khi kiểm tra độ cứng của kết cấu xem có đáp ứng độ cứng tương ứng với sơ đồ chất tải bất lợi nhất. Trong thực tế thí nghiệm tĩnh, tải trọng này ít khi thực hiện (Phục vụ NCKH hoặc thử nghiệm phục vụ chọn phương pháp tính toán thiết kế).
- **Tải trọng phá hoại**: Dạng tải trọng này thường sử dụng trong thí nghiệm tĩnh khi nhiệm vụ đặt ra đối với thí nghiệm là khảo sát diễn biến các trạng thái làm việc của vật liệu trong kết cấu trải ở các giai đoạn: Đàn hồi, chảy dẻo, nứt, phá hoại v.v. Qua đó, ngoài việc xác định quy luật phát triển của những đại lượng khảo sát trên kết cấu, còn cho phép đánh giá mức độ an toàn của kết cấu để xác định nội dung và phạm vi sử dụng nó trong công trình. (An toàn chống nứt, an toàn về chuyển vị, an toàn trong ngăn ngừa sự cố trong sử dụng khai thác và những tác dụng khác v.v.).

Ở đây, trong thí nghiệm tĩnh không đề cập đến trường hợp **tải trọng tĩnh tác dụng kéo dài theo thời gian**. Khi đó, ngoài tác dụng của bản thân tải trọng, còn có sự tham gia ảnh hưởng của yếu tố thời gian, gây nên hiện tượng *từ biến và trùng ứng suất* cho kết cấu thí nghiệm.

Khi tiến hành thí nghiệm đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt của cấu kiện BTCT đúc sẵn:

Tải trọng kiểm tra là giá trị tải trọng dùng để đánh giá khả năng làm việc của kết cấu công trình theo kết quả thí nghiệm bằng gia tải tĩnh.

Tải trọng kiểm tra được phân ra:

Tải trọng kiểm tra độ bền (P_{ktr}^b) là tải trọng ứng với khi kết cấu bị phá hủy (mất khả năng chịu lực).

$$P_{ktr}^b = C.P_{tt}$$

Trong đó: P_{tt} - Tải trọng tính toán được xác định theo mục 3 TCVN 5574:1991;

C - Hệ số an toàn C là hệ số xác định mức độ tăng của giá trị tải trọng kiểm tra so với tải trọng tương ứng với khả năng chịu lực của nó, giá trị của nó được lấy như sau:

– Đối với cấu kiện chịu uốn và chịu nén lệch tâm, trong trường hợp phá hủy thứ nhất - Phá hủy do ứng suất chịu lực ở tiết diện thẳng góc hay tiết diện xiên đạt đến ứng suất tương đương giới hạn chảy của thép trước khi bê tông vùng nén bị phá hủy.

LOẠI CỐT THÉP	HỆ SỐ C
CI ; CII	1,25
CIII ; CIII kéo nguội có khống chế ứng suất và độ dãn dài, thép cốt sợi từ cacbon thấp (B_p-I).	1,30
CIV ; CV ; CIII kéo nguội chỉ khống chế độ dãn dài.	1,35
Dây kéo nguội (BII).	1,40

– Đối với trường hợp phá hủy thứ hai - Bê tông vùng nén bị phá hủy trước khi cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy(phá hoại giòn).

LOẠI BÊ TÔNG	HỆ SỐ C
Bê tông nặng, nhẹ, cốt liệu nhỏ, silicat	1,60
Bê tông xốp	1,90

Đối với cấu kiện sử dụng nhiều loại cốt thép, hệ số an toàn C được xác định theo công thức:

$$C = \frac{C_1 A_{S1} + C_2 A_{S2} + \dots + C_n A_{Sn}}{A_{S1} + A_{S2} + \dots + A_{Sn}}$$

Trong đó: C_i ($i=1,2,3,\dots,n$) là hệ số an toàn C xác định theo thép nhóm i cho trường hợp phá hủy thứ nhất.

A_{Si} ($i=1,2,3,\dots,n$) là diện tích tiết diện cốt thép nhóm i .

Khi qui định tải trọng kiểm tra độ bền, cần tính đến khả năng phá hủy theo cả hai trường hợp, tức là cần tính cho cả hai giá trị tải trọng tương ứng với giá trị của hệ số an toàn C cho trường hợp phá hủy thứ nhất và thứ hai. Khi đánh giá độ bền của cấu kiện theo kết quả thí nghiệm, phải chọn giá trị kiểm tra độ bền tương ứng với tính chất phá hủy thực tế của cấu kiện. Tính chất phá hủy thực tế của cấu kiện được đánh giá bằng cách so sánh giá trị độ võng và bề rộng vết nứt thực tế với giá trị giới hạn tương ứng. Khi đó:

– Để đánh giá độ bền cấu kiện theo tiết diện thẳng góc, dùng giá trị độ võng ở tải trọng phá hủy thực tế.

– Đánh giá độ bền theo tiết diện nghiêng, dùng bề rộng vết nứt ở tải trọng phá hủy thực tế.

Tải trọng kiểm tra độ cứng P_{ktr}^c là tải trọng ứng với độ võng đã định trước. Giá trị được xác định theo tổ hợp bất lợi nhất của tải trọng tiêu chuẩn(hệ số $C=1$ - trích dẫn từ điều 4.1 TCVN 5574:1991).

Tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt P_{ktr}^n là tải trọng ứng với vết nứt đầu tiên xuất hiện trong bê tông.

Tải trọng kiểm tra mở rộng vết nứt P_{ktr}^a là tải trọng ứng với vết nứt có bề rộng đã định trước.

Tải trọng phá hủy thực tế P_{tt}^b là tải trọng thí nghiệm làm kết cấu thí nghiệm bị phá hủy.

3.2.3- Phương pháp gia tải thí nghiệm.

+ Phân cấp tải trọng thí nghiệm:

Tải trọng thí nghiệm cần được phân chia thành từng cấp. Việc lựa chọn số lượng cấp tải và giá trị mỗi cấp tải cần được cân nhắc bởi các yếu tố sau:

- Khi giá trị các cấp tải càng nhỏ thì số lượng các cấp tải càng lớn, do đó càng có nhiều số liệu đọc được trên các dụng cụ đo. Điều đó cho khả năng xây dựng chính xác mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng và các tham số cần đo, cho phép khảo sát đầy đủ được quá trình và các giai đoạn làm việc của kết cấu công trình.

- Đảm bảo an toàn hơn cho quá trình gia tải do tránh được sự phá hoại đột ngột của đối tượng thí nghiệm bởi các yếu tố khó tính toán trước được.

- Khi số lượng cấp tải càng nhiều thì quá trình thí nghiệm sẽ bị kéo dài.

Thông thường phân chia tải trọng thí nghiệm thành 5-10 cấp, tức là giá trị trung bình mỗi cấp tải bằng khoảng 1/10-1/5 giá trị tải trọng thí nghiệm. Giá trị gia tăng của cấp tải sau nên nhỏ hơn cấp tải trước, bởi vì ở các cấp tải sau cần được khảo sát kĩ lưỡng khi kết cấu thí nghiệm có thể xuất hiện các biến dạng dẻo, nứt, phá hoại cục bộ, mất ổn định v.v...

Mỗi cấp tải không quá 10% tải trọng kiểm tra độ bền và không quá 20% tải trọng kiểm tra độ cứng. Khi thí nghiệm kết cấu BTCT với loại cấu kiện không cho phép nứt trong quá trình sử dụng thì sau khi đã gia tải đến 90% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt, mỗi cấp tải tiếp theo không được vượt quá 5% tải trọng đã nêu.

Khi tiến hành thí nghiệm có cả tải trọng ngang và tải trọng đứng, trước tiên phải tạo tải trọng ngang theo mối tương quan với trọng lượng bản thân của cấu kiện.

Đối với các thí nghiệm phá hoại, việc gia tải được thực hiện cho đến khi kết cấu xuất hiện các dấu hiệu bị phá hủy (mất khả năng chịu lực), thể hiện ở các đặc trưng: độ võng tăng liên tục, kết cấu bị mất ổn định, đối với kết cấu BTCT - vết nứt phát triển liên tục khi giữ nguyên tải trọng, cốt thép bị chảy dẻo trước khi vùng nén bị phá vỡ, hoặc bê tông vùng nén bị phá vỡ và cốt thép vùng kéo bị đứt. Khi cấp tải cuối cùng đã được gia tải mà kết cấu thí nghiệm vẫn chưa phá hoại thì tiếp tục gia tải các cấp tải trọng tiếp theo cho đến khi kết cấu thí nghiệm bị phá hoại.

+ Tải trọng thử:

Gia tải tải trọng thử (gia tải thử) để loại trừ các khe hở, các biến dạng không đàn hồi trên kết cấu thí nghiệm và hệ gia tải khi lắp dựng. Đồng thời với việc kiểm tra sự làm việc của kết cấu thí nghiệm, hệ gia tải và hoạt động của các dụng cụ, thiết bị đo.

Giá trị của tải trọng thử được chọn: $P_{thử} = (1/15-1/10) P_{TN}$.

Cần chất và dỡ tải một hoặc vài lần tải trọng thử.

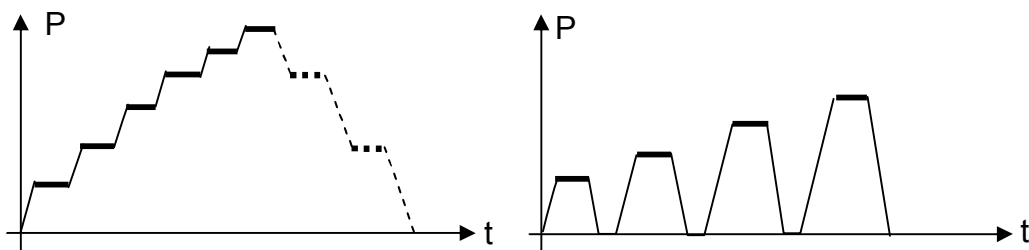
+ Phương pháp gia tải, giữ tải và dỡ tải (chất tải, hạ tải).

a) Chất tải: Sau khi gia thử, tải trọng thí nghiệm được gia tải lên kết cấu thí nghiệm theo thứ tự từng cấp tải đã được phân cấp.

Hai phương pháp gia tải được sử dụng (Hình 3.2.1.):

- Kết thúc cấp tải trước, tăng tiếp lên cấp tải tiếp theo.

- Kết thúc cấp tải trước, hạ tải về không rồi mới tiếp tục tăng lên cấp tiếp theo. Trong trường hợp này, cho phép xác định được biến dạng dư của từng cấp tải.



Hình 3.2.1- Hai phương pháp tăng tải (liên tục và giải phóng tải rồi mới tăng).

b) Giữ tải trọng: Ở một cấp tải trọng, cần phải giữ cho giá trị tải trọng không đổi trong một khoảng thời gian cho đến khi chuyển vị và biến dạng của kết cấu thí nghiệm *ổn định* (tắt hoàn toàn) hoặc đạt đến giá trị *ổn định qui ước* (giá trị ổn định qui ước là giá trị của chuyển vị hoặc biến dạng xảy ra trong một khoảng thời gian xác định, nhỏ hơn hoặc bằng một giá trị cho trước). Khoảng thời gian giữ tải này phụ thuộc vào tính chất của vật liệu và cấu tạo của kết cấu nhưng phải đảm bảo:

Thời gian giữ tải ở mỗi cấp không dưới 10 phút. Riêng với kết cấu BTCT:

- Ở cấp tải kiểm tra hình thành và mở rộng vết nứt, thời gian giữ tải là 30 phút.
- Ở cấp tải kiểm tra độ cứng, thời gian giữ tải không ít hơn 30 phút.

c) Dỡ tải trọng: Thực hiện quy trình ngược lại với quá trình chất tải với mục đích xác định được biến dạng dư sau khi kết cấu công trình đã chịu tác dụng của tải trọng tĩnh.

Để rút ngắn thời gian thí nghiệm, số lượng cấp dỡ tải có thể ít hơn số lượng cấp đặt tải và nên chọn tỉ lệ giảm bằng một số nguyên lần cấp chất tải (2 hoặc 3 lần).

3.2.4- Các biện pháp tạo tải trọng tĩnh - Hệ gia tải.

Tổ hợp tải trọng tác dụng lên kết cấu công trình bao gồm tải trọng bản thân và các hoạt tải. Khi tiến hành thí nghiệm tĩnh, cần phải tạo ra tải trọng thí nghiệm P_{TN} có sơ đồ càng đúng với sơ đồ tải trọng thực càng tốt.

Hệ gia tải là hệ thống thiết bị dùng để tạo ra tải trọng thí nghiệm tác dụng lên kết cấu thí nghiệm.

Hệ phản lực là hệ thống thiết bị dùng làm phản lực(để neo giữ, làm đối trọng khi gia tải.

3.2.4.1- Sử dụng tải trọng thực:

Thí nghiệm thử tải trên các công trình công nghiệp, cầu cống v.v.. có tải trọng thực là các thiết bị, máy móc, tàu xe ... có thể sử dụng chính các thiết bị, máy móc, tàu xe này làm tải trọng thí nghiệm .

3.2.4.2- Gia tải bằng vật nặng:

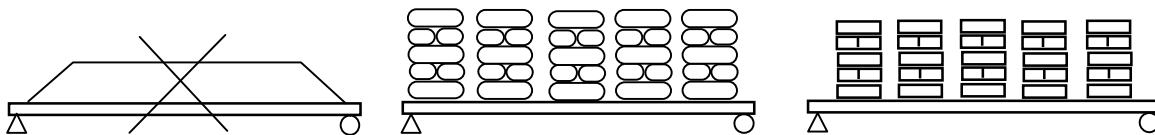
Thường sử dụng tạo tải trọng phân bố đều với tải trọng phân bố trên một đơn vị chiều dài hay một đơn vị diện tích có giá trị không lớn lắm. Dùng quả cân bằng gang hoặc thép đặt trên quang treo còn tạo được tải trọng tập trung có giá trị tương đối lớn tại mỗi điểm đặt lực. Các thí nghiệm thử tải hiện trường trên các kết cấu dân dụng và công nghiệp thường sử dụng các loại vật liệu sẵn có để làm tải trọng.

a) Các loại vật liệu rời:

Cát, đá, xi măng, nước...là những vật liệu sẵn có tại các công trình xây dựng khi được sử dụng làm tải trọng làm hạ giá thành thí nghiệm.

Khi sử dụng các loại vật liệu này làm tải trọng phân bố, không được chất trực tiếp thành một đống lên mặt kết cấu thí nghiệm vì vật liệu làm tải sẽ cản trở chuyển vị và biến dạng của kết cấu thí nghiệm, không còn khoảng trống để lắp dụng cụ đo và quan sát, càng khó đảm bảo an toàn khi kết cấu thí nghiệm bị phá hoại.

Yêu cầu phải đóng vật liệu rời thành bao hoặc đúc thành các viên khối có trọng lượng ≤ 50 kg để thuận tiện việc mang vác và thao tác khi chất, dỡ tải.



Hình 3.2.2- Chất tải phân bố đều bằng: a) Vật liệu rời đóng bao, b) Vật liệu viên khối

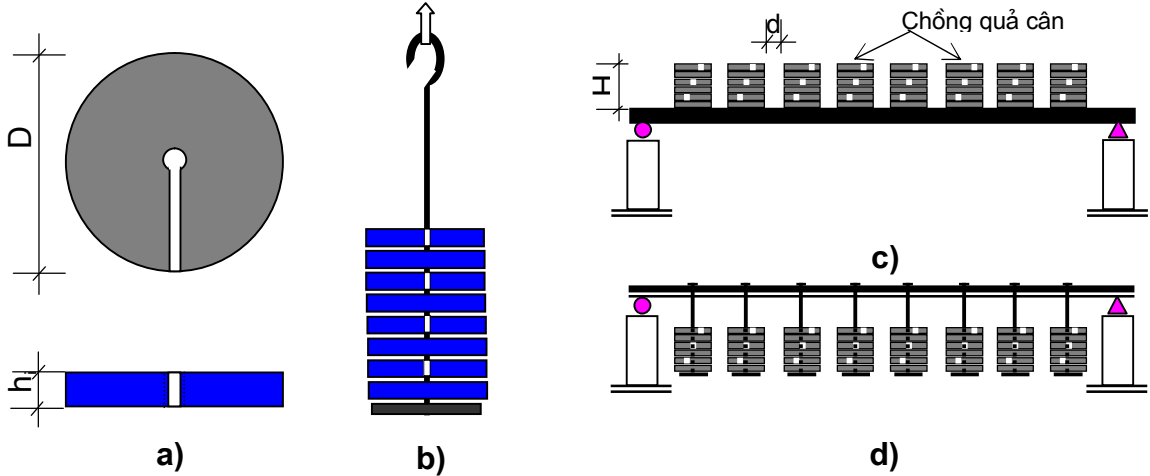
b) Sử dụng quả cân làm tải trọng phân bố.

Quả cân chuyên dùng được sử dụng làm tải trọng thí nghiệm chỉ có ở trong các phòng thí nghiệm. Nó được sử dụng trong các trường hợp thí nghiệm những cấu kiện hay mô hình kết cấu với kích thước nhỏ, yêu cầu lượng tải trọng chất trực tiếp lên chúng không lớn □ Trong phạm vi từ vài chục cân đến vài tấn, sử dụng làm tải trọng phân bố khi tiến hành thí nghiệm trong phòng hay ngoài hiện trường. Bằng những quả cân chuẩn này, cho phép tác dụng lên cấu kiện với giá trị lực tác dụng khá chính xác và rất thuận tiện, không bị ảnh hưởng của môi trường như đối với các phương tiện sử dụng vật liệu rời và viên khối làm tải trọng. Các quả cân đúc bằng gang hình tròn có cùng đường kính $D=200$ mm với chiều dày h_i khác nhau (**a**) phụ thuộc vào trọng lượng của nó: loại 1 Kg, 2 Kg, 5 Kg và 10 Kg để tổ hợp thành các giá trị tải trọng khác nhau. Để thuận tiện cho việc xếp tải khi tiến hành thí nghiệm, trên mỗi quả cân có bố trí xẻ rãnh đến tâm để lùa vào quang treo (**b**). Việc dùng

quả cân làm tải trọng phân bố có thể được hình thành bằng cách xếp trực tiếp lên kết cấu theo từng chồng (c) hoặc qua các quang treo (d) □ Xem sơ đồ hình 3.2.3.

Khi gia tải bằng vật nặng cần chú ý đảm bảo các yêu cầu sau đây:

- Đối cấu kiện dạng dầm, chiều dài của mỗi hàng tải theo phương khẩu độ không được vượt quá $l/6$ (l □ nhịp làm việc của dầm).
- Việc gia tải được thực hiện từ gối đến giữa dầm, tám hoặc bản một cách đối xứng và nhẹ nhàng.
- Các chồng tải có độ cao thích hợp tỉ lệ với diện tích đáy để khi kết cấu có biến dạng không bị nghiêng đổ, khoảng cách các chồng tải > 50 mm để khi kết cấu thí nghiệm võng xuống, các chồng



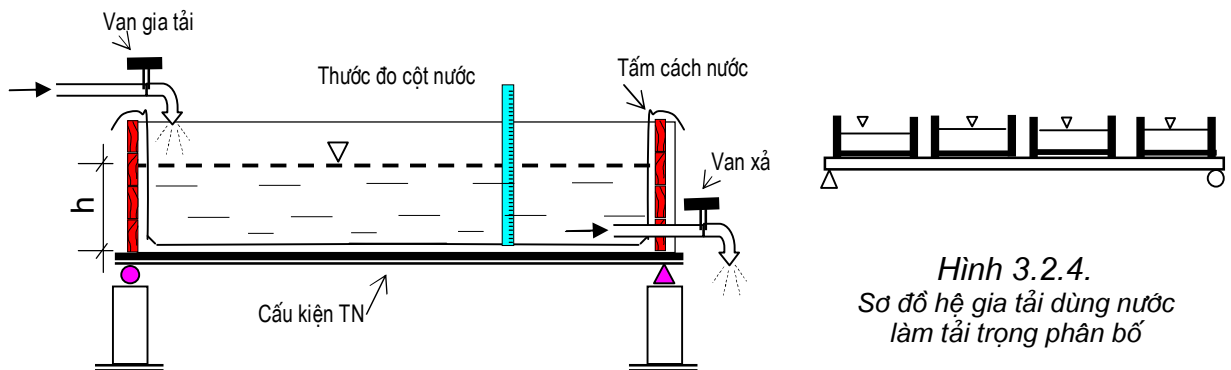
Hình 3.2.3. Sơ đồ bố trí các chồng quả cân làm tải trọng phân bố tác dụng lên cấu kiện thí nghiệm

- a)- Quả cân thí nghiệm đúc bằng gang.
- b)- Xếp quả cân trên quang treo.
- c)- Xếp quả cân thành chồng tạo tải trọng phân bố.
- d)- Quang treo quả cân lên cấu kiện tạo tải trọng phân bố

tải không đung nhau cản trở biến dạng, đồng thời có chỗ lắp đặt các dụng cụ đo và có thể quan sát bề mặt vật liệu của kết cấu thí nghiệm (Hình 3.2.2).

c) Gia tải bằng nước:

Đây là dạng tải trọng phân bố hoàn hảo tác dụng lên bề mặt kết cấu thí nghiệm. Để giảm bớt tác động cản trở của đáy bể, chỉ nên cấu tạo thành bể là vật liệu cứng (xây gạch hoặc khuôn gỗ), trải lớp vải không thấm nước tạo thành bể chứa. Tác động của sóng có thể xảy ra lực xô ngang vào thành bể, nên chia diện tích cần chất tải thành các ô nhỏ để đặt các bể chứa nhỏ hơn tách rời



Hình 3.2.4. Sơ đồ hệ gia tải dùng nước làm tải trọng phân bố

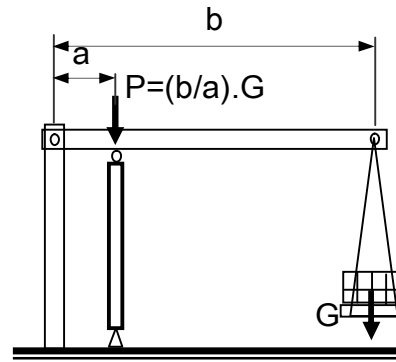
nhau như trên hình 3.2.4.

d) Đặt vật nặng qua hệ thống đòn bẩy khuếch đại.

Giá trị tải trọng tập trung truyền lên kết cấu thí nghiệm được khuếch đại qua hệ đòn bẩy, vì vậy số vật nặng được sử dụng làm tải ít hơn nên rút ngắn thời gian đặt và dỡ tải. Mặt khác, do trọng tâm của khối vật nặng được hạ thấp nên bảo đảm an toàn hơn cho người và thiết bị khi thí nghiệm (Hình 3.2.5).

Ưu nhược điểm của các biện pháp dùng trọng vật làm tải trọng thí nghiệm:

- + Ưu điểm:
 - Tương đối sẵn trong thực tế sản xuất, giá thành rẻ
 - Cân, đo, đếm được.
 - Đơn giản khi bố trí trên kết cấu thí nghiệm.
- + Nhược điểm:
 - Mất nhiều công sức và thời gian chất, dỡ tải.
 - Chiếm chỗ nhiều; hạn chế quan sát và các vị trí bố trí dụng cụ đo.
 - Xuất hiện ma sát tại mặt tiếp xúc; ngăn cản biến dạng.
 - Khó thực hiện được tải trọng lớn, đòi hỏi nhiều nhân công và thời gian trong quá trình chất và dỡ tải.
 - Giá trị dễ bị ảnh hưởng dưới tác động của môi trường (mưa, nắng).
 - Khó đảm bảo an toàn cho người và thiết bị, dụng cụ thí nghiệm khi kết cấu bị phá hoại.



Hình 3.2.5. Khuyết đại trọng lực bằng đòn bẩy.

3.2.4.3- Dùng kích thủy lực và hệ dầm phân lực:

Có thể tạo tải trọng tập trung trực tiếp tại điểm đặt lực. Khi kết hợp với hệ dầm phân lực hoặc quang treo để tạo ra nhiều tải trọng tập trung hoặc tải trọng phân bố có giá trị lớn.

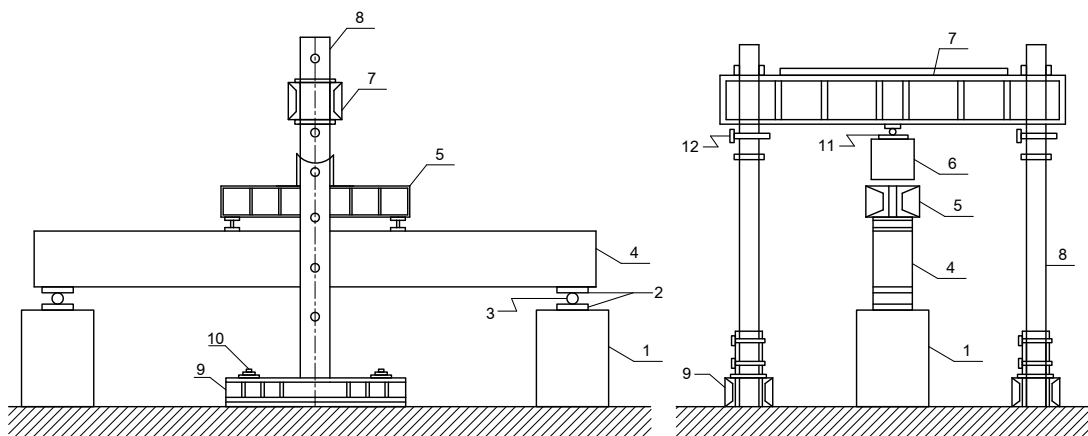
Hệ gia tải thủy lực phải đảm bảo không bị rò rỉ, có khả năng giữ tải ổn định không ít hơn 24 giờ, hoạt động an toàn dưới áp lực không nhỏ hơn 150% áp lực làm việc. Kích thủy lực cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Có hành trình đủ đáp ứng chuyển vị của kết cấu thí nghiệm theo dự kiến cộng với biến dạng của hệ phân lực.
- Khi sử dụng nhiều kích để gia tải trên một kết cấu thí nghiệm, các kích phải cùng chủng loại, cùng đặc tính kỹ thuật và phải được cung cấp áp lực làm việc từ một trạm bơm thông qua các van chia thủy lực và hệ thống ống dẫn áp lực.

Đồng hồ áp lực nên được hiệu chỉnh đồng bộ với kích và hệ thống thủy lực(chỉnh định kích) với độ chính xác đến 5%. Nếu không có điều kiện chỉnh định đồng bộ thì có thể hiệu chỉnh riêng đồng hồ áp lực.

a) Hệ gia tải thủy lực tạo tải trọng tập trung

Kích thủy lực có thể đặt trực tiếp tại điểm đặt lực, có thể dùng dầm phân lực hoặc quang treo để phân chia lực đẩy của kích thành 2,4 hoặc 8 điểm tải tập trung như trên sơ đồ thí nghiệm trên hình 3.2.6.a. và 3.2.6.b.

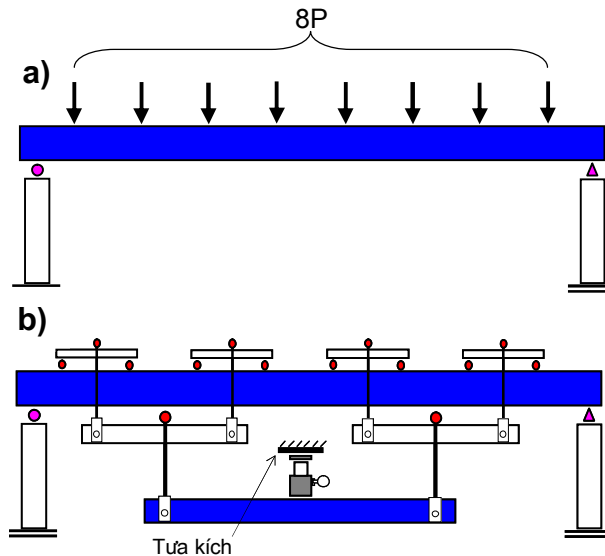


Hình 3.2.6.a. Sơ đồ mô để thí nghiệm dầm bằng hai tải trọng tập trung

- 1- Mố; 2- Tấm đệm; 3- Con lăn; 4- Cấu kiện thí nghiệm; 5- Dầm phân tải; 6- Kích thủy lực; 7- Xà ngang; 8- Thanh neo; 9- Xà neo; 10- Bu lông neo; 11- Quả cầu; 12- Chốt trục

Hình 3.2.6.b. Sơ đồ bố trí thiết bị kích thủy lực làm tải trọng tập trung tác dụng lên dầm.

- a)- Sơ đồ bố trí tải trọng tập trung trên cấu kiện.
- b)- Sơ đồ truyền lực từ 1 kích qua hệ giá tạo thành tải trọng tập trung tương ứng.

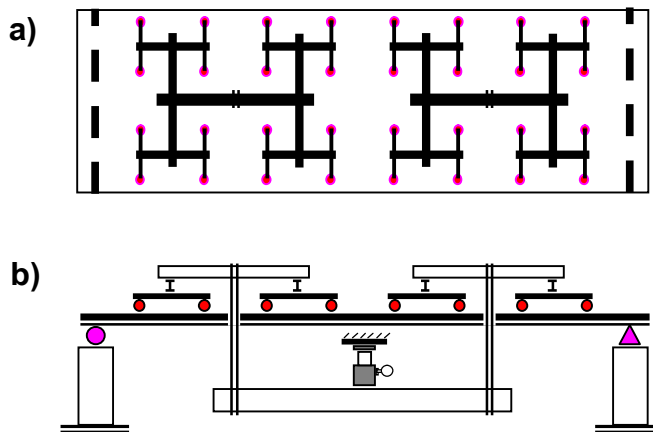


b) Hệ giá tải thủy lực tạo tải trọng phân bố.

Để sử dụng kích thủy lực làm phương tiện tác dụng lực phân bố, ta không thể dùng nó đặt trực tiếp lên kết cấu để gia tải, vì như vậy sẽ phải tốn rất nhiều kích. Mặt khác, việc bố trí hệ giá làm điểm tựa cho kích (hệ phản lực) cũng rất phức tạp. Giá trị lực sử dụng trên mỗi kích sẽ rất nhỏ, nên việc sử dụng thiết bị trở nên kém hiệu quả. Chính vì vậy, cần sự hỗ trợ của hệ đòn phân lực làm việc theo sơ đồ tĩnh định, cho phép từ một thiết bị kích, có thể truyền lên kết cấu thí nghiệm với hàng chục điểm tác dụng trên 1 m² bề mặt kết cấu, đảm bảo yêu cầu của tải trọng phân bố – Xem sơ đồ hình 3.2.7.

Hình 3.2.7. Sơ đồ sử dụng thiết bị kích thủy lực làm tải trọng phân bố tác dụng lên cấu kiện.

- a)- Sơ đồ giá phân tải bằng hệ dầm tĩnh định bố trí trên cấu kiện.
- b)- Sơ đồ truyền lực từ 1 kích qua giá phân lực tạo tải trọng phân bố tương ứng.



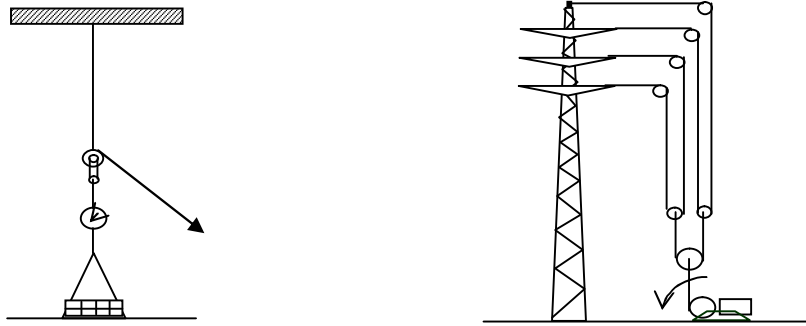
Sử dụng thiết bị thủy lực kết hợp hệ dầm phân lực hoặc quang treo khắc phục được hầu hết các hạn chế của phương pháp dùng các loại vật nặng ở trên. Là biện pháp tối ưu, thể hiện ở:

- Chiếm ít diện tích hơn các biện pháp khác.
- Công suất gia tải rất lớn (vài tấn đến vài ngàn tấn).
- Thiết lập các cấp tải trọng dễ dàng.
- Đặt tải theo hướng bất kỳ.
- Bảo đảm tính đồng thời và rút ngắn thời gian thí nghiệm.
- An toàn hơn so với các biện pháp gây tải khác.

3.2.4.4- Các thiết bị căng kéo khác: Xe máy, palăng xích, tời kéo, tăng đơ.

Ưu điểm của hệ pa-lăng xích và các thiết bị căng kéo là thường có sẵn ở các công trường xây dựng, chỉ cần diện tích thao tác nhỏ, và thực hiện được đối với những kết cấu có chiều cao lớn như tháp, trụ, cột... và tạo được tải trọng theo phương bất kỳ bằng các puli chuyển hướng (Hình 3.2.8.).

Để xác định chính xác giá trị của lực căng kéo, các lực kế được lắp nối tiếp với điểm đặt lực.



Hình 3.2.7. Dùng các thiết bị căng kéo để gây tải trọng.

3.2.4.5. Cách bố trí tải trọng phân bố trên một số kết cấu thường gặp.

+ **Kết cấu bản:**

a/ **Bản đơn kê tự do trên dầm.**

Chỉ cần chất tải phân bố đều trên diện tích có chiều dài dọc dầm bằng 3 lần nhịp của bản vì nếu đặt tải ra ngoài diện tích trên cũng không làm thay đổi trạng thái ứng suất biến dạng ở tiết diện giữa của vùng đặt tải.

b/ **Bản liên tục nhiều nhịp:**

- Để xác định trạng thái ứng suất biến dạng tại 1 ô bản nào đó, phải chất tải trên bản theo cả 2 phương:

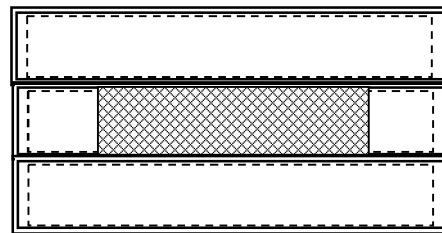
+ Phương góc bản, tải trọng được bố trí theo nguyên tắc đặt tải trên bản đơn.

+ Phương nhịp bản: Cần xét đến ảnh hưởng do tính liên tục của bản

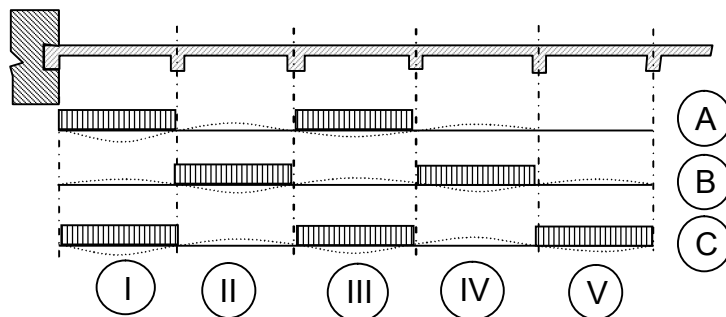
- Trong trường hợp khảo sát nhịp I: Đặt tải theo sơ đồ A.

- Trong trường hợp khảo sát nhịp II: Đặt tải theo sơ đồ B.

- Trong trường hợp khảo sát nhịp III: Đặt tải theo sơ đồ C.



Hình 3.2.8. Chất tải trọng lên bản đơn gối trên dầm.



Hình 3.2.9. Các sơ đồ chất tải lên bản liên tục nhiều nhịp.

Kết quả tính toán cũng như kết quả thực nghiệm cho thấy, trong 3 sơ đồ đặt tải trên, trị số momen uốn lớn nhất ở nhịp biên của bản khi tải trọng được đặt theo sơ đồ A. Vì vậy, khi tiến hành thí nghiệm trên bản liên tục nhiều nhịp, nếu không có những yêu cầu đặt biệt, để số lượng tải trọng phải dùng ít nhất, chỉ cần tiến hành thí nghiệm để khảo sát trạng thái ứng suất biến dạng trên nhịp I là đủ.

+ **Kết cấu dầm:**

a/ Dầm đơn giản:

+ Nếu dầm đơn giản, bản đơn giản.

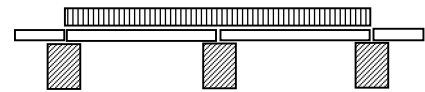
Tải trọng phân bố được đặt trên toàn bộ diện tích bản tựa trên dầm (Hình 3.2.10).

+ Nếu dầm đơn giản, bản liên tục.

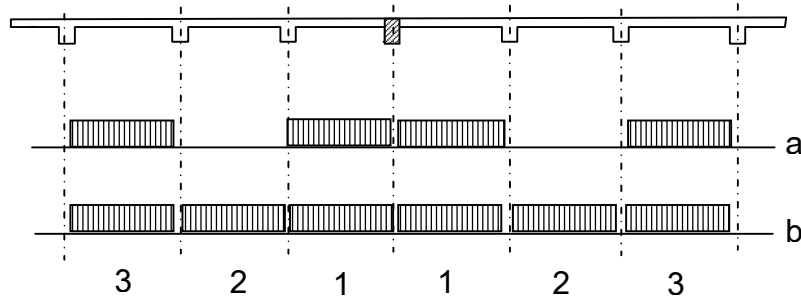
Ngoài 2 nhịp bản trực tiếp ảnh hưởng đến dầm, cần xét đến ảnh hưởng của các nhịp xa hơn nên cần chất tải cách nhịp về hai phía (Hình 3.2.10.a.). Đây là sơ đồ tính toán lí tưởng, dầm cứng (không bị võng), bản mềm (tiết diện bản trên dầm không bị xoay).

Trong thực tế, khi chịu tác dụng của tải trọng phân bố, dầm thí nghiệm bị võng, tiết diện bản trên dầm không bị xoay nên ảnh hưởng của tải trọng trên các nhịp lân cận đến dầm thí nghiệm rất ít. Vì vậy nên đặt tải trên cả 3 nhịp bản về hai phía của dầm thí nghiệm (Hình 3.2.10.b.).

Lần lượt đặt tải trọng phân bố đều theo 2 sơ đồ nói trên. Chọn sơ đồ nguy hiểm đối với dầm làm kết quả thí nghiệm.



Hình 3.2.10.a. Chất tải lên dầm đơn giản, bản đơn giản.



Hình 3.2.10.b. Chất tải lên dầm đơn giản, bản nhiều nhịp.

c) Dầm liên tục, bản liên tục nhiều nhịp (hệ sàn sườn).

Đây là hệ kết cấu thường gặp

+ Dầm phụ trong hệ dầm chính (có lún gối).

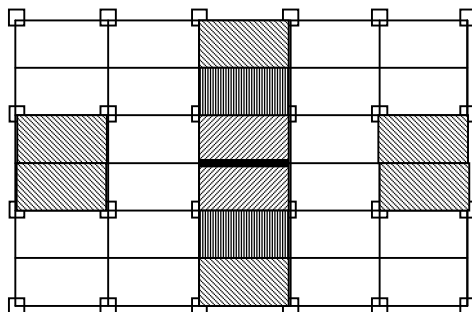
Khi dầm thí nghiệm là dầm phụ có hai đầu gối lên hai dầm chính, cần chất tải lên cả hai phương của dầm khảo sát là phương nhịp dầm và phương nhịp bản.

- Theo phương nhịp dầm, tải trọng được đặt trực tiếp lên dầm thí nghiệm và trên hai nhịp dầm cách nhịp như khi thí nghiệm dầm đơn giản (Hình 3.2.11.a.).

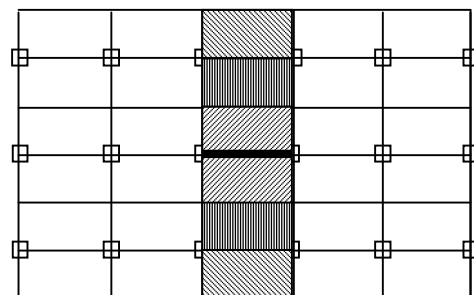
- Theo phương nhịp bản, tải trọng cần phân bố theo hai sơ đồ đặt tải của trường hợp thí nghiệm dầm đơn, bản liên tục.

+/- Dầm kê trên đầu cột (không có lún gối).

Dầm liên tục nhiều nhịp gối lên các cột được coi như không có chuyển vị gối. Trong trường hợp này chỉ cần đặt tải theo phương nhịp bản, tức là đặt tải lần lượt theo hai sơ đồ thí nghiệm dầm đơn, bản liên tục (Hình 3.2.11.b.).



a) Dầm có chuyển vị gối.



b) Dầm trên đầu cột.

Hình 3.2.11. Chất tải lên dầm liên tục, bản liên tục.

Để giảm tối thiểu khối lượng tải trọng sử dụng khi thí nghiệm, nên chọn dầm thí nghiệm là dầm nhịp biên, vì khi đó chỉ cần đặt tải trên hai nhịp dầm cách nhịp mà vẫn đạt được giá trị nội lực lớn nhất xuất hiện trong dầm khảo sát.

3.3- THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM TẢI TRONG TĨNH.

3.3.1- Chọn đối tượng thí nghiệm.

Mẫu thử cho các đề tài nghiên cứu thực nghiệm thường được thiết kế chế tạo theo các yêu cầu riêng phục vụ cho mục đích nghiên cứu với số lượng đã được xác định trước. Trong trường hợp này, đối tượng thí nghiệm là 100% số lượng mẫu thử đã được chế tạo.

Công trình bị sự cố: Chọn kết cấu bị hư hỏng, khuyết tật hay bị giảm yếu nhiều nhất.

Công trình mới: Thí nghiệm thử tải trên kết cấu có nội lực lớn nhất, các kết cấu bị giảm yếu, hoặc có cấu tạo phức tạp.

Các cấu kiện, sản phẩm được chế tạo sẵn được chọn ngẫu nhiên với số lượng cấu kiện được lấy theo qui định của tiêu chuẩn hoặc yêu cầu của thiết kế cho từng loại sản phẩm tương ứng với số sản phẩm được chế tạo giữa các đợt thí nghiệm.

Số cấu kiện được chế tạo giữa các đợt thí nghiệm

Số cấu kiện thí nghiệm không nhỏ hơn

Dưới 250

2

Từ 251 đến 1.000

3

Từ 1.001 đến 3.000

4

Lớn hơn 3001

5

Có thể chọn số lượng cấu kiện thí nghiệm nhiều hay ít hơn so với qui định trên khi có sự cố, nghi ngờ chất lượng sản phẩm hoặc có yêu cầu thí nghiệm của khách hàng.

3.3.3- Lắp dựng kết cấu thí nghiệm.

Các yêu cầu chung:

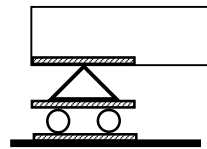
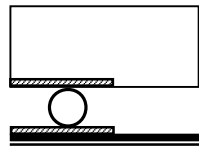
- Làm việc đúng với sơ đồ tính toán, chú ý cấu tạo các liên kết biên (các loại gối), độ thẳng tâm, thẳng trục, phương tác dụng của tải trọng và các phản lực...

- Các biện pháp giữ ổn định cho kết cấu thí nghiệm không cản trở chuyển vị và biến dạng trong quá trình gia tải.

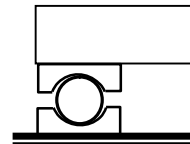
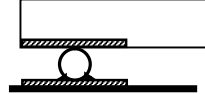
- Bảo đảm các biện pháp an toàn cho người và thiết bị, nhất là trong trường hợp thí nghiệm phá hủy.

+ Cấu tạo các loại gối.

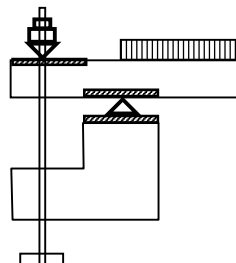
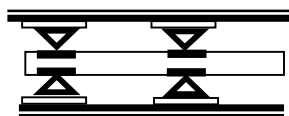
Để kết cấu thí nghiệm làm việc đúng với sơ đồ tính toán, các liên kết biên là các loại gối cần được cấu tạo phù hợp với tính chất làm việc của nó (Hình 3.3.1.). Các liên kết biên thường là điểm đặt lực tập trung có giá trị lớn, hoặc là các phản lực từ kết cấu thí nghiệm nên rất dễ bị phá hoại cục bộ, vì vậy cần đặt các chi tiết gia cường trên kết cấu thí nghiệm, nhất là kết cấu bê tông cốt thép.



a) Gối khớp di động.



b) Gối khớp cố định.

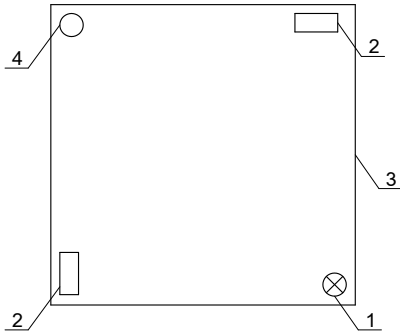


c) Gối ngàm.

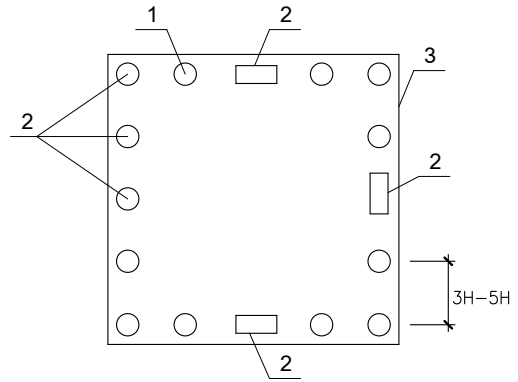
Hình 3.3.1. Các loại gối.

Đối với các cấu kiện làm việc theo một phương: Dầm, vì kèo, tấm, bản... chịu uốn một nhịp đơn giản, khi thí nghiệm phải tạo hai gối khớp ở hai đầu cấu kiện, một gối khớp di động(Hình 3.3.1.a), đầu bên kia là gối khớp cố định(Hình 3.3.1.b).

Đối với tấm kê tự do ở bốn góc, làm việc theo hai phương, phải tạo bốn gối ở bốn góc: Hai gối đối xứng theo một đường chéo là gối cầu, trong đó một gối cố định và một gối di động. Hai gối còn lại là gối con lăn di động(Hình 3.3.2.).



Hình 3.3.2. Sơ đồ thí nghiệm tấm kê 4 góc
1- Gối cố định; 2- Con lăn
3- Kết cấu thí nghiệm; 4- Quả cầu



Hình 3.3.3. Sơ đồ thí nghiệm tấm kê 4 cạnh
1- Quả cầu; 2- Con lăn; 3- Kết cấu thí nghiệm;
H- chiều cao tấm thí nghiệm

Đối với tấm kê tự do bốn cạnh, làm việc theo hai phương: Các gối cầu di động được đặt theo chu vi tấm, ở giữa ba cạnh đặt ba con lăn(Hình 3.3.3.).

Đối với tấm kê tự do trên ba cạnh, các gối cầu và gối con lăn được bố trí tương tự như tấm kê tự do bốn cạnh.

Các gối cầu và con lăn bằng thép phải được đặt trên các bản đệm thép. Các gối cố định cũng có thể sử dụng gối cầu và con lăn như các loại gối di động nhưng cần ngăn chuyển vị bằng các chi tiết thép hình hoặc dùng trực tiếp thép hình hàn cố định trên bản đệm. Giữa các cấu kiện thí nghiệm và các gối cần có bản đệm thép để tránh khả năng phá hoại cục bộ bởi các lực tập trung ở các gối tựa. Khi thí nghiệm các kết cấu BTCT, trước khi đặt kết cấu thí nghiệm cần trải một lớp vữa xi măng cường độ cao lên mặt các bản đệm thép để tạo phẳng và đủ sức chịu tải thí nghiệm.

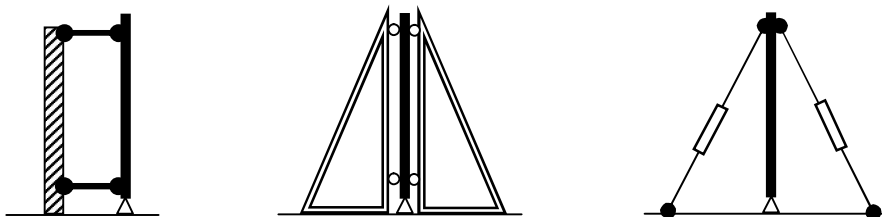
Trong trường hợp do điều kiện thí nghiệm, cần thay đổi hướng gia tải so với hướng làm việc thực của kết cấu thí nghiệm, có thể tiến hành thí nghiệm ở trạng thái khác với một góc 90° hoặc 180° . Khi đó cần tính đến ảnh hưởng do trọng lượng bản thân của kết cấu thí nghiệm và các thiết bị thí nghiệm.

+ Các biện pháp giữ ổn định cho kết cấu và công tác an toàn thí nghiệm.

Khi tiến hành thí nghiệm các kết cấu dạng thanh hoặc kết cấu phẳng làm việc theo phương thẳng đứng, cần giữ ổn định chúng trong quá trình dựng lắp và gia tải, đồng thời với việc đảm bảo an toàn nhưng không làm thay đổi sơ đồ làm việc so với sơ đồ tính toán.

– Các kết cấu giữ ổn định thường được sử dụng là các giằng, chống đỡ, dây neo (Hình 3.3.4.).

Biện pháp giằng vào tường cứng hay giá kẹp có ưu điểm tạo độ ổn định cao, tuy nhiên cần đề phòng các mặt tiếp xúc của kết cấu thí nghiệm với kết cấu giằng xuất hiện lực ma sát và có thể cản trở biến dạng.



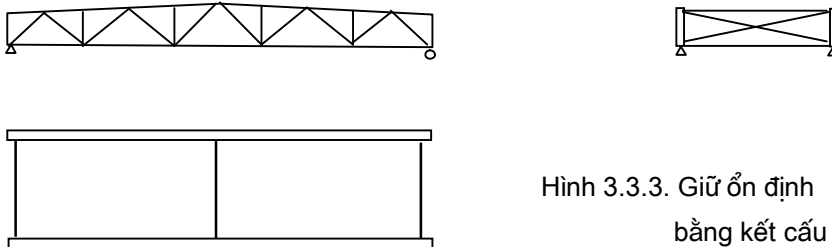
a) Giằng vào tường cứng. b) Giá kẹp. c) Dây neo tăng đỡ.

Hình 3.3.4. Các biện pháp giằng giữ ổn định.

Biện pháp dây neo tăng đơ cần phải thường xuyên điều chỉnh các tầng đơ mới giữ được ổn định khi kết cấu thí nghiệm bị biến dạng.

Trong thực tế thường dùng biện pháp kết hợp cả giằng chống và dây căng để đạt độ ổn định và an toàn cao nhất.

– Biện pháp dùng kết cấu ghép để giữ ổn định. Các kết cấu thí nghiệm được liên kết với nhau thành một hệ không gian ổn định bằng các chi tiết liên kết gắn giống với sơ đồ làm việc thực. Biện pháp này thường được sử dụng trong các thí nghiệm để xác định khả năng chịu tải của kết cấu công trình (Hình 3.3.3), đối với các thí nghiệm phá hoại ít được sử dụng vì phải dùng một lượng tải trọng lớn.

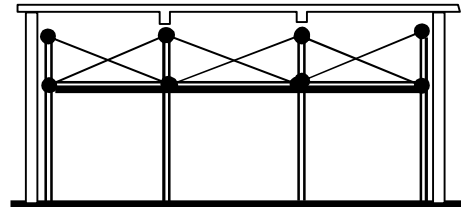


Hình 3.3.3. Giữ ổn định bằng kết cấu ghép.

+ Các biện pháp an toàn cho người, thiết bị và dụng cụ thí nghiệm.

Cần có biện pháp đề phòng sự phá hủy của kết cấu thí nghiệm, thiết bị và tải trọng thí nghiệm bị rơi, đổ. Thí nghiệm trên các kết cấu có chiều cao, người, thiết bị và các dụng cụ đo ở phía dưới cần được đảm bảo an toàn bằng các kết cấu chống đỡ. Thông thường kết cấu chống đỡ được kết hợp để đặt sàn công tác phục vụ công tác lắp đặt các dụng cụ đo, trong quá trình thí nghiệm để đọc số liệu và quan sát sự làm việc của kết cấu.

Kết cấu chống đỡ được tính toán độ cứng, độ bền đảm bảo độ ổn định cho người và thiết bị đặt trên đó, đồng thời đảm bảo chịu được trọng lượng bản thân và xung lực va đập khi nó bị phá hoại. Đặt các giá đỡ dự phòng ở phạm vi giữa và 1/3 nhịp của kết cấu thí nghiệm. Trên các giá đỡ cần có những tấm kê mỏng (bằng gỗ, thép□) hoặc các cơ cấu vítme để có thể điều chỉnh độ cao. Trong quá trình thí nghiệm nên giữ khoảng cách giữa kết cấu thí nghiệm và kết cấu chống đỡ 1 □ 2 cm bằng cách rút bớt các tấm kê hoặc điều chỉnh các vítme vừa đảm bảo chống đỡ an toàn nhưng không cản trở chuyển vị của kết cấu.



Hình 3.3.4. Giá chống đỡ an toàn kết hợp với sàn công tác.

Tốc độ gia tải ở vài cấp cuối nên chậm lại, đồng thời tăng cường quan sát và dự báo thời điểm kết cấu bị phá hoại để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị. Đến cấp tải gần tải trọng phá hoại, có thể tháo dỡ bớt dụng cụ đo, cho phép quan sát các dụng cụ đo còn lại từ xa bằng ống nhòm, máy thủy bình, máy trắc đạc...

Khu vực thí nghiệm có diện tích đủ rộng, cần thoáng và đủ ánh sáng để quan sát và đo đạc. Nơi thực hiện các thí nghiệm đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và an toàn là các Phòng thí nghiệm Công trình chuyên ngành của các trường Đại học và các Viện. Khi tiến hành thí nghiệm tại hiện trường, người không có nhiệm vụ không được vào khu vực thí nghiệm.

Quy hoạch mặt bằng thí nghiệm.

Xét về không gian, mỗi thí nghiệm có thể phân chia thành 3 khối không gian chính:

– Kết cấu thí nghiệm, đây là không gian trung tâm. Khi thí nghiệm hiện trường trên kết cấu thực thì không gian này đã có sẵn từ khi lựa chọn kết cấu thí nghiệm. Khi thí nghiệm trong phòng thí nghiệm, việc xác định mặt bằng để dựng lắp kết cấu thí nghiệm phải đảm bảo cho các kết cấu neo, giằng, chống giữ ổn định. Đồng thời đảm bảo cho các hoạt động của hệ gia tải, các thao tác đọc và điều chỉnh dụng cụ, thiết bị đo không bị cản trở hoặc chống chéo.

Các dụng cụ đo được lắp trên kết cấu thí nghiệm cũng thuộc không gian này. Một số thiết bị đo kĩ thuật số có các cảm biến hoặc các đầu đo gắn trên kết cấu thí nghiệm được nối với máy đo bằng các dây dẫn được lắp theo sơ đồ đã được thiết kế cần chú ý đến các biện pháp bảo vệ do các tác động của quá trình gia tải, biến dạng và phá hoại của kết cấu thí nghiệm.

– Không gian hệ gia tải bao gồm các thiết bị gia tải: Bơm kích, dầm, quang treo phân lực hoặc số lượng vật nặng dùng để làm tải.

Bơm thủy lực đặt trong không gian điều khiển.

Tập kết vật nặng không được gây tác động đến kết cấu thí nghiệm và các dụng cụ đo, đủ chỗ cho số lượng nhân công tiến hành chất hoặc dỡ tải theo thời gian đã xác định.

– Không gian chỉ huy điều khiển là nơi phát ra các hiệu lệnh thực hiện quy trình thí nghiệm. Nơi ghi chép, lưu giữ các số liệu, hình ảnh của quá trình thí nghiệm. Tại không gian điều khiển cần đảm bảo quan sát tổng thể kết cấu thí nghiệm, cần đảm bảo liên lạc đến các vị trí khi thí nghiệm hiện trường trong một không gian rộng và bị ngăn cách.

3.3.4- Chọn và bố trí dụng cụ, thiết bị đo trên kết cấu thí nghiệm.

Căn cứ vào các tham số cần đo đã được xác định từ nhiệm vụ thí nghiệm, việc chọn loại và số lượng sử dụng các dụng cụ và thiết bị đo phù hợp cần được cân nhắc để thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau đây:

– Có độ nhạy và khoảng đo phù hợp với giá trị của tham số cần đo đã được tính toán bằng các phương pháp tính, hoặc đã được quy định trong các tiêu chuẩn quy phạm.

– Có cùng các thông số kĩ thuật (như chuẩn đo, hệ số khuyết đại ...), để công việc tính toán kết quả thí nghiệm đơn giản và nhanh chóng.

– It bị ảnh hưởng của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, bụi bẩn, rung động ... Với những thí nghiệm hiện trường trong điều kiện nhiệt đới ẩm của nước ta, khi sử dụng các dụng cụ đo điện tử kĩ thuật số rất nhạy cảm với sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm, cần có biện pháp đảm bảo độ tin cậy của các kết quả thí nghiệm.

– Số lượng dụng cụ và thiết bị đo ít nhất, khi kết cấu thí nghiệm có trục đối xứng, bố trí trên một nửa, nửa kia chỉ cần bố trí một số để kiểm tra.

Hai nhóm dụng cụ đo quan trọng nhất là nhóm dụng cụ đo chuyển vị và nhóm dụng cụ đo biến dạng;

a) Đo chuyển vị(thường là đo độ võng).

– Bố trí các dụng cụ đo chuyển vị tại các gối, các vị trí có chuyển vị lớn, tại các vị trí có thể xảy ra mất ổn định.

– Các dụng cụ đo chuyển vị có giá trị vạch chia không lớn hơn 0,1mm. Có thể dùng các dụng cụ đo cơ học hoặc các đầu đo điện tử, nhưng cần chọn và bố trí mỗi dụng cụ đo chuyển vị phù hợp với tính năng kỹ thuật là khoảng đo và độ chính xác.

Khi xác định biểu đồ độ võng của kết cấu, các đồng hồ đo chuyển vị được phân bố bố trên chiều dài nhịp của kết cấu (Hình 3.3.4.a.).

Để xác định độ võng của kết cấu chịu uốn, độ võng được đo ở giữa nhịp, ở các vị trí 1/3 nhịp và đo độ lún các gối.

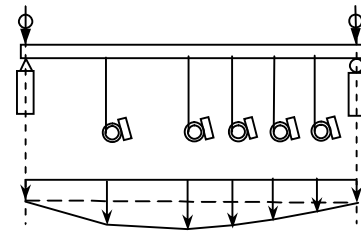
Giá trị độ võng của kết cấu chịu uốn gối hai đầu là hiệu số của chuyển vị giữa nhịp và giá trị trung bình của chuyển vị gối (Hình 3.3.4.b.).

$$f = f_2 - \frac{f_1 + f_2}{2}$$

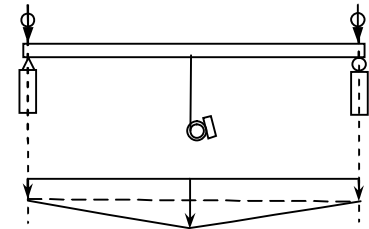
Nếu gắn được đồng hồ đo trên kết cấu phụ cùng chuyển động với gối (Hình 3.3.4.c.), chỉ cần 1 đồng hồ đo để xác định độ võng của kết cấu.

Với kết cấu conson, độ võng được đo ở đầu tự do, đo độ lún gối và góc xoay của gối. Độ võng của kết cấu conson là hiệu của chuyển vị ở đầu tự do với chuyển vị gối và chuyển vị do góc xoay của gối.

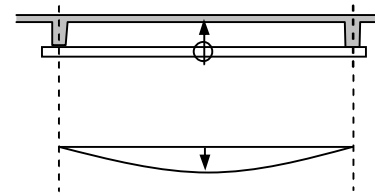
Đối với tấm phẳng gối hai cạnh, độ võng được đo ở tiết diện giữa nhịp và tiết diện 1/3 nhịp tại 3 vị trí: Giữa bề rộng tấm và hai mép tấm và chuyển vị của các gối. Giá trị độ võng của tấm là hiệu số của trị số trung bình của ba số đo chuyển vị giữa nhịp và giá trị trung bình của chuyển vị gối.



Hình3.3.4.a. Biểu đồ độ võng.



Hình3.3.4.b. Xác định độ võng bằng 3 đồng hồ đo.



Hình 3.3.4.c. Xác định độ võng bằng 1 đồng hồ đo.

Đối với tấm kê 4 cạnh hay 4 góc, độ võng được đo ở giữa tấm.
 Đối với tấm gối 3 cạnh, độ võng được đo ở điểm giữa cạnh tự do.

b) Đo biến dạng.

- Căn cứ vào tính chất của vật liệu để chọn chuẩn đo phù hợp: Chọn chuẩn đo nhỏ (vài mm đến vài cm) đối với vật liệu kim loại, chuẩn đo trung bình (vài cm đến vài chục cm) đối với vật liệu bê tông.
- Bố trí dụng cụ đo biến dạng tại các vị trí có nội lực lớn nhất, vị trí cục bộ hay các vị trí giảm yếu.
- Nên bố trí các dụng cụ đo chuyển vị và đo biến dạng thành từng nhóm để tiện việc kiểm tra và bố trí nhân lực đọc số liệu trong quá trình thí nghiệm.
- Việc chọn và bố trí các dụng cụ đo biến dạng phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu kết cấu, cũng như trạng thái ứng suất biến dạng của đối tượng thí nghiệm.

Trong một thí nghiệm, nếu có thể được thì nên sử dụng cùng 1 loại dụng cụ đo biến dạng có cùng các đặc trưng kỹ thuật như hệ số khuếch đại, chuẩn đo để việc xử lý kết quả thí nghiệm được thuận tiện, nhanh chóng.

Giá trị chuẩn đo của dụng cụ đo càng nhỏ thì giá trị biến dạng đo được càng đặc trưng cho điểm cần đo. Đối với kết cấu được chế tạo từ các loại vật liệu có độ đồng nhất cao (thép, kim loại màu) hay các vùng kết cấu có sự phân bố ứng suất phức tạp, cục bộ thì nên sử dụng các dụng cụ đo biến dạng có chuẩn đo nhỏ.

Đối với kết cấu bê tông, khối xây gạch đá cần tăng giá trị chuẩn đo lớn.

Trạng thái ứng suất biến dạng một trục rất thường gặp trong các kết cấu chịu lực hệ thanh, đó là các thanh dàn, cột dầm trong khung. Việc xác định nội lực trong các cấu kiện loại này rất thường gặp trong các thí nghiệm nghiên cứu và kiểm định kết cấu công trình. Biến dạng dọc trục được đo bằng các tenzomet có chuẩn đo lớn, bố trí chúng tại những tiết diện thanh có nội lực lớn nhất.

+ Trường hợp đơn giản nhất là nội lực trong thanh chỉ có lực dọc N tác dụng đúng tâm: Về nguyên tắc chỉ cần bố trí 1 tenzomet T₁ là xác định được nội lực trong thanh từ công thức:

$$\epsilon_1 \cdot E = \sigma_1 = \frac{N}{A}$$

Trong đó: ϵ_1 là biến dạng dọc trục do T₁ đo được.

E: mô đun đàn hồi của vật liệu.

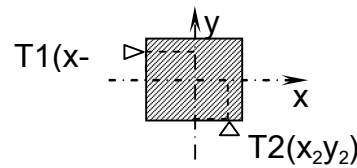
A: diện tích tiết diện ngang thanh.

Trong thực tế người ta thường bố trí thêm 1 tenzomet T₂ để kiểm tra kết quả đo.

+ Trường hợp lực dọc N tác dụng lệch tâm, hoặc nội lực trong thanh có cả lực dọc N tác dụng đúng tâm và mô men M_x. Trong trường hợp này, tối thiểu phải có 2 tenzomet đo biến dạng để xác định được 2 thành phần nội lực: lực dọc N và mô men uốn M_x:

$$\epsilon_1 \cdot E = \sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_1$$

$$\epsilon_2 \cdot E = \sigma_2 = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_2$$

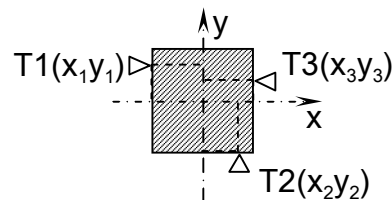


+ Trường hợp lực dọc lệch tâm N không nằm trong mặt phẳng đối xứng của tiết diện, hoặc trong trường hợp có 3 thành phần nội lực là N, M_x, M_y. Trường hợp này tối thiểu phải bố trí 3 tenzomet trên tiết diện để xác định 3 thành phần nội lực trên:

$$\epsilon_1 \cdot E = \sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_1 + \frac{M_y}{J_y} x_1$$

$$\epsilon_2 \cdot E = \sigma_2 = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_2 + \frac{M_y}{J_y} x_2$$

$$\epsilon_3 \cdot E = \sigma_3 = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y_3 + \frac{M_y}{J_y} x_3$$



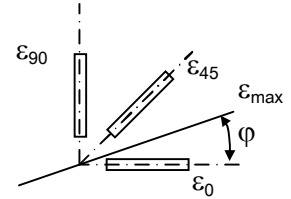
- Tại một vị trí đo, nếu kết cấu có trạng thái ứng suất phẳng có thể có các trường hợp sau:
- + Nếu biến dạng chỉ có một phương: chỉ cần bố trí 1 tenzomet đo biến dạng.
- + Nếu biến dạng theo hai phương: cần 2 tenzomet đo biến dạng lắp trùng với phương biến dạng.
- + Trong trường hợp chưa xác định được phương biến dạng cần bố trí tối thiểu 3 tenzomet được lắp thành bộ 45° hoặc 60°, từ đó sẽ cho phép xác định được các biến dạng theo phương chính.

Với bộ 3 tenzomet 45°:

Biến dạng đo được tương ứng với từng tenzomet là $\epsilon_0, \epsilon_{45}, \epsilon_{90}$. Giá trị biến dạng theo phương chính sẽ là:

$$\epsilon_{\max} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{90}}{2} + \sqrt{\frac{1}{2}[(\epsilon_0 - \epsilon_{45})^2 + (\epsilon_{45} - \epsilon_{90})^2]}$$

$$\epsilon_{\min} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{90}}{2} - \sqrt{\frac{1}{2}[(\epsilon_0 - \epsilon_{45})^2 + (\epsilon_{45} - \epsilon_{90})^2]}$$



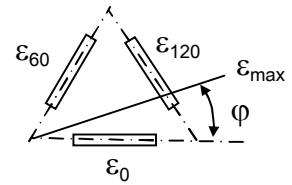
Góc lệch φ giữa phương của ϵ_{\max} và ϵ_0 được tính bằng công thức:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{2\epsilon_{45} - \epsilon_0 - \epsilon_{90}}{\epsilon_0 - \epsilon_{90}}$$

Với bộ ba tenzomet 60°:

$$\epsilon_{\max} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{60} + \epsilon_{120}}{3} + \sqrt{\frac{2}{3}[(\epsilon_0 - \epsilon_{60})^2 + (\epsilon_{60} - \epsilon_{120})^2 + (\epsilon_{120} - \epsilon_0)^2]}$$

$$\epsilon_{\min} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon_{60} + \epsilon_{120}}{3} - \sqrt{\frac{2}{3}[(\epsilon_0 - \epsilon_{60})^2 + (\epsilon_{60} - \epsilon_{120})^2 + (\epsilon_{120} - \epsilon_0)^2]}$$



Góc lệch φ giữa phương của ϵ_{\max} và ϵ_0 được tính bằng công thức:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\sqrt{3}(\epsilon_{60} - \epsilon_{120})}{2\epsilon_0 - \epsilon_{60} - \epsilon_{120}}$$

Từ các giá trị biến dạng trên cho phép xác định giá trị ứng suất chính theo định luật Hook toàn phần:

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_{\max} + \mu\epsilon_{\min})$$

$$\sigma_{\min} = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_{\min} + \mu\epsilon_{\max})$$

Trong đó: - E là mô đun đàn hồi của vật liệu kết cấu
- μ là hệ số Poisson.

Trong thực tế, để kiểm tra độ tin cậy của kết quả đo, thường bố trí thêm 1 tenzomet thứ 4 vào bộ 3 tenzomet 45° hoặc 60° để trong 1 bộ 4 tenzomet có ít nhất một cặp vuông góc. Dựa trên nguyên tắc: "tại một điểm trong trạng thái ứng suất phẳng, tổng các cặp biến dạng hoặc ứng suất trực giao có tổng không đổi" để kiểm tra độ chính xác của kết quả đo.

Với bộ tenzomet 45°: $\epsilon_0 + \epsilon_{90} = \epsilon_{45} + \epsilon_{135} = \epsilon_{\max} + \epsilon_{\min}$

Với bộ tenzomet 60°: $\epsilon_0 + \epsilon_{90} = \epsilon_{\max} + \epsilon_{\min}$

c) Đo chiều rộng vết nứt.

Khi thí nghiệm kết cấu BTCT, để dễ nhận biết thời điểm xuất hiện vết nứt, quá trình theo dõi sự phát triển và mở rộng vết nứt, trước khi thí nghiệm nên dùng vôi hay thạch cao pha loãng quét lên bề mặt kết cấu thí nghiệm một hoặc hai lớp.

Quan sát vết nứt bằng mắt thường hay kính lúp. Cách đánh dấu vết nứt: Dùng bút vẽ một đường song song với vết nứt, tại đỉnh vết nứt- vạch một nét ngang và ghi cấp tải hoặc thời gian tương ứng trong một vòng tròn hay phía trên một gạch đậm (Hình...).

Đo bề rộng vết nứt bằng kính phóng đại có giá trị vạch chia không lớn hơn 0,05 mm hoặc các dụng cụ chuyên dùng có tính năng tương đương. Đo bề rộng vết nứt được tiến hành đồng thời với việc đo chuyển vị và biến dạng ở mỗi thời điểm đọc số liệu.

Đối với cấu kiện chịu uốn, bề rộng vết nứt vuông góc với trục dọc cấu kiện được đo ở hàng cốt thép dọc dưới cùng của vùng chịu kéo, bề rộng vết nứt xiên được đo ở hàng cốt thép dọc dưới cùng, nơi vết nứt xiên cắt cốt đai và cốt xiên.

Đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm, bề rộng vết nứt được đo ở hàng cốt thép chịu kéo lớn nhất.

d) Đặt tên và sơ đồ bố trí dụng cụ và thiết bị đo.

Thông thường sử dụng chữ cái đầu tiên tên của dụng cụ đo kèm chỉ số thứ tự theo một quy luật nào đó để đặt tên cho các dụng cụ đo. Ví dụ: V1; V2; V3 là các vông kế □ I1; I2 là các Indicatr đo chuyển vị gối □ T1; T2; T3; T4 là các Tenzomet đo biến dạng. Các chỉ số được đánh số theo thứ tự từ trái qua phải, từ trên xuống dưới.

Tất cả các dụng cụ đo kèm theo tên được thể hiện trên bản vẽ sơ đồ bố trí dụng cụ đo, các thông số kỹ thuật như hệ số khuyết đại, chuẩn đo v.v□

3.3.5- Thời gian, lịch trình và bố trí nhân lực thí nghiệm.

3.3.6- Bảng biểu ghi kết quả và nhật kí thí nghiệm.

3.4-TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM:

3.4.1- Kiểm tra trước khi tiến hành thí nghiệm.

+ Trước khi đặt tải trọng thử cần thực hiện việc kiểm tra ghi chép hiện trạng thực tế của kết cấu thí nghiệm với các nội dung: Kích thước hình học, các vết nứt, rỗ, các khuyết tật khác nếu có.

+ Kết cấu thí nghiệm làm việc đúng với sơ đồ thí nghiệm, độ đúng tâm đúng trục. Bề mặt tiếp xúc tại các vị trí gối, điểm đặt lực có đủ khả năng chịu được tải trọng thí nghiệm mà không xảy ra sự phá hoại cục bộ. Chuyển vị và biến dạng của kết cấu thí nghiệm không bị cản trở trong suốt quá trình gia tải.

+ Hệ gia tải đáp ứng đủ công suất và hoạt động tốt. Khi dùng vật nặng để chất tải, chuẩn bị đủ số lượng, đảm bảo độ chính xác trọng lượng mỗi bao hoặc mỗi viên khối, tập kết ở vị trí thuận lợi để di chuyển vào vị trí đặt tải đảm bảo tính đồng thời và khoảng thời gian cần thiết để chất và dỡ tải của mỗi cấp tải. Khi dùng thiết bị thủy lực, nên chọn công suất của bơm và kích sao cho giá trị của cấp tải trọng bé nhất và lớn nhất nằm trong khoảng 20 □ 80 % lực đẩy hoặc kéo tối đa của kích. Bơm kích thủy lực phải được chỉnh định trước khi gia tải thí nghiệm.

+ Dụng cụ và thiết bị đo đã được lắp đặt đúng yêu cầu và hoạt động bình thường. Cần có các biện pháp bảo đảm an toàn cho các dụng cụ và thiết bị đo, nhất là trong trường hợp thí nghiệm phá hoại (che chắn chống va đập, buộc dây an toàn để phòng rơi...)

+ An toàn: Cần kiểm tra kĩ các kết cấu chống đỡ an toàn bằng tính toán và kiểm tra việc lắp đặt chắc chắn để phòng kết cấu thí nghiệm bị phá hoại đột ngột, phá hoại dòn để đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị thí nghiệm. Các thí nghiệm hiện trường phải có các phương án cứu hộ, thoát hiểm.

Đối với các thí nghiệm thử tải kết cấu công trình mới xây dựng phục vụ công tác nghiệm thu đưa vào sử dụng, thử tải kết cấu công trình cũ phục vụ công tác sửa chữa, cải tạo hay nâng cấp, công tác kiểm tra trước khi tiến hành thí nghiệm thử tải cần thực hiện bước khảo sát tổng thể bên ngoài và kiểm tra tình trạng kết cấu công trình với các nội dung sau đây:

– Xác định các đặc trưng cơ lí của vật liệu, chất lượng các chi tiết chế tạo sẵn.

Việc lấy mẫu và chế tạo các mẫu thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu cơ lí của vật liệu phải tuân thủ các tiêu chuẩn và các quy trình thí nghiệm hiện hành bằng phương pháp thí nghiệm phá

hoại mẫu thử trong phòng thí nghiệm. Khi không thể có mẫu thử lấy trực tiếp từ công trình mới áp dụng các phương pháp thí nghiệm không phá hoại để xác định các chỉ tiêu cơ lí của vật liệu công trình.

- Tình trạng của các kết cấu chịu lực: Đo đạc kích thước hình học của kết cấu chịu lực, sai số vị trí, độ lệch tâm, lệch trục, độ nghiêng, độ lún v.v...

- Các sai sót, khuyết tật kể cả do thiết kế, thi công và quá trình sử dụng (nếu là công trình cũ). Chú ý những hiện tượng hư hỏng bất thường: độ võng quá mức, vết nứt, giảm yếu tiết diện v.v...

Đặc biệt chú ý đến chất lượng và các yêu cầu kĩ thuật của các mối nối liên kết: Liên kết hàn, bulong, đinh tán, nối cáp v.v... vì tính đồng nhất trong các mối nối thường không cao, dễ có khuyết tật hay các vị trí cục bộ tập trung ứng suất.

3.4.2- Tiến hành thí nghiệm và theo dõi quá trình thí nghiệm.

+ Giữ tải trọng ở mỗi cấp tải.

Khi gia tải bằng thiết bị thủy lực, do kết cấu thí nghiệm biến dạng, tải trọng sẽ bị giảm, cần bổ sung thường xuyên để duy trì giá trị tải trọng không đổi ở cấp tải trọng đó. Biến dạng lớn cũng có thể dẫn đến vị trí của điểm đặt lực bị thay đổi, dẫn đến phương của tải trọng tác dụng cũng bị thay đổi. Trong trường hợp này, cần điều chỉnh hệ gia tải để đảm bảo tải trọng truyền đầy đủ, trực tiếp và không đổi vào kết cấu thí nghiệm.

+ Đọc và ghi chép kết quả thí nghiệm.

Sau khi hoàn thành bước chất và dỡ tải trọng thử, thí nghiệm chính thức bắt đầu bằng việc đọc và ghi số liệu ban đầu (ứng với tải trọng $P_0=0$).

Tại mỗi thời điểm đọc và ghi chép kết quả ở từng cấp tải trọng, cần đảm bảo tính đồng thời việc đọc số liệu trên tất cả các dụng cụ và thiết bị đo trong một khoảng thời gian ngắn nhất. Trường hợp thí nghiệm hiện trường xảy ra trên một diện tích hoặc một không gian lớn, số lượng các dụng cụ và thiết bị đo nhiều, cần phải có giải pháp phù hợp và chắc chắn để truyền hiệu lệnh đọc số liệu. Phía dưới bản sàn của các cầu cảng, trong bụng hộp dầm của cầu BTCT v.v... thường không liên lạc bằng các phương tiện vô tuyến vì mất sóng, các tín hiệu liên lạc khác (như ánh sáng, thông tin hữu tuyến...) cần được sử dụng.

Thời điểm bắt đầu đọc số liệu là khi sự biến thiên chuyển vị và biến dạng tắt hẳn hoặc đạt đến độ ổn định quy ước và không sớm hơn 5 phút kể từ khi kết thúc gia tải cấp tải trọng đó.

Ở các cấp tải trọng nhỏ, vật liệu của kết cấu thí nghiệm làm việc trong giới hạn đàn hồi, chuyển vị và biến dạng nhanh chóng ổn định. Thời gian ổn định hoặc độ ổn định quy ước còn phụ thuộc vào tính chất vật liệu và cấu tạo của kết cấu thí nghiệm: Đối với kết cấu bê tông cốt thép có thể đến vài phút, đối với kết cấu thép nhịp lớn có thể đến vài chục phút, đối với vật liệu dẻo (đất nền, cọc móng ma sát ...) có thể đến vài chục giờ. Độ ổn định quy ước là trạng thái của kết cấu mà độ biến thiên của chuyển vị và biến dạng nhỏ hơn giá trị cho phép sau một khoảng thời gian quy định trước.

+ Quan sát trạng thái của kết cấu thí nghiệm, hệ gia tải và dụng cụ đo.

Quá trình tăng tải phải thường xuyên quan sát sự làm việc của hệ gia tải, các dụng cụ đo, và đặc biệt là kết cấu thí nghiệm nhằm phát hiện và ghi nhận các thời điểm đặc biệt, trạng thái bất thường v.v... Thí dụ: Thời điểm vết nứt đầu tiên xuất hiện, sự mất ổn định, phá hoại cục bộ hay những sự cố bất thường, phát hiện những dấu hiệu mất khả năng chịu lực của kết cấu thí nghiệm thể hiện ở các đặc trưng: Độ võng tăng liên tục, vết nứt phát triển liên tục khi tải trọng vẫn đang được giữ nguyên, cốt thép bị chảy dẻo trước khi bê tông vùng nén bị phá hoại, hoặc bê tông vùng nén bị phá hủy và cốt thép vùng kéo bị đứt.

Theo dõi quá trình phát triển của vết nứt, hình ảnh phá hoại hoặc mất ổn định của kết cấu thí nghiệm làm cơ sở cho việc phân tích, đánh giá và giải thích kết quả thí nghiệm. Quá trình hình thành và mở rộng vết nứt thường dùng bút chì hoặc sơn để đánh dấu dọc theo mép vết nứt, trước đỉnh vết nứt vẽ một vạch chắn ngang và ghi bên cạnh giá trị tải trọng và thời gian tương ứng. Chiều rộng vết nứt được đo bằng kính lúp hoặc kính quang học chuyên dùng. Biểu diễn trạng thái của kết cấu thí nghiệm: Như sơ đồ vết nứt, hình ảnh phá hoại v.v... bằng các hình vẽ, ngoài ra nên sử dụng các phương tiện khác: Chụp ảnh, quay phim ... để lưu lại là rất cần thiết.

3.5- XỬ LÝ SỐ LIỆU VÀ LẬP BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM.

+ Kết quả thí nghiệm là tập hợp các số liệu thu được từ các dụng cụ, thiết bị đo. Các hình ảnh, băng hình, các ghi chép mô tả hoặc diễn giải quá trình thí nghiệm. Các số liệu thí nghiệm được phân tích, xử lý để chỉnh lí hoặc có thể loại bỏ một số kết quả dị thường. Sau đó thiết lập:

- Các bảng số liệu thí nghiệm.
- Bảng tổng hợp kết quả thí nghiệm.

+ Tính toán và thể hiện kết quả thí nghiệm các dạng bảng số, biểu đồ, biểu thức quan hệ giữa các đại lượng.

- Biểu đồ quan hệ tải trọng (ứng suất hoặc nội lực) □ chuyển vị.
- Biểu đồ quan hệ chuyển vị □ thời gian của các cấp tải.
- Biểu đồ quan hệ tải trọng (ứng suất hoặc nội lực) □ thời gian.
- Biểu đồ quan hệ chuyển vị □ tải trọng (ứng suất hoặc nội lực) □ thời gian.

+ Phân tích, đánh giá kết quả thí nghiệm.

- Đánh giá độ bền.

Độ bền của kết cấu thí nghiệm được đánh giá theo giá trị tải trọng lớn nhất tại thời điểm kết cấu xuất hiện dấu hiệu mất khả năng chịu lực (tải trọng phá hủy thực). Đánh giá độ bền được thực hiện bằng cách so sánh tải trọng phá hủy thực tế với tải trọng kiểm tra độ bền được quy định trong tiêu chuẩn hoặc trong tài liệu thiết kế.

Kết cấu thí nghiệm được coi là đạt độ bền nếu thỏa mãn các điều kiện sau: Khi thí nghiệm hai cấu kiện, tải trọng phá hủy thực tế không nhỏ hơn 95% tải trọng kiểm tra độ bền, nếu thí nghiệm từ 3 cấu kiện trở lên thì không nhỏ hơn 90% tải trọng kiểm tra độ bền.

Đối với cấu kiện ứng suất trước có cốt thép tự neo, ngoài các điều kiện đã nêu ở trên còn phải thỏa mãn thêm điều kiện sau: Khi thí nghiệm hai cấu kiện trở lên, độ tụt của thép so với bề mặt bê tông ở đầu cấu kiện không được vượt quá 0,2 mm.

- Đánh giá độ cứng.

Độ cứng của kết cấu được đánh giá bằng cách so sánh độ võng thực tế do tác dụng của tải trọng kiểm tra gây ra với độ võng kiểm tra. Độ võng kiểm tra được xác định bằng tính toán với tải trọng kiểm tra độ cứng tác dụng ngắn hạn lên kết cấu thí nghiệm.

Cấu kiện được coi là đạt yêu cầu về độ cứng nếu: Khi thí nghiệm hai cấu kiện mà độ võng thực tế không quá 115% độ võng kiểm tra, khi thí nghiệm từ 3 cấu kiện trở lên mà độ võng thực tế không vượt quá 120% độ võng kiểm tra.

- Đánh giá khả năng chống nứt.

Khả năng chống nứt của kết cấu được đánh giá theo tải trọng hình thành vết nứt đầu tiên trong bê tông và theo bề rộng vết nứt. Tải trọng thực tế hình thành vết nứt được so với tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt, bề rộng vết nứt được so với bề rộng vết nứt kiểm tra.

Kết cấu có yêu cầu chống nứt cấp I phải thỏa mãn điều kiện sau: Khi thí nghiệm hai cấu kiện, tải trọng thực tế hình thành vết nứt không nhỏ hơn 90% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt. Khi thí nghiệm 3 cấu kiện trở lên, tải trọng thực tế hình thành vết nứt không nhỏ hơn 85% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt.

Kết cấu có yêu cầu chống nứt cấp II và cấp III được coi là đạt yêu cầu khi thí nghiệm 2 và từ 3 cấu kiện trở lên, bề rộng vết nứt lớn nhất không vượt quá bề rộng vết nứt kiểm tra nhân với hệ số tương ứng là 1,10 và 1,15, đồng thời cũng không được vượt quá giá trị bề rộng vết nứt cho phép của tiêu chuẩn hay trong tài liệu thiết kế.

Đánh giá tổng hợp kết quả thí nghiệm: Kết cấu thí nghiệm là BTCT được coi là đạt yêu cầu về độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt, nếu đồng thời đáp ứng được tất cả các yêu cầu về độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt.

PHỤ LỤC CHƯƠNG 3

PHỤ LỤC 3.1. ĐỘ VÔNG CHO PHÉP CỦA CÁC CẤU KIỆN KẾT CẤU THÉP. (TCXDVN 338:2005. Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế).

1. Độ vông cho phép của cấu kiện chịu uốn.

LOẠI CẤU KIỆN	ĐỘ VÔNG CHO PHÉP
<i>Dầm cửa sàn nhà và mái:</i> 1. Dầm chính 2. Dầm cửa trần có vữa trát, chỉ tính vông cho tải trọng tạm thời 3. Các dầm khác, ngoài trường hợp 1 và 2 4. Tấm bản sàn	L/400 L/350 L/250 L/150
<i>Dầm có đường ray:</i> 1. Dầm đỡ sàn công tác có đường ray nặng 35 kg/m và lớn hơn 2. Như trên, khi đường ray nặng 25 kg/m và nhỏ hơn	L/600 L/400
<i>Xà gỗ:</i> 1. Mái lợp ngói không đắp vữa, mái tấm tôn nhỏ 2. Mái lợp ngói có đắp vữa, mái tôn múi và các mái khác	L/150 L/200
<i>Dầm hoặc dàn đỡ cầu trục:</i> 1. Cầu trục chế độ làm việc nhẹ, cầu trục tay, palăng 2. Cầu trục chế độ làm việc vừa 3. Cầu trục chế độ làm việc nặng và rất nặng	L/400 L/500 L/600
<i>Sườn tường:</i> 1. Dầm đỡ tường xây 2. Dầm đỡ tường nhẹ (tôn, fibrô ximăng), dầm đỡ cửa kính 3. Cột tường	L/300 L/200 L/400

Ghi chú: L là nhịp của cấu kiện chịu uốn. Đối với dầm công xôn thì L lấy bằng 2 lần độ vưon của dầm.

2. Chuyển vị ngang ở mức mép mái của nhà công nghiệp kiểu khung một tầng, không cầu trục, gây bởi tải trọng gió tiêu chuẩn được giới hạn như sau:

- Khi tường bằng tấm tôn kim loại: H/100
- Khi tường là tấm vật liệu nhẹ khác: H/150
- Khi tường bằng gạch hoặc bê tông: H/240

Với H là chiều cao cột.

3. Chuyển vị ngang của đỉnh khung nhà một tầng(không thuộc loại nhà ở mục 2) không được vượt quá 1/300.

Chuyển vị ngang của đỉnh khung nhà nhiều tầng không được vượt quá 1/500 của tổng chiều cao khung. Chuyển vị tương đối tại mỗi tầng của khung nhà nhiều tầng không được vượt quá 1/300 chiều cao mỗi tầng.

PHỤ LỤC 3.2. TRỊ SỐ GIỚI HẠN ĐỘ VÔNG CỦA MỘT SỐ KẾT CẤU

(TCVN 5574:1991. Kết cấu bê tông cốt thép □ Tiêu chuẩn thiết kế).

LOẠI CẤU KIỆN	GIỚI HẠN ĐỘ VÔNG
1. Dầm cầu trục với: a) Cầu trục quay tay b) Cầu trục chạy điện	(1/500)L (1/600)L
2. Sàn có trần phẳng, cấu kiện của mái và tấm tường treo(khi tính tấm tường ngoài mặt phẳng). a) Khi nhịp $L < 6$ m b) Khi $6 \text{ m} \leq L < 7,5$ m c) Khi $L > 7,5$ m	(1/200)L 3 cm (1/250)L
3. Sàn với trần có sườn và cầu thang a) Khi nhịp $L \leq 5$ m b) Khi $5 \text{ m} \leq L \leq 10$ m c) Khi $L > 10$ m	(1/200)L 2,5 cm (1/400)L
Chú thích: L là nhịp tính toán của dầm hoặc bản kê lên 2 gối. Đối với các công son, dùng $L = 2L_{cs}$ với L_{cs} là độ vưon của công son.	

PHỤ LỤC 3.3. CÁC CHỈ TIÊU CẦN KIỂM TRA KẾT CẤU NHÀ CAO TẦNG BTCT.

(TCXD 198:1997. Nhà cao tầng □ Thiết kế kết cấu bê tông toàn khối).

- + Kiểm tra độ cứng.
- Kết cấu khung BTCT: $f/H \leq 1/500$
- Kết cấu khung-vách : $f/H \leq 1/750$
- Kết cấu tường BTCT: $f/H \leq 1/1000$

Trong đó: f và H là chuyển vị theo phương ngang tại đỉnh kết cấu và chiều cao của công trình.

- + Kiểm tra dao động.

$$[\ddot{y}] \leq [\ddot{Y}]$$

Trong đó: $[\ddot{y}]$ □ Giá trị gia tốc cực đại tại đỉnh công trình dưới tác động của gió.

$[\ddot{Y}]$ □ Giá trị cho phép của gia tốc, lấy bằng 150 mm/s².

PHỤ LỤC 3.4. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CỌC BẰNG TẢI TRỌNG TĨNH ÉP DỌC TRỰC

(TCXDVN 269: 2002)

I. Thiết bị thí nghiệm

1.1. Thiết bị gia tải

Thiết bị gia tải là hệ thống thủy lực bao gồm kích, bơm dầu. Yêu cầu đối với hệ gia tải là:

- Hoạt động an toàn dưới áp lực không nhỏ hơn 150% áp lực làm việc.
- Có sức nâng đáp ứng tải trọng lớn nhất theo dự kiến.
- Có hành chính đủ để đáp ứng chuyển vị đầu cọc lớn nhất theo dự kiến cộng với biến dạng của hệ phản lực.

1.2. Thiết bị đo chuyển vị đầu cọc

Để đo chuyển vị của cọc dưới tác dụng của tải trọng, thường bố trí các dụng cụ đo chuyển vị ở đầu cọc thí nghiệm.

Sử dụng đồng hồ đo chuyển vị có độ chính xác đến 0,01mm, có hành chính dịch chuyển đủ để đo được chuyển vị lớn nhất theo dự kiến, thường ít nhất là 50mm.

Số lượng đồng hồ đo chuyển vị thường từ 2 đến 4 chiếc bố trí xung quanh tiết diện cọc.

Ghi chú: Các thiết bị gia tải và thiết bị đo chuyển vị cần được kiểm định và hiệu chỉnh định kỳ.

II. Quy trình gia tải

2.1. Gia tải thử nhằm kiểm tra sự hoạt động của thiết bị thí nghiệm

- Việc gia tải thử ngoài mục đích kiểm tra sự hoạt động của các thiết bị thí nghiệm còn nhằm tạo ra sự tiếp xúc tốt giữa thiết bị và đầu cọc.

- Giá trị tải trọng thử lấy khoảng 5% giá trị tải trọng thiết kế. Sau khi gia tải tiến hành hạ tải về 0 và theo dõi hoạt động của các thiết bị.

- Thời gian của quá trình gia tải thử (bao gồm cả gia tải, giữ tải và hạ tải thường khoảng 10 phút)

2.2. Gia tải thí nghiệm

- Gia tải theo từng cấp đến giá trị tải trọng lớn nhất. Giá trị tải trọng lớn nhất được xác định theo mục đích thí nghiệm cọc:

+ Đối với cọc thí nghiệm thăm dò (được thực hiện ở giai đoạn thiết kế, trước khi thi công cọc đại trà): lấy bằng tải trọng phá hoại cọc hoặc bằng 250 ÷ 300% tải trọng thiết kế.

+ Đối với cọc kiểm tra (thường tiến hành trong thời gian thi công hoặc sau khi thi công xong): lấy bằng 150 ÷ 200% tải trọng thiết kế

- Giá trị mỗi cấp tải thường được lấy từ 1/5 ÷ 1/10 giá trị tải trọng thiết kế nhưng không vượt quá 25% giá trị tải trọng thiết kế.

- Chỉ gia tải ở cấp tiếp theo khi độ lún đầu cọc thoả mãn yêu cầu sau đồng thời không quá 2 giờ

+ Độ lún đầu cọc không quá 0,25mm/h đối với cọc chống

+ Độ lún đầu cọc không quá 0,1mm/h đối với cọc ma sát

- ở cấp gia tải lớn nhất, cần giữ tải cho đến khi độ lún đầu cọc thoả mãn các yêu cầu trên đồng thời không nhỏ hơn 24 giờ.

- Trong trường hợp sau khi gia tải ở cấp cuối cùng mà cọc không bị phá hoại tiến hành giảm tải về 0. Quá trình giảm tải nên thực hiện theo từng cấp để có thể các thông số thí nghiệm. Giá trị mỗi cấp giảm tải có thể lấy bằng 2 lần cấp gia tải. Thời gian giữ tải của cấp hạ tải lấy bằng 30 phút.

2.3. Ghi chép số liệu.

-Trong quá trình thí nghiệm nén tĩnh cọc, cần thiết phải ghi chép các thông số sau:

- + Giá trị tải trọng từng cấp.
- + Chuyển vị đầu cọc.
- + Thời gian gia tải (hoặc hạ tải).

Thời gian theo dõi chuyển vị đầu cọc và ghi chép số liệu ở mỗi cấp gia tải được lấy theo quy định trong bảng 7.1 của TCXDVN 269: 2002

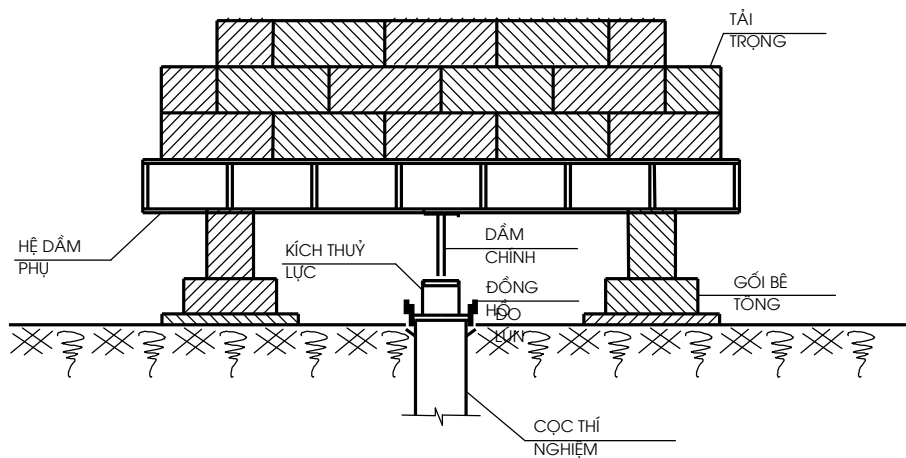
III. Xử lý số liệu

Các số liệu thu được trong quá trình thí nghiệm là cơ sở để đánh giá khả năng làm việc hay sức chịu tải của cọc thí nghiệm. Các số liệu thí nghiệm sau khi xử lý được trình bày dưới dạng bảng (bao gồm bảng số liệu thí nghiệm và bảng tổng hợp kết quả thí nghiệm)

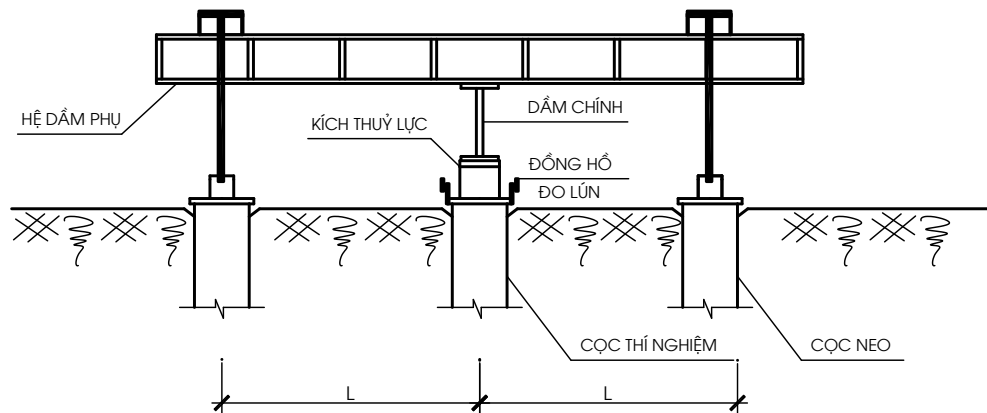
Ngoài ra từ các số liệu thí nghiệm, cần xây dựng các biểu đồ quan hệ sau:

- Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng tác dụng và chuyển vị đầu cọc.
- Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng tác dụng và thời gian.
- Biểu đồ quan hệ chuyển vị \square thời gian gia tải \square tải trọng tác dụng.
- Biểu đồ quan hệ giữa chuyển vị và thời gian gia tải mỗi cấp.

SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM



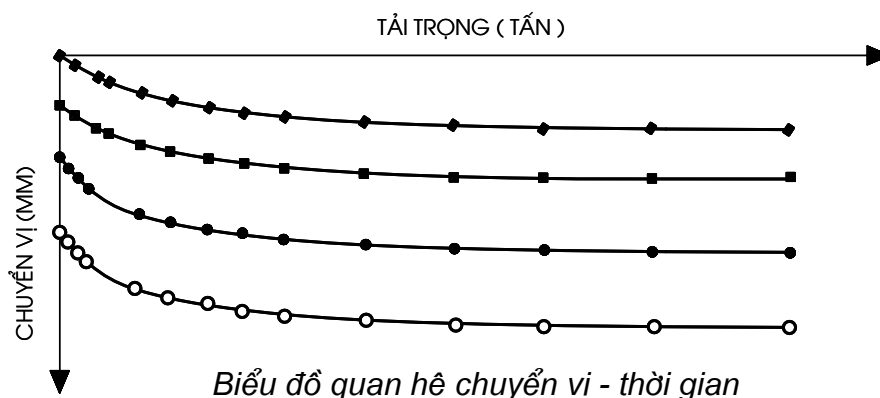
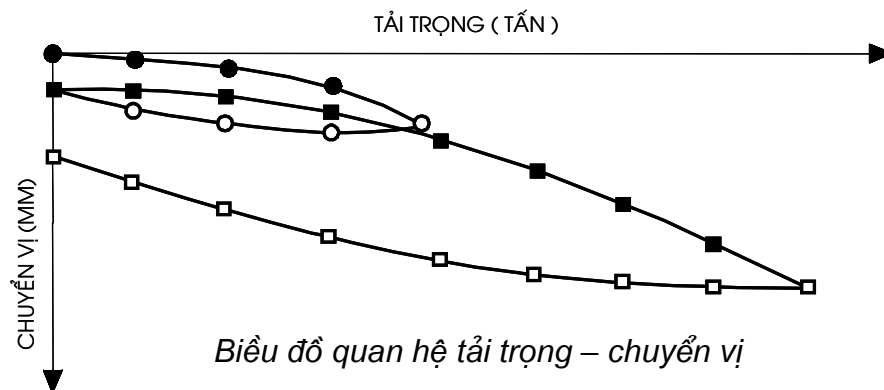
GIA TẢI BẰNG KÍCH THUYẾT LỰC, DÙNG DÀN CHẤT RỈ VÀ ĐỐI TƯỢNG LÀM PHẢN LỰC



Ghi chú: Khoảng cách L từ tâm cọc thí nghiệm đến tâm cọc neo $\geq 3D$ nhưng trong mọi trường hợp không nhỏ hơn 2m (D : đường kính hoặc chiều rộng tiết diện cọc)

GIA TẢI BẰNG KÍCH THUYẾT LỰC, DÙNG CỌC NEO LÀM PHẢN LỰC

MỘT SỐ BIỂU ĐỒ QUAN HỆ



MỘT SỐ QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM CỌC THEO PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH

I. Thí nghiệm theo phương pháp thời gian không đổi (Theo ASTM 1143-81)

1. Quy trình gia tải:

- Gia tải và giảm tải theo từng cấp, giá trị mỗi cấp tải bằng 20% tải trọng thiết kế.
- Thời gian giữ tải mỗi cấp bằng 1 giờ (hoặc bằng thời gian cố định nào đó).

2. Ghi chép số liệu

Theo dõi và ghi chép số liệu theo quy trình gia tải tốc độ chậm.

II. Thí nghiệm theo phương pháp gia tải nhanh (Theo Cục giao thông bang New York, Cục quản lý cao tốc liên bang và ASTM 1143-81)

1. Quy trình gia tải

- Gia tải đến tải trọng lớn nhất, giá trị mỗi cấp bằng 10% ÷ 15% tải trọng thiết kế.
- Thời gian giữ tải 2,5 phút.
- Sau 5 phút giữ cấp tải lớn nhất, giảm tải về 0.

2. Ghi chép số liệu

- Ghi chép số liệu ngay trước và sau khi gia tải mỗi cấp.
- Tại cấp tải trọng lớn nhất, ghi chép các số liệu khi ngừng gia tải và sau đó tại các thời điểm 2,5 phút và 5 phút.
- Ghi các số liệu ngay sau khi giảm tải hoàn toàn về 0 và sau đó tại các thời điểm 2,5 phút và 5 phút

III. Thí nghiệm theo phương pháp gia tải với số gia chuyển vị không đổi (Theo ASTM 1143-81)

1. Quy trình gia tải

- Điều chỉnh tải trọng khi gia tải sao cho số gia chuyển vị không đổi (bằng khoảng 1% đường kính hoặc chiều rộng cọc).
- Không tăng tải cho đến khi trong 1 giờ, tốc độ thay đổi tải trọng nhỏ hơn 1% tổng tải trọng tác dụng.

- Tiếp tục gia tải cho đến khi chuyển vị của cọc đạt tới 10% đường kính hoặc chiều rộng cọc (hoặc cho đến hết khả năng gia tải của kích).

- Sau khi duy trì số gia chuyển vị cuối cùng, giảm tải về 0 qua 4 cấp. Cấp tải mới không được giảm nếu trong 1 giờ, độ phục hồi của cấp tải trước nhỏ hơn 0,3% đường kính hoặc chiều rộng của cọc.

2. Ghi chép số liệu.

- Ghi chép số liệu tải thời điểm thích hợp để xác định tốc độ thay đổi tải trọng nhằm duy trì số gia chuyển vị không đổi và tốc độ phục hồi.

- Sau khi giảm tải về 0, ghi chép các số liệu cuối cùng sau 12 giờ.

IV. Thí nghiệm theo phương pháp gia tải với tốc độ chuyển vị không đổi (Theo Ủy ban về móng cọc của Thụy Điển, Cục giao thông bang New York và Tiêu chuẩn ASTM 1143- 81).

1. Quy trình gia tải

- Điều chỉnh tải trọng trong thời gian gia tải sao cho tốc độ chuyển vị của cọc dao động trong khoảng 0,25 đến 1,25mm/phút đối với đất dính và 0,75 đến 2,5mm/phút đối với đất rời.

- Tiếp tục gia tải cho đến khi không cần tăng tải mà cọc vẫn tiếp tục lún với tốc độ quy định.

- Duy trì gia tải với tốc độ chuyển vị quy định cho đến khi tổng chuyển vị ít nhất bằng 10% đường kính hoặc chiều rộng cọc.

- Tiến hành giảm tải khi cọc ngừng lún ở cấp tải lớn nhất.

2. Ghi chép số liệu

- Ghi chép các số ít nhất 30 giây một lần hoặc theo khoảng thời gian thích hợp để xác định tốc độ chuyển vị của cọc.

- Khi cọc đã đạt tốc độ chuyển vị quy định, tiếp tục ghi chép các số liệu trong thời gian gia tải và xác định tải trọng lớn nhất.

- Ghi chép các số liệu giảm tải, tại cấp giảm tải về 0 ghi số liệu cuối cùng sau 1 giờ.

V. Thí nghiệm theo chu kỳ của Thụy Điển (Theo Ủy ban về móng cọc của Thụy Điển)

1. Quy trình gia tải

- Gia tải đến 1/3 tải trọng thiết kế.

- Giảm tải còn 1/6 tải trọng thiết kế.

- Lặp lại gia tải, giảm tải theo quy trình trên 20 lần.

- Gia tải đến cấp tải lớn hơn 50% cấp gia tải ban đầu, sau đó lặp lại các bước gia tải như bước 1 và 2.

- Tiếp tục như trên cho đến tải trọng phá hoại

2. Ghi chép số liệu

- Ghi chép các số liệu ngay trước và sau khi gia tải mỗi cấp.

- Tại cấp tải trọng lớn nhất, ghi chép các số liệu khi ngừng gia tải và sau đó tại các thời điểm 2,5 phút và 5 phút.

- Ghi các số liệu ngay sau khi giảm tải hoàn toàn về 0 và sau đó tại các thời điểm 2,5 phút và 5 phút

CHƯƠNG IV. THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG

MỞ ĐẦU.

Các công trình xây dựng thường có khối lượng lớn và có tính đàn hồi nên khi chịu tác dụng của tải trọng động (ngoại lực thay đổi theo thời gian) nó sẽ chuyển động và xuất hiện kèm theo lực quán tính. Như vậy, khi có lực động tác dụng, hay còn gọi là *nguồn kích động*, kết cấu công trình sẽ xuất hiện các phản ứng động lực (chuyển vị, vận tốc, gia tốc, ứng suất, biến dạng...) hay gọi tắt là *phản ứng*.

Phản ứng của công trình khi có nguồn kích động phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố:

Trước hết nó phụ thuộc vào các đặc trưng của nguồn kích động: Dạng, khoảng thời gian tác dụng, tần số, cường độ... Nguồn kích động có thể do các nguyên nhân tự nhiên gây ra (như gió, bão hoặc động đất) và nhân tạo (như va đập, nổ, các hoạt động giao thông hay các hoạt động xây dựng). Khoảng thời gian tác động của nguồn kích động có thể là ngắn, gián đoạn hay liên tục.

Phản ứng của công trình phụ thuộc vào khối lượng và sự phân bố khối lượng trên kết cấu công trình, vào các đặc trưng cơ lý của vật liệu, độ cứng, cấu tạo của kết cấu, chất lượng thi công và nhiều yếu tố ngẫu nhiên khác.

Nền móng của công trình cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến phản ứng của công trình khi bị kích động. Móng công trình đặt trên nền đất yếu và dày có thể bị lún và mất khả năng chịu tải do rung động. Tính tới xấp xỉ không kết dính, cát bão hòa trong nền đất có thể bị lún sụt và trong trường hợp rung động đặt biệt có thể hóa lỏng dẫn đến những hư hại hoặc phá hủy các công trình xây dựng nằm trong vùng động đất. Kích thước và cấu tạo móng của công trình được tính toán, thiết kế phù hợp và thi công đảm bảo chất lượng đóng vai trò quan trọng trong các biện pháp kháng chấn cho các công trình.

Nếu phản ứng của công trình có chuyển động được lập lại sau một khoảng thời gian nào đó thì chuyển động đó được gọi là *dao động*. Dao động của công trình là đối tượng nghiên cứu của môn học động lực học công trình.

Hai tham số quan trọng đặc trưng cho mỗi dao động là tần số dao động f và biên độ dao động A . Hai tham số đặc trưng này sẽ xác định giá trị cực đại của gia tốc gây ra lực quán tính tác dụng lên kết cấu công trình. Ngoài tác dụng của tải trọng tĩnh, kết cấu công trình phải đảm bảo độ bền, độ ổn định do động lực gây ra khi công trình dao động.

Dao động còn gây ra sự khó chịu hay những cảm giác bất ổn cho những người sử dụng công trình. Một số ngôi nhà cao hơn 40 tầng ở New York, người ta đã không thể làm việc vì bị lắc mạnh mỗi khi có gió lớn. Làm việc trong môi trường bị rung động, hay tiếp xúc, điều khiển các thiết bị máy móc rung động có thể mắc phải một số bệnh nghề nghiệp. Nói cách khác, con người có phản ứng với các rung động của các công trình xây dựng.

Công trình bị rung động thì các máy móc, thiết bị và dây chuyền công nghệ đặt trên nó cũng bị rung động nên khó bảo đảm hoạt động chính xác. Tác động này làm ảnh hưởng đến tuổi thọ của máy móc, thiết bị cũng như chất lượng dịch vụ và chất lượng sản phẩm của các dây chuyền công nghệ nói trên.

Một thiết bị hay một công trình bị rung động, thông qua nền móng và môi trường xung quanh, nó có thể truyền dao động đến cho các công trình khác.

Mỗi công trình đều có một tần số dao động riêng, khi tần số của tải trọng động trùng với tần số dao động riêng sẽ làm biên độ dao động tăng lên một cách đột ngột - công trình có thể bị phá hủy khi *hiện tượng cộng hưởng xảy ra*.

Trong thời đại các công trình nhà cửa, các tháp trụ ngày càng cao, cầu có nhịp ngày càng lớn thì các tác động do tải trọng động gây ra càng rõ ràng, việc tính toán không thể không xét đến các tác động của động lực học, nhất là đối với loại kết cấu công trình có tính nhạy cảm cao với các chấn động (kết cấu nhẹ, kết cấu dây v.v...).

4.1. SỰ LÀM VIỆC CỦA CÔNG TRÌNH CHIU TẢI TRONG ĐÔNG

Rung động ngắn, hay gọi là xung đạt nhanh đến giá trị đỉnh, sau đó có thể suy giảm hoặc không trong vài chu kỳ rung động. Các rung động ngắn có thể gồm vài chu kỳ có biên độ gần giống nhau, miễn là với thời gian ngắn(nhỏ hơn 2 giây).

Rung động ngắt quãng là một chuỗi các rung động xảy ra mà mỗi rung động kéo dài trong thời gian ngắn và cách biệt nhau. Rung động ngắt quãng có thể là do các nguồn xung(như máy đóng cọc, máy rèn, đập□) hoặc các nguồn có hoạt động lặp lại(như máy phá mặt đường) hoặc các nguồn vận hành ngắt quãng nhưng các nguồn này nếu vận hành liên tục thì sinh ra những rung động liên tục(như thang máy, xe lửa chạy qua). Ranh giới giữa rung động ngắn và rung động ngắt quãng trong một số trường hợp khó xác định rõ ràng.

Rung động liên tục là rung động không có ngắt quãng trong khoảng thời gian nghiên cứu.

Về mặt lí thuyết, khảo sát và đánh giá một cách chính xác phản ứng của kết cấu công trình khi bị kích động là một việc hết sức phức tạp, vì có quá nhiều yếu tố ảnh hưởng đến nó. Các phương pháp tính toán động lực học công trình không thể biểu diễn tất cả các tính chất, đại lượng, thông số của kết cấu công trình thành các biểu thức toán học, đồng thời phải đơn giản bớt sơ đồ tính toán bằng các giả thiết khi xây dựng hệ phương trình vi phân toán học. Vì vậy, kết quả xác định phản ứng của công trình chỉ cho ta một kết quả tương đối chính xác mà thôi.

Xét trường hợp tương đối tổng quát, để xác định phản ứng của một công trình nhà cao n tầng rung động do nguồn kích động theo phương nằm ngang(động đất hoặc va chạm ngang). Sơ đồ tính toán được chuyển thành hệ dao động có hữu hạn bậc tự do bằng cách tập trung khối lượng m_i của mỗi tầng về các mức bản sàn(hoặc các nút). Với giả thiết các dầm ngang và bản sàn là tuyệt đối cứng, bỏ qua các chuyển vị xoay của nó trong mặt phẳng thẳng đứng, đồng thời xem nền đất là tuyệt đối cứng, chúng ta có một hệ dao động n bậc tự do theo phương ngang. Độ cứng của công trình c_i được xác định qua độ cứng chống uốn của cột, bỏ qua biến dạng dọc trục của cột(do các tác động động lực chỉ theo phương ngang). Khả năng tiêu hao và phân tán năng lượng của kết cấu được biểu diễn qua hệ số độ nhớt(hệ số cản) k_i .

Các phương trình vi phân biểu diễn điều kiện cân bằng động của công trình theo phương bậc tự do được viết gọn dưới dạng ma trận:

$$M\ddot{X}(t) + K\dot{X}(t) + C X(t) = P(t) \quad (4.1)$$

Trong đó: M, K, C lần lượt là ma trận khối lượng, cản và độ độ cứng của hệ. $\ddot{X}(t), \dot{X}(t), X(t)$ và $P(t)$ lần lượt là vektor gia tốc, vận tốc, chuyển vị và tải trọng nút.

Nghiệm của 4.1. được cho dưới dạng:

$$X(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (4.2)$$

Trong đó: A - ma trận biên độ dao động.

ω - Tần số góc.

φ - Góc lệch pha.

Hệ có n bậc tự do thì sẽ có n dạng dao động thành phần và có n tần số dao động thành phần ω_i . Sắp xếp các tần số góc này theo thứ tự từ nhỏ đến lớn:

$$\omega_1 < \omega_2 < \omega_3 \dots < \omega_{n-1} < \omega_n$$

Quan hệ giữa chu kỳ dao động T , tần số góc ω và tần số dao động f :

$$T_i = 2\pi/\omega_i; \omega_i = 2\pi.f_i; f_i = 1/T_i$$

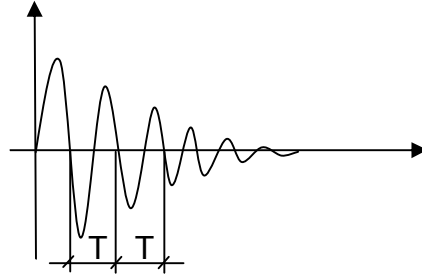
T_1 được gọi là chu kỳ dao động cơ bản, ω_1 được gọi là tần số góc cơ bản và f_1 được gọi là tần số dao động cơ bản. Còn các $T_i < T_1$ và $\omega_i > \omega_1$ được gọi là chu kỳ và tần số góc bậc cao.

Tần số góc ω của hệ sẽ có được khi giải hệ phương trình 4.1 là công việc phức tạp và cần nhiều thời gian nhưng chỉ cho ta kết quả gần đúng. Vì vậy, các nhà khoa học đã thành lập các công thức tính nhanh chu kỳ dao động cơ bản T_1 với độ chính xác cần thiết trên cơ sở các kết quả thực nghiệm. Nhiều tác giả ở nhiều nước khác nhau nhưng đều có chung quan điểm khi xây dựng các công thức xác định trực tiếp chu kỳ dao động cơ bản T_1 là hàm số của độ cao H , bề rộng L và số tầng n đối với các công trình dân dụng và công nghiệp có kết cấu khác nhau bằng những vật liệu khác nhau. Tham khảo một số công thức trong bảng 4.2 □ Phần phụ lục [Cúc-Ninh].

Các kết quả thực nghiệm cho thấy, phần lớn hư hại của công trình xây dựng do các nguồn kích động nhân tạo gây ra ở dải tần số từ 1 □ 150 Hz. Các nguồn kích động tự nhiên gây ra ở dải tần số thấp: Động đất từ 0,1 □ 30 Hz, gió bão từ 0,1 □ 2 Hz. Dải điển hình của phản ứng công trình với các nguồn kích động khác nhau được cho trong bảng 1 □ Phần phụ lục [TCVN 7191 :2002].

4.1.1. Dao động bản thân.

Khi kết cấu công trình chịu tác dụng của lực xung kích, hoặc bị cưỡng bức một chuyển vị ban đầu rồi đột ngột được giải phóng, lúc đó công trình thực hiện dao động có biên độ giảm dần tới không để trở về trạng thái cân bằng tĩnh sau một khoảng thời gian nào đó và với một tần số xác định. Đồ thị biểu diễn dao động có dạng hình sin tắt dần (Hình 4.1.1.).



Hình 4.1.1. Biểu đồ dao động riêng

Đây là dao động bản thân, dao động tự do hay dao động riêng của kết cấu công trình với một tần số xác định được gọi là tần số dao động riêng (tần số dao động bản thân hay tần số dao động tự do).

Biểu đồ dao động riêng có dạng tắt dần được đặc trưng bởi các tham số sau đây:

- Giá trị các biên độ của dao động: $a_0 > a_1 > a_2 \dots > a_n \rightarrow 0$. Giá trị $a_0 = \max$ phụ thuộc vào độ cứng K của hệ kết cấu và cường độ của lực xung kích.
- Chu kì dao động T [s] là thời gian thực hiện một chu kì.
- Tần số dao động $f = 1/T$ [Hz] là số chu kì dao động trong thời gian 1 giây.

Tần số dao động riêng tỉ lệ nghịch với khối lượng M, tỉ lệ thuận với độ cứng K của hệ kết cấu. Đối với công trình xây dựng, tần số dao động riêng còn phụ thuộc vào khả năng giảm chấn C của kết cấu công trình và loại đất dưới chân công trình.

Tần số dao động riêng của kết cấu công trình là một thông số động cơ bản cần được quan tâm khi phân tích các tác động động lực học công trình.

4.1.2. Dao động cưỡng bức.

Khi kết cấu công trình chịu tác dụng thường xuyên hay trong khoảng thời gian tương đối dài của tải trọng động có chu kì, nó thực hiện *dao động cưỡng bức*.

Dao động có chu kì lặp lại một cách tuần hoàn là dao động điều hòa. Đây là dạng dao động thường gặp trong thực tế: Máy móc quay đều, tàu xe chạy trên đường với vận tốc đều v.v... Dao động điều hòa có phương trình chuyển vị x(t) theo thời gian được xác định bằng biểu thức:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: A- biên độ dao động

ω - tần số góc(số chu kì dao động trong khoảng thời gian 2π giây).

φ - góc lệch pha ban đầu(khi $t=0$).

$\omega t + \varphi$ - pha dao động.

Vận tốc và gia tốc của dao động điều hòa cũng biến thiên điều hòa:

$$v(t) = \dot{x}(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow v_{\max} = A\omega = 2\pi f A$$

$$a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{x}(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow a_{\max} = A\omega^2 = 4\pi^2 A f^2$$

- Hiện tượng biên:

Xét hai dao động điều hòa: $x_1(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$

$$x_2(t) = A_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$$

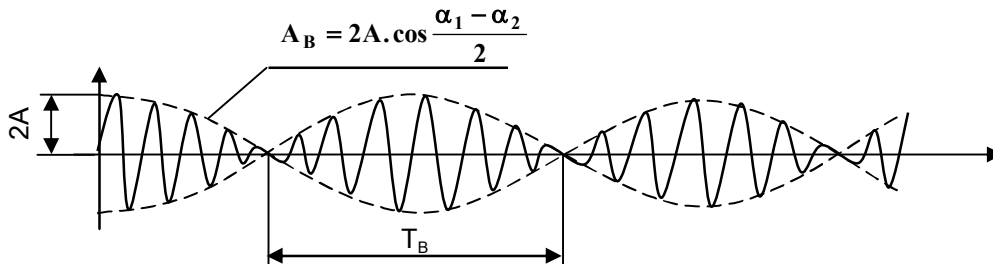
Tồn tại trường hợp: $A_1 = A_2 = A$; $\omega_1 \approx \omega_2$; $\varphi_1 = \varphi_2$

$$\text{Lúc đó: } x(t) = x_1(t) + x_2(t) = A(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) = 2A \cdot \sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} t \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} t \quad (4.1.)$$

Trong trường hợp này, ta có thể coi chuyển động x(t) được xác định bởi phương trình (4.12) là

một dao động có tần số góc : $\omega_B = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ và biên độ dao động: $A_B = 2A \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$ (Hình 4.1.2.).

Ta gọi dao động có biên độ A_B và tần số góc ω_B là **dao động biên**.



Hình 4.1.2. Biểu đồ dao động biên.

$$\text{Chu kì dao động của dao động biên } T_B = \frac{2\pi}{\alpha_1 - \alpha_2} = \frac{2}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}}$$

Như vậy: Hiện tượng dao động biên xảy ra khi có hai nguồn dao động điều hòa có chu kì gần bằng nhau cùng tác động lên kết cấu công trình.

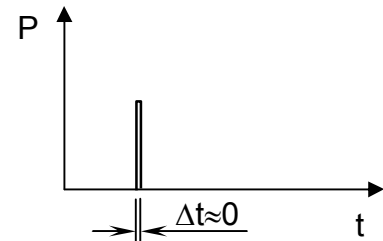
4.2. TẢI TRONG ĐỘNG.

Tải trọng động là loại tải trọng có một hoặc nhiều thành phần(cường độ, phương, chiều) thay đổi theo thời gian. Công trình chịu tác dụng của tải trọng động có chuyển vị cũng thay đổi theo thời gian nên nó có vận tốc và gia tốc. Trong trường hợp này, ngoài tác động của ngoại lực, công trình còn phải chịu tác động động lực học do vận tốc và gia tốc gây ra.

4.2.1. Các dạng tải trọng động.

4.2.1.1. Tải trọng xung kích.

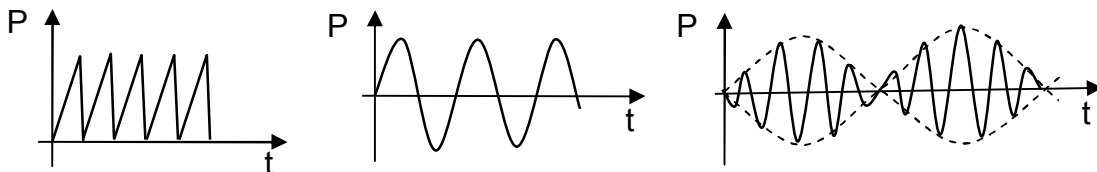
Là loại tải trọng tác dụng tức thời(trong thời gian rất ngắn) lên kết cấu công trình. Sau tác dụng tức thời của tải trọng xung kích, kết cấu công trình dao động tự do với tần số dao động bản thân. Trong thực tế, dạng tải trọng này xuất hiện khi công trình chịu tác động của một vụ nổ, một vụ va đập, một bộ phận kết cấu bất ngờ tách rưng khỏi công trình v.v... Quan hệ giữa tải trọng xung kích và thời gian được thể hiện trên đồ thị hình 4.2.1.



Hình 4.2.1. Tải trọng xung kích.

4.2.1.2. Tải trọng thay đổi theo quy luật.

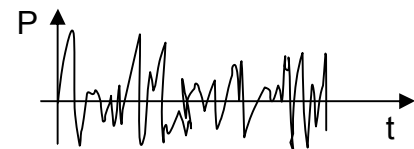
Sau mỗi khoảng thời gian nhất định, tải trọng lại lập lại theo một quy luật nào đó. Ở điều kiện ổn định, quy luật của loại tải trọng này có thể biểu diễn bằng các biểu thức toán học. Dạng thường gặp trong thực tế: Máy móc đặt trên công trình khi hoạt động ổn định, tàu xe chạy với vận tốc đều trên cầu cống v.v... gây ra những động lực có dạng hình sin. Sự lập lại mang tính tuần hoàn được đặc trưng bằng hai tham số: Tần số và biên độ của một dao động điều hòa. Có những loại tải trọng động có dạng rất phức tạp nhưng có thể phân tích thành nhiều nguồn điều hòa có biên độ và tần số khác nhau. Một số dạng tải trọng thay đổi theo quy luật được thể hiện trên các đồ thị hình 4.2.2.



Hình 4.2.2. Một số dạng tải trọng thay đổi theo quy luật.

4.2.1.3. Tải trọng thay đổi không quy luật.

Tải trọng loại này xuất hiện một cách ngẫu nhiên, không tuân theo một quy luật nào. Động đất, gió bão là những rung động khó dự đoán, không quy luật(Hình 4.2.3.).



Hình 4.2.3. Tải trọng thay đổi không theo quy luật.

4.2.2. Các biện pháp và thiết bị tạo tải trọng động.

Khi tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, hay tiến hành thí nghiệm hiện trường trên kết cấu công trình, một nội dung quan trọng là chọn biện pháp và thiết bị tạo ra tải trọng động có dạng và cường độ đã được xác định. Đối với các thí nghiệm kiểm định, cường độ của tải trọng động phải được chọn sao cho đồng thời đảm bảo độ bền, độ ổn định cho kết cấu công trình, nhưng phải đủ để các dụng cụ và thiết bị đo với độ nhạy của chúng có thể chỉ thị hay ghi lại các tham số động cần phải xác định.

Có thể tạo tải trọng động bằng các phương tiện sẵn có như các máy móc, thiết bị sản xuất, các phương tiện vận tải tàu, xe v.v... Đây là biện pháp dùng tải trọng thực.

Các thí nghiệm nghiên cứu thường được tiến hành với nhiều dạng và cường độ của tải trọng động khác nhau. Nó được tạo ra bằng các thiết bị chuyên dùng, các máy rung hoạt động bằng nguyên lí cơ hoặc thủy lực.

a) Biện pháp dùng tải trọng thực.

Nguồn gây rung động là các máy móc, thiết bị được lắp đặt tại một vị trí cố định trên công trình thì việc dùng trực tiếp các thiết bị này làm tải trọng thí nghiệm đã được thực hiện. Cần khảo sát các trạng thái làm việc khác nhau của máy móc, thiết bị: Khởi động, dừng tắt, các mức công suất khác nhau(vòng quay, tải trọng...) để xác định được các tham số động gây bất lợi nhất, hoặc nguy hiểm nhất.

Nguồn gây rung động là các máy móc, thiết bị di chuyển: Các phương tiện vận tải, cầu trục v.v... Đây là biện pháp gây tải trực tiếp, khi các phương tiện này không di chuyển, có thể nó đã là nguồn gây rung động(tàu, xe vẫn nổ máy, cầu trục nâng, hạ tải trọng). Khi các phương tiện này di chuyển với vận tốc khác nhau: tăng tốc hay hãm phanh đều xuất hiện các động lực tác động lên công trình.

Nếu các phương tiện tàu, xe di chuyển với tốc độ đều ta có một dạng tải trọng động gần đúng với dao động điều hòa.

Nếu các phương tiện đang di chuyển với tốc độ cao bị hãm phanh đột ngột, tức là trong một khoảng thời gian ngắn, ta có một gia tốc lớn, khi đó ta có được một lực xung kích tác động lên công trình.

b) Tải trọng thí nghiệm chuyên dùng.

Tải trọng thực thường khó đáp ứng được các yêu cầu của các thí nghiệm nghiên cứu thực nghiệm. Dạng và cường độ, cũng như dải tần số của tải trọng thí nghiệm cần phải thay đổi cho phù hợp với yêu cầu nghiên cứu. Vì vậy cần phải tạo ra các nguồn tải trọng rung động chuyên dùng trong các thí nghiệm động. Sau đây giới thiệu một số biện pháp và thiết bị để tạo tải trọng thí nghiệm động.

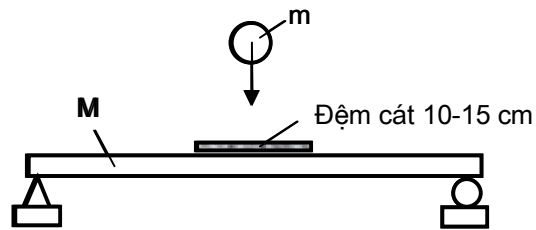
Tạo tải trọng xung kích.

Tải trọng xung kích tác dụng lên kết cấu công trình gây ra dao động tự do. Biện pháp đơn giản để tạo ra tải trọng xung kích là thực hiện một va chạm với kết cấu công trình. Cường độ va chạm(phụ thuộc vào trọng lượng vật va chạm và vận tốc trước va chạm) chỉ cần đủ để thiết bị ghi dao động ghi được biểu đồ dao động bản thân của kết cấu công trình.

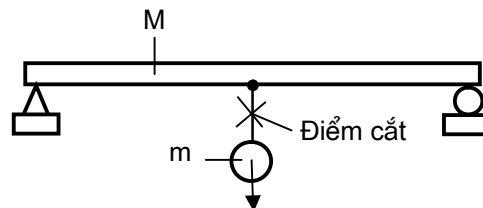
Thả vật nặng rơi tự do.

Các loại kết cấu dễ rung động như tấm, vỏ, bản sàn, kết cấu dầm v.v... có thể dùng búa tay đập vào kết cấu. Nhưng với những kết cấu có trọng lượng hoặc độ cứng lớn, thường dùng biện pháp cho một vật nặng rơi tự do va chạm với kết cấu công trình để tạo ra lực xung kích theo phương thẳng đứng (Hình 4.2.4.).

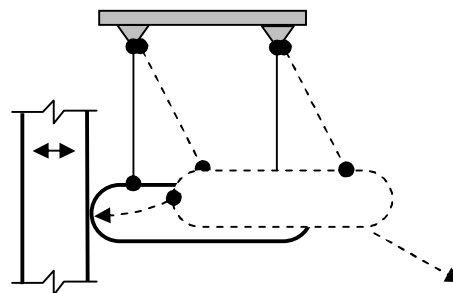
Trọng lượng của vật nặng m thường được xác định bằng khoảng 0,01% trọng lượng M của kết cấu và cho rơi tự do từ độ cao $h=2,0 - 3,0$ m. Để bảo vệ bề mặt của kết cấu thí nghiệm và không cho các va chạm thứ cấp xảy ra ngoài ý muốn, ta



Hình 4.2.4. Tạo lực xung kích bằng thả vật nặng rơi tự do.



Hình 4.2.5. Tạo lực xung kích bằng cách cắt rơi vật nặng.



Hình 4.2.6. Tạo lực xung kích theo phương ngang bằng búa treo.

rải lên bề mặt kết cấu một lớp cát dày khoảng 10 - 20 cm tại vị trí va đập. Sau va đập, kết cấu công trình cùng vật nặng m dao động với chu kỳ T.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_{qd} + m}{K}}$$

Chu kỳ dao động riêng T_0 của kết cấu công trình bằng:

$$T_0 = T \sqrt{\frac{m_{qd}}{m_{qd} + m}}$$

Trong đó:

m - khối lượng của vật rơi.

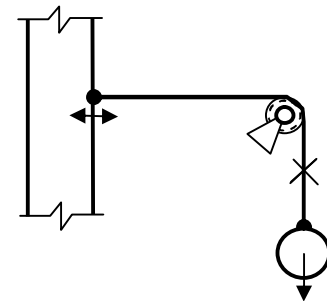
m_{qd} - khối lượng qui đổi tại vị trí va chạm.

K - giá trị của vật nặng gây ra chuyển vị 1 cm.

Va chạm đúng còn có thể tạo được bằng biện pháp thả rơi vật nặng từ kết cấu thí nghiệm (Hình 4.2.5.). Vật nặng m được treo phía dưới kết cấu bởi sợi cáp có cơ cấu mở tự động bằng lực kéo. Vật treo m được thả rơi tự do tạo nên một xung lực làm cho kết cấu công trình dao động bản thân mà không chịu ảnh hưởng của vật nặng.

- Va chạm ngang.

Để tạo lực xung kích theo phương ngang, búa va đập được thiết kế theo kiểu búa gỗ chuông nhà thờ. Chọn loại gỗ nặng và chịu va đập (tốt nhất là gỗ nghiến), chiều dài thanh gỗ từ 300 đến 500 cm, tiết diện tròn, đường kính từ 20 đến 30 cm. Hai đầu được gọt tròn nhẵn thành các mặt cầu. Treo búa trên hai dây để trục búa nằm ngang (Hình 4.2.6.). Thả dây kéo cho búa chuyển động tự do, va đập vào kết cấu thí nghiệm. Sau nhát va đập đầu tiên, phải kéo dây giữ búa không để các va đập thứ cấp xảy ra. Lực va đập được điều chỉnh bằng khoảng cách từ đầu búa trước khi thả dây đến điểm va chạm trên kết cấu.



Hình 4.6. Tạo lực xung kích theo phương ngang bằng cách cất rơi vật nặng

Sử dụng biện pháp cho rơi vật nặng cũng tạo ra lực xung kích tác dụng theo phương ngang lên kết cấu công trình.

Cáp treo vật nặng m được vắt qua ròng rọc chuyển hướng nằm ngang rồi mới liên kết vào kết cấu thí nghiệm. Cơ cấu cất tự động, cũng như quan hệ trọng lượng của vật treo m và trọng lượng M của kết cấu thí nghiệm được lấy tương tự như trường hợp cho vật nặng rơi theo phương thẳng đứng.

+ Biên pháp tạo tải trọng theo chu kỳ.

Để tạo nguồn rung động cưỡng bức tác dụng lên kết cấu công trình theo chu kỳ, nhất là trong các thí nghiệm động có yêu cầu cần phải thay đổi biên độ và tần số của lực cưỡng bức, thường dùng các máy rung được chế tạo theo nguyên lý quay các quả nặng lệch tâm.

- Máy rung một quả lệch tâm.

Quả nặng có khối lượng m quay quanh tâm quay O không trùng với trọng tâm S của quả nặng với vận tốc góc ω sẽ sinh ra lực ly tâm:

$$F = m.r.\omega^2.$$

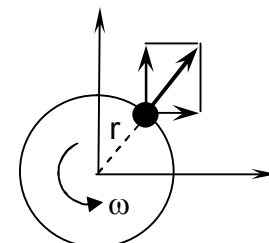
Độ lệch tâm r là khoảng cách giữa tâm quay O và trọng tâm S của quả nặng (Hình 4.2.7.).

Các thành phần lực theo phương nằm ngang P_x và thẳng đứng P_y là các lực thay đổi theo quy luật hình sin.

$$P_x(t) = m.r.\omega^2.\cos\omega t$$

$$P_y(t) = m.r.\omega^2.\sin\omega t$$

Với nguyên lý này, khi động lực có dạng dao động điều hòa xuất hiện trên cả hai phương đều có lợi, ta gặp trong thực tế là đầm dùi, đầm mặt để rung lắc bê tông tạo độ chặt.



Hình 4.2.7. Nguyên lý máy rung một quả lệch tâm.

Khi thành phần dao động thứ hai không cần thiết, thậm chí còn gây hại (thiết bị rung cọc móng, rung hạ giếng chìm, rung ván khuôn v.v...), trong các thí nghiệm động, yêu cầu chỉ gây tải

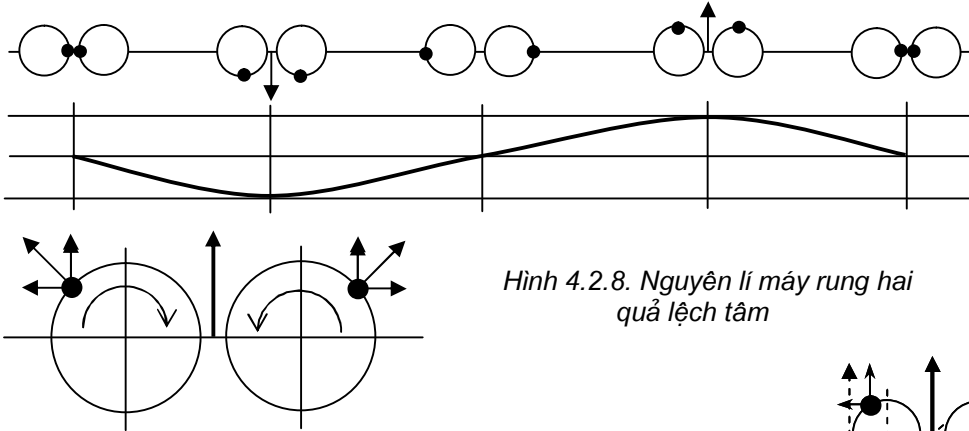
trên một phương để khảo sát các thông số động, người ta ghép đồng bộ hai quả lệch tâm để triệt tiêu thành phần không mong muốn. Đây là máy rung hai quả lệch tâm.

– Máy rung hai quả lệch tâm.

Hai quả lệch tâm có cùng khối lượng m , quay ngược chiều nhau với cùng vận tốc góc ω (Hình 4.2.8.)

Tại mỗi thời điểm thành phần theo phương x của hai lực ly tâm có cùng phương, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều nên triệt tiêu nhau. Hai lực thành phần theo phương y của hai lực ly tâm có cùng phương, cùng chiều và hợp lực của nó bằng:

$$F_y(t) = 2 \cdot m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \sin\omega t$$



Hình 4.2.8. Nguyên lí máy rung hai quả lệch tâm

Có thể thay đổi cường độ rung động $F_v(t)$ bằng ba thông số: Trọng lượng của quả lệch tâm m , độ lệch tâm r và vận tốc góc ω (vòng quay n). Thay đổi vận tốc góc ω cho ta tần số mong muốn của tải trọng cưỡng bức.

Một cặp máy rung hai quả lệch tâm được ghép ngược chiều (Hình 4.2.9.) cho ta một nguồn cưỡng bức là momen động.

$$M(t) = 2 \cdot z \cdot m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \sin\omega t$$

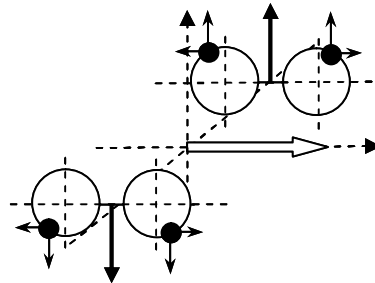
+ Thiết bị thủy lực gia tải động.

Thiết bị thủy lực bao gồm ba bộ phận cơ bản: Trạm bơm - nguồn cung cấp áp lực dầu, bộ phận sinh công - kích (một chiều đẩy) hoặc xy lanh (hai chiều đẩy, kéo), và bộ phận điều khiển (van, các cảm biến, các dụng cụ đo...).

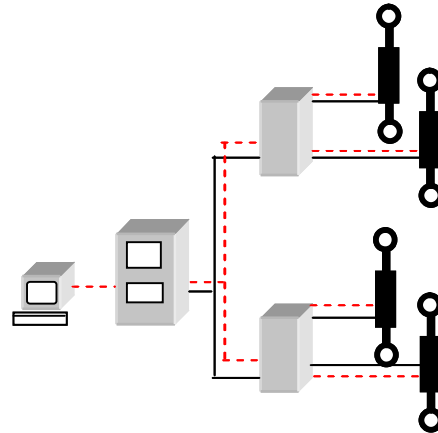
Trong phòng thí nghiệm công trình, các máy thí nghiệm kéo, nén thủy lực có thể có chế độ gia tải động nhưng lực động thường không đổi dấu (hoặc kéo, hoặc nén). Các máy thí nghiệm loại này chỉ đáp ứng được các thí nghiệm nghiên cứu trên các mẫu vật liệu (ở chế độ hoặc kéo, hoặc nén), hoặc gia tải cho cấu kiện thí nghiệm với tải trọng động không đổi dấu.

Mỹ và CHLB Đức đã chế tạo các thiết bị thủy lực gia tải động với các đặc trưng kĩ thuật đáp ứng các yêu cầu của nghiên cứu thực nghiệm. Bộ phận điều khiển nối với máy tính cho phép lập trình các chế độ tải trọng động (dạng, biên độ, tần số) khác nhau (Hình 4.2.10.). Bộ nguồn thủy lực cung cấp áp lực dầu cho bộ phận sinh công có thể mở rộng tới 8 xy lanh hai chiều kéo, nén ± 200 Tấn với tần số có thể điều khiển từ 0 đến 1000 Hz. Các bộ cảm biến được gắn trên các xy lanh tự động đo và chuyển số liệu về máy tính các thông số cần xác định như lực, chuyển vị v.v... tại mỗi thời điểm.

Với bộ thiết bị thủy lực gia tải động công nghệ cao này, cho phép tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm hay kiểm tra, kiểm định kết cấu công trình làm việc dưới tác dụng của tải trọng động trên cả mô hình và kết cấu thực.



Hình 4.2.9. Nguyên lí tạo momen động.



Hình 4.2.10. Thiết bị thủy lực gia tải động

4.3. DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ ĐO CÁC THAM SỐ DAO ĐỘNG.

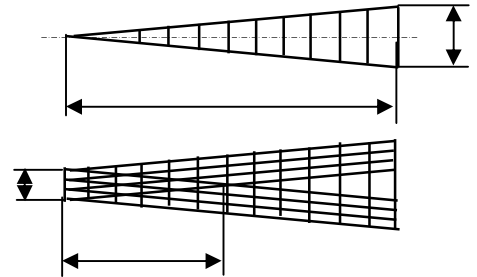
Khi tiến hành thí nghiệm kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng động, cũng như khi thí nghiệm với tải trọng tĩnh, các tham số được quan tâm xác định đầu tiên là chuyển vị, ứng suất-biến dạng để đảm bảo yếu tố độ cứng và độ bền của kết cấu. Ngoài ra, do tác dụng của động lực, giá trị chuyển vị thay đổi theo thời gian làm xuất hiện các tham số động là vận tốc, gia tốc và tần số dao động. Không như các tham số cần xác định trong một thí nghiệm tĩnh, các tham số cần đo trong thí nghiệm động cũng thay đổi theo thời gian. Việc đọc và lưu giữ các số liệu của các đại lượng cần đo cần phải sử dụng các dụng cụ và thiết bị đo có đủ độ nhạy, có khả năng lưu giữ, xử lý kết quả ở dạng biểu đồ hoặc chỉ thị dạng số.

4.3.1. Một số dụng cụ đo tham số động đơn giản.

Kết cấu công trình dao động điều hòa có hai tham số đặc trưng là biên độ và tần số. Sau đây là một vài dụng cụ đo dùng để xác định một trong hai tham số nói trên.

– **Tem dao động.**

Tem dao động là dụng cụ đơn giản có thể tự tạo để xác định biên độ dao động của một điểm trên kết cấu dao động. Dùng bút 0,5 mm vẽ trên giấy trắng một tam giác cân có cạnh đáy $B = 5 - 20$ mm, chiều cao $H = 10B$. Trên chiều cao của tam giác, kẻ 10 đoạn thẳng liền nét cách đều nhau song song với cạnh đáy B (Hình 4.3.1.).



Hình 4.3.1. Tem dao động.

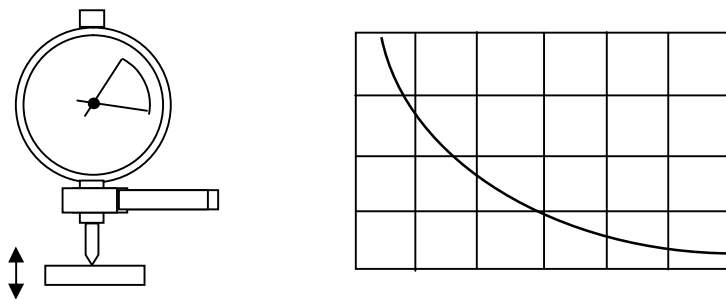
Dán tem dao động vào vị trí dao động cần đo biên độ, sao cho chiều cao của tam giác cân vuông góc với phương của chuyển vị.

Khi dao động có tần số lớn hơn 10 Hz, do khả năng lưu ảnh trên nhãn cầu của mắt người, ta thấy hai cạnh bên của tam giác quét thành hai vệt sẫm màu. Hai vệt sẫm màu giao nhau tạo thành tam giác sẫm màu hơn có chiều cao h và cạnh đáy bằng hai lần biên độ dao động. Giá trị chiều cao h xác định được nhờ thang chia 10 vạch trên chiều cao H . Theo tỉ lệ đồng dạng, ta có biên độ dao động cần xác định bằng:

$$\frac{2a}{h} = \frac{B}{H} \Rightarrow a = \frac{B}{H} \cdot \frac{h}{2}$$

– **Đo biên độ bằng đồng hồ đo chuyển vị - Indicato.**

Khi tần số dao động nhỏ hơn 5 Hz, có thể lắp đồng hồ trên giá cố định. Tì đầu bi tiếp xúc với điểm cần đo biên độ, điều chỉnh cho thanh chuyển động của đồng hồ trùng với phương chuyển vị. Kết cấu dao động làm kim đồng hồ quét thành một hình rẽ quạt. Hiệu số của điểm cuối và điểm đầu của hình rẽ quạt là hai lần biên độ dao động.



Hình 4.3.2. Đo biên độ dao động bằng Indicato.

Khi đo ở tần số và biên độ lớn, lực quán tính của thanh chuyển động có thể lớn hơn lực kéo của lò xo trong đồng hồ làm đầu bi không tiếp xúc với điểm đo chuyển vị dẫn đến kết quả đo có độ tin cậy thấp. Để đảm bảo độ tin cậy, giới hạn tương ứng giữa biên độ và tần số khi sử dụng loại đồng hồ 0,01 mm cho trong biểu đồ hình 4.3.2.

- Đo tần số dao động bằng con lắc quán tính.

Mỗi con lắc đơn (nhíp hoặc lò xo kim loại) được gắn một đầu với quả cầu kim loại) có một tần số dao động riêng duy nhất. Nhiều con lắc đặt trên cùng một tấm để được ghi kèm theo tần số dao động riêng đã được xác định. Gắn các tấm để lên kết cấu thí nghiệm sao cho phương dao động của kết cấu trùng với phương dao động của con lắc (Hình 4.3.3.). Hiện tượng cộng hưởng xảy ra với con lắc có tần số dao động riêng trùng với tần số dao động của kết cấu thí nghiệm làm nó dao động với biên độ lớn nhất mà ta dễ dàng quan sát thấy.

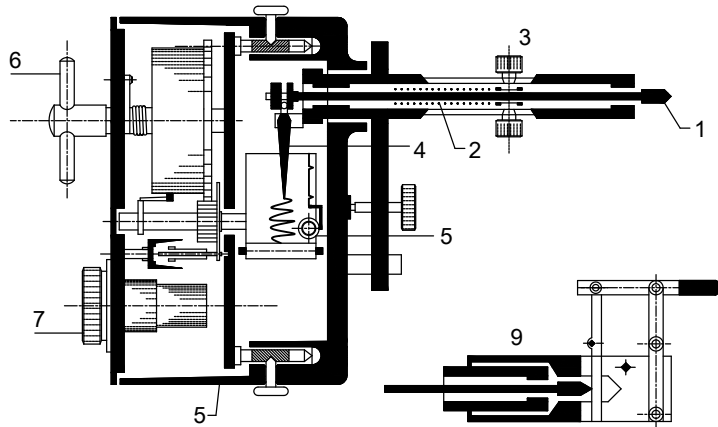


Hình 4.3.4. Xác định tần số dao động bằng con lắc quán tính.

Các dụng cụ được giới thiệu trên đây cho kết quả có độ chính xác không cao, số liệu rời rạc và không tự động ghi lại được. Các tham số đặc trưng cho dao động thay đổi một cách liên tục với tốc độ nhanh mà khả năng đọc, ghi chép thủ công của con người không thể đáp ứng được. Các máy đo dao động cơ học có khả năng tự động ghi lại biểu đồ dao động, các máy đo dao động kĩ thuật số hiện đại có khả năng lấy mẫu rất nhanh (vài ngàn số liệu trong một giây) và tự động xử lí để vẽ ra biểu đồ dao động. Các máy đo dao động không thể thiếu trong các thí nghiệm công trình chịu tải trọng động.

4.3.2. Máy đo dao động cầm tay

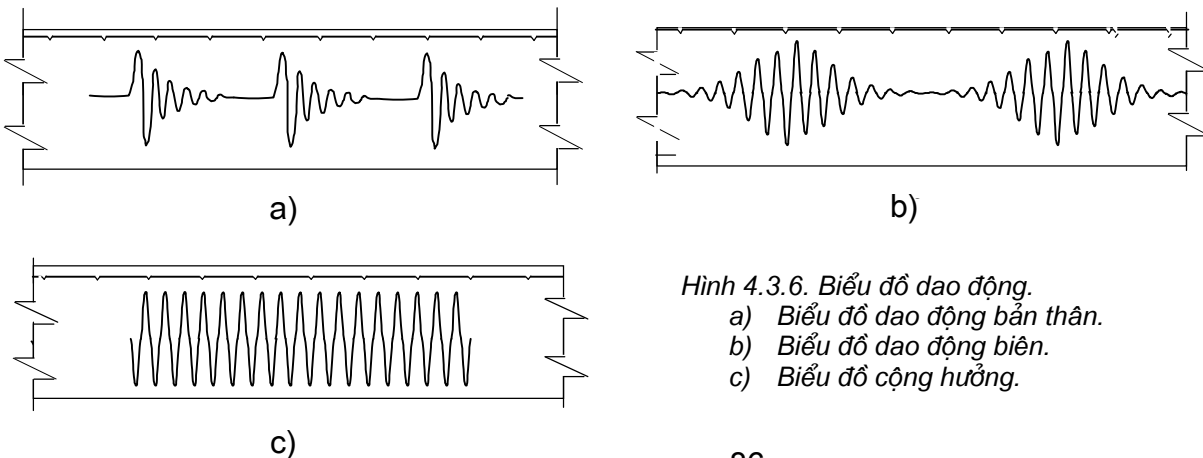
Máy hoạt động bằng năng lượng của dây cót (như dây cót đồng hồ cơ học). Máy được tổ hợp bởi ba bộ phận cơ bản: Bộ phận vận chuyển bằng giấy ghi biểu đồ với vận tốc đều, bộ phận khuếch đại và ghi biểu đồ chuyển vị (cũng thường gọi là biểu đồ biên độ hay biểu đồ dao động), bộ phận đo và ghi biểu đồ thời gian. Sơ đồ cấu tạo của máy thể hiện trên hình 4.3.5.



Hình 4.3.5. Máy ghi dao động cầm tay.

Tì đầu đo (1) vào điểm đo trên bề mặt kết cấu dao động, sao cho lực căng trong lò xo (2) đạt vài [N]. Có thể điều chỉnh lực căng lò xo và cố định lại bằng vít (3).

Thanh kim (4) là cơ cấu đòn bẩy khuếch đại chuyển vị lên 5 hoặc 20 lần và đầu nhọn của nó sẽ vạch trên mặt băng giấy cho ta biểu đồ biên độ nằm ở giữa băng giấy. Điều chỉnh lực tì của đầu kim



Hình 4.3.6. Biểu đồ dao động.
 a) Biểu đồ dao động bản thân.
 b) Biểu đồ dao động biên.
 c) Biểu đồ cộng hưởng.

(4) lên mặt bằng giấy và cố định nó bằng nẹp vít (8).

Khi biên độ dao động lớn, có thể giảm hệ số khuếch đại xuống 1:1 hoặc 2:1 nhờ cơ cấu (10) được lắp nối tiếp vào đầu đo (1). Cùng lúc biểu đồ biên độ được vẽ, cơ cấu đếm thời gian (5) vạch đường thời gian dọc mép bằng giấy bằng đầu nhọn của kim (6) cứ mỗi một giây được đánh dấu bằng một xung vuông.

Lên dây cốt để dự trữ năng lượng cho máy hoạt động bằng tay vặn (7).

Khi liên kết cứng hộp máy (9) vào giá cố định, máy ghi được biểu đồ đảm bảo độ tin cậy đối với các dao động có khoảng tần số từ 0 đến 250 Hz, biên độ từ 0,05 đến 6 mm. Không cần giá cố định, cầm hộp máy trên tay để đo vẫn đảm bảo độ tin cậy đối với các dao động có tần số trên 8 Hz, vì bản thân hộp máy đóng vai trò của khối lượng quán tính và tần số dao động riêng của máy (theo kết quả thực nghiệm) nằm trong khoảng từ 2 đến 5 Hz. Đặc tính này đóng vai trò quan trọng trong thí nghiệm công trình chịu tải trọng động, vì các thí nghiệm hiện trường ở các công trình nhà cao tầng, tháp trụ hay cầu cống v.v... việc đòi hỏi giá cố định để đặt máy sẽ rất tốn kém. Cầm máy trên tay, đứng trên công trình để ghi biểu đồ dao động là việc đơn giản và thuận tiện. Hình 4.3.6. là ba biểu đồ dao động: Dao động bản thân, dao động biên và dao động cộng hưởng của mô hình cầu dây văng.

4.3.3. Máy đo dao động tần số thấp chỉ thị số

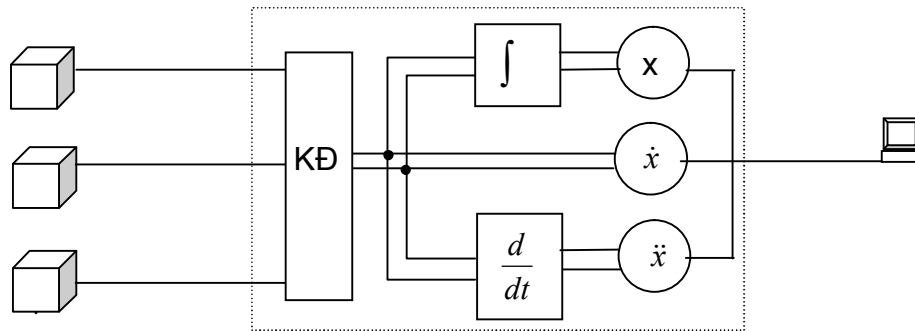
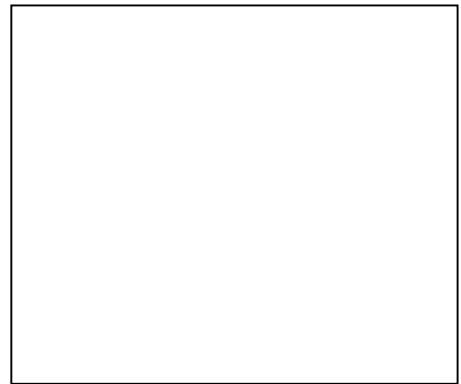
Bộ phận chuyển đổi của máy gồm ba đầu đo theo nguyên lý điện cảm kiểu vi sai (Hình 4.3.6.). Mỗi đầu đo được đặt theo hướng mũi tên gắn trên đầu đo trùng với phương dao động x,y,z của công trình. Cấu tạo của đầu đo gồm một khối quán tính với vai trò như một nhíp lò xo (1) treo hai cuộn dây (2). Nam châm tạo từ trường (3) gắn liền vỏ hộp có trọng lượng lớn đặt trực tiếp lên điểm cần đo dao động trên kết cấu.

Khi có rung động, nam châm và cuộn dây cảm ứng di chuyển tương đối với nhau làm cho từ thông qua cuộn dây thay đổi, tạo ra sức điện động cảm ứng. Sức điện động sinh ra tỉ lệ với biên độ rung được đưa vào khuếch đại.

Thông số của dao động là chuyển vị, vận tốc và gia tốc. Quan hệ giữa chúng là những phép vi tích phân đơn giản.

Chuyển vị $x = x(t)$; vận tốc $v = \dot{x}$ và gia tốc $a = \ddot{x}$.

Đối với dao động điều hòa có phương trình chuyển vị: $x = A \sin \omega t$



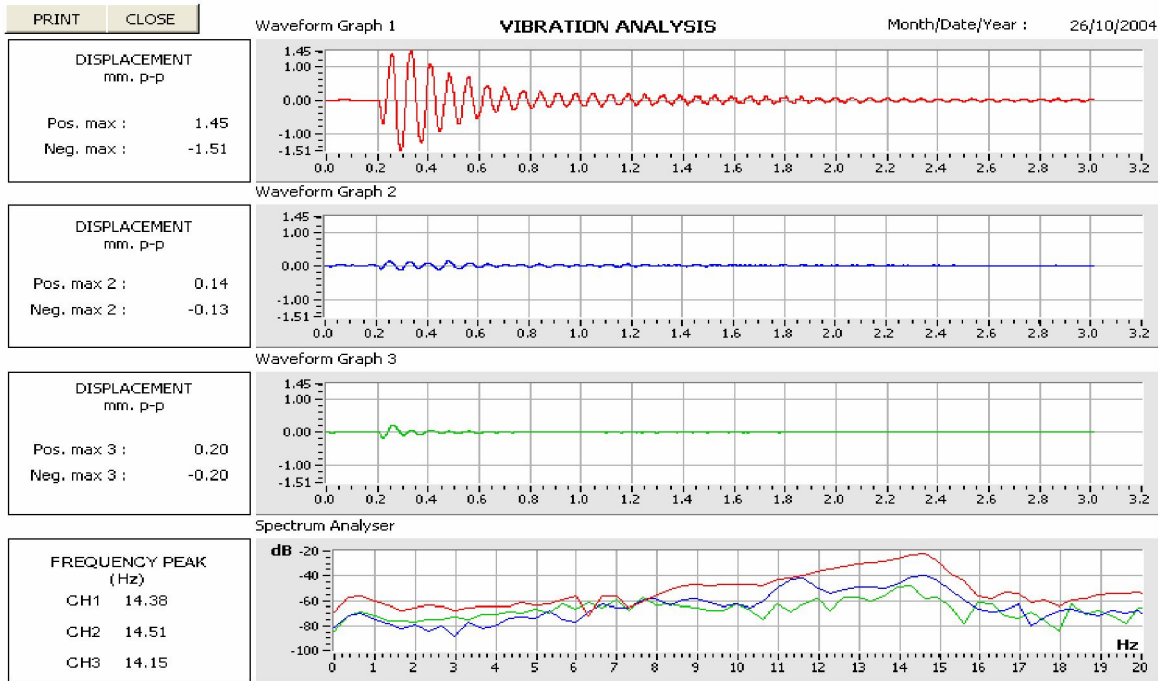
Hình 4.3.7. Sơ đồ máy đo dao động kỹ thuật số

- Biên độ dao động: $A = x_{\max}$
- Vận tốc cực đại: $v_{\max} = \dot{x} = \omega A \cos \omega t = \omega A$
- Gia tốc cực đại: $a_{\max} = \ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = 2\omega A$.

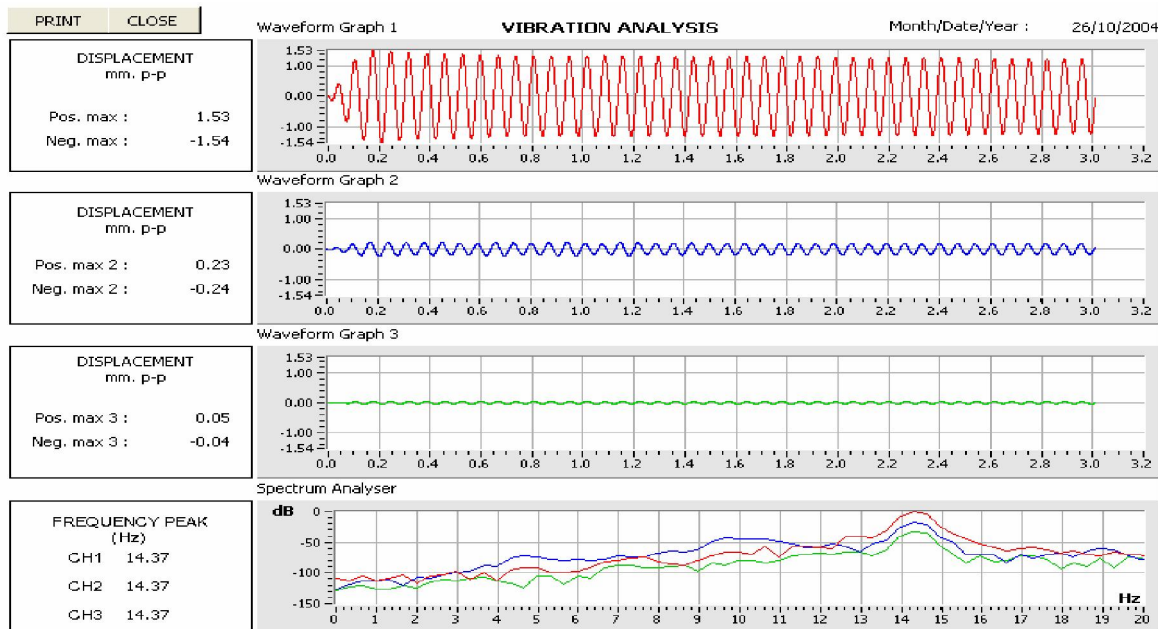
Nhờ bộ vi phân (4) và tích phân (7), thiết bị đo được cả ba thông số của dao động là biên độ, vận tốc và gia tốc. Hình 4.3.7. là sơ đồ nguyên lý của máy đo dao động kỹ thuật số.

Bộ phận chỉ thị được nối với máy tính, phần mềm chuyên dụng cho hiển thị ba biểu đồ dao động của ba phương x,y,z. Đồng thời đếm phổ tần số, tự động xử lý số liệu chỉ thị ở dạng số các thông số của dao động: biên độ, vận tốc, gia tốc và tần số dao động. Trên hình 4.18.a. thể hiện kết quả ghi dao động của mô hình cầu dây văng chịu tác dụng của lực xung kích (dao động bản thân)

và hình 4.18.b.là dao động cộng hưởng lúc mô hình chịu tác dụng của lực cưỡng bức có tần số trùng với tần số dao động riêng của mô hình.



Hình 4.18.a. Biểu đồ dao động riêng do máy đo dao động kỹ thuật số ghi.



Hình 4.18.b. Biểu đồ cộng hưởng do máy đo dao động kỹ thuật số ghi.

Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy đo dao động IMV-VM 5112/3 do Nhật bản chế tạo:là dao động cộng hưởng lúc mô hình chịu tác dụng của lực cưỡng bức có tần số trùng với tần số dao động riêng của mô hình.

Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy đo dao động IMV-VM 5112/3 do Nhật bản chế tạo:

- Dải tần số: Chế độ DC(thời điểm t=0, vị trí đo đứng yên): 0→100 Hz.

Chế độ AC(thời điểm $t=0$, vị trí đo dao động): $0,5 \rightarrow 100$ Hz.

- Khoảng đo chuyển vị(biên độ) : $0,06 \rightarrow 100$ mm.
- Khoảng đo vận tốc : $0,02 \rightarrow 100$ cm/s
- Khoảng đo gia tốc : $0,1 \rightarrow 1000$ cm/s²

4.3.4. Đo biến dạng động.

Các dụng cụ đo biến dạng cơ học không dùng được trong các thí nghiệm có tải trọng động tác dụng. Cơ cấu khuếch đại và chỉ thị của các dụng cụ cơ học có trọng lượng tương đối lớn nên chịu tác động của lực quán tính lớn. Vì vậy kết quả đo sẽ bị sai lệch, dụng cụ đo có thể bị hư hỏng.

Đo biến dạng của vật liệu công trình chịu tác dụng của tải trọng động chỉ có thể dùng máy đo biến dạng điện trở lực căng. Bộ phận chuyển đổi là các tem điện trở được dán chặt vào bề mặt vật liệu, vì trọng lượng không đáng kể nên quán tính rất nhỏ. Ưu điểm nữa của các chuyển đổi điện trở lực căng là nó có độ nhạy cao 10^{-6} đơn vị biến dạng tương đối, sử dụng được trong dải tần rộng 0 đến 100 kHz.

Trong các phép đo biến dạng động, độ chính xác không yêu cầu cao như trong các phép đo biến dạng tĩnh, mạch đo thường sử dụng là mạch cầu không cân bằng, điện áp ra trên đường chéo cầu tỉ lệ với độ biến dạng cần đo. Bộ phận khuếch đại và chỉ thị của máy đo biến dạng động kĩ thuật số được nối với bộ phận ghi, xử lí và lưu trữ số liệu(thường là máy tính).

Một số loại máy đo biến dạng động chúng ta có thể mua từ các nước tiên tiến sản xuất: Mỹ và các nước châu Âu-System 2100(8 kênh), 2300(10 kênh); Nhật bản-DPM 700(8 kênh), MCA 160AS(16 kênh) v.v...

4.3.5. Đo rung động.

Đặc trưng cho bản chất của rung động là chuyển dịch, vận tốc và gia tốc được xác định là hàm số theo thời gian. Mỗi đại lượng có thể được tính từ đại lượng kia bằng phép tính vi tích phân.

Số lượng điểm đo phụ thuộc vào kích thước và độ phức tạp của công trình xây dựng. Để xác định ảnh hưởng của rung động, nên chọn vị trí đo tại móng nhà. Nếu không thể chọn trên móng nhà thì chọn điểm đo điển hình trên tường ngoài chịu lực chính ở độ cao sàn tầng trệt.

Rung động có thể được khuyết đại bên trong công trình và tỉ lệ với chiều cao nhà. Đối với tòa nhà cao hơn 4 tầng thì phải có các điểm đo ở mỗi tầng và ở sàn cao nhất của tòa nhà. Đối với các tòa nhà dài hơn 10 m thì phải đặt các vị trí đo theo phương nằm ngang cách nhau khoảng 10 m.

Để xác định ảnh hưởng của rung động đến khu công cộng và dân cư cần đo tại những điểm trên sân, nền nhà, sàn nhà, tường và các cửa sổ. Nếu nhà có nhiều tầng thì phải đo tại mỗi tầng khác nhau. Mỗi tầng phải đo ít nhất 3 điểm.

4.4. PHƯƠNG PHÁP TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM TẢI TRONG ĐỘNG.

Kết cấu công trình trước hết phải đảm bảo độ cứng, độ bền và độ ổn định dưới tác dụng của tải trọng tĩnh. Khi kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng động, các tác động động lực học không những ảnh hưởng trực tiếp đến độ cứng, độ bền và độ ổn định của kết cấu công trình, mà những tác động đó còn ảnh hưởng tới con người, máy móc thiết bị và chất lượng sản phẩm của những dây chuyền công nghệ đặt trên công trình. Tiến hành thí nghiệm kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng động có nhiều phức tạp hơn so với tải trọng tĩnh. Không những bản thân đối tượng thí nghiệm rung động, mà cả hệ thống gây tải và các thiết bị, dụng cụ đo cũng bị rung động. Các thông số cần đo thay đổi theo thời gian và các phép đo thường chỉ xảy ra trong thời gian ngắn và trong các thời điểm xác định. Vì vậy, việc thiết kế và xây dựng quy trình thí nghiệm cần phải được chuẩn bị kĩ lưỡng và chính xác.

4.4.1. Các nhiệm vụ của thí nghiệm động.

Nhiệm vụ cơ bản khi tiến hành thí nghiệm tải trọng động là so sánh sự làm việc thực tế của công trình với những giả thiết đã đề ra trong quá trình tính toán .

+ Xác định trạng thái ứng suất-biến dạng, chuyển vị và biên độ của cấu kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng tĩnh và động. Xác định biến dạng đàn hồi và biến dạng dư sau khi công trình đã chịu những tác động động lực. Đây là các tham số đảm bảo độ bền, độ ổn định và tuổi thọ của kết cấu công trình.

+ Xác định tần số dao động riêng của kết cấu công trình.

Mỗi vật rắn(ta coi công trình xây dựng là một vật rắn) có một tần số dao động xác định gọi là tần số dao động riêng(tần số dao động tự do hay tần số dao động bản thân). Khi tần số của lực cư-

ơng bức(tải trọng động) trùng với tần số dao động riêng của kết cấu công trình, biên độ dao động tăng nhanh. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra.

Xác định tần số dao động riêng của công trình để chọn các thông số kĩ thuật của máy móc thiết bị đặt trên công trình, tránh hiện tượng cộng hưởng.

+ Xác định tần số, biên độ dao động của kết cấu công trình làm ảnh hưởng đến tâm sinh lí, sức khoẻ của con người làm việc trên công trình.

+ Xác định tần số, biên độ dao động cho phép để khắc phục sự ảnh hưởng của dao động đến các yêu cầu kĩ thuật của máy móc và dây chuyền công nghệ đặt trên công trình.

+ Xác định hệ số động.

Những tác động của tải trọng động gây ra những phản ứng phức tạp dẫn đến những nội lực lớn và đa dạng trên kết cấu công trình mà các phép tính toán lí thuyết không thể kể hết. Hệ số động được sử dụng trong các phương pháp tính mà giá trị của nó được xác định trên cơ sở thực nghiệm.

Thực tế triển khai các thí nghiệm động, khó có thể đồng thời xác định tất cả các tham số trong các nhiệm vụ kể trên. Tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu, hay nhiệm vụ của một thí nghiệm đã được xác định để chọn các thông số cần xác định.

4.4.2.Các cơ sở để xây dựng đề cương thí nghiệm động.

+ *Hồ sơ thiết kế công trình.* Thu thập các thông số cần thiết: Chuyển vị, ứng suất biến dạng, nội lực, biên độ, tần số dao động v.v... Đối với những công trình không có hồ sơ thiết kế, phải tiến hành những tính toán cần thiết nhằm phục vụ cho việc phân tích, phán đoán và xử lí trong quá trình thí nghiệm và phân tích, đánh giá kết quả sau này. Các thông số này được tính toán bằng các phương pháp tính đã sử dụng nhiều giả thuyết và nhiều yếu tố không thể kể hết, nhưng nó là cơ sở để chọn các phương án và giá trị tải trọng sẽ được sử dụng, là cơ sở để chọn các thiết bị và dụng cụ đo phù hợp, số lượng các điểm đo và bố trí chúng tại các điểm đo cần thiết.

+ *Hồ sơ thi công, hồ sơ hoàn công và nghiệm thu công trình.* Những sai lệch so với yêu cầu của đồ án thiết kế và những chỉ tiêu kĩ thuật cần có của vật liệu. Những hiện tượng cần lưu ý về chất lượng, đặc biệt là các sự cố có thể xảy ra trong quá trình thi công công trình.

+ *Khảo sát đánh giá thực trạng công trình.*

- Xác định các đặc trưng cơ lí của vật liệu, chất lượng các chi tiết chế tạo sẵn.

Việc lấy mẫu và chế tạo các mẫu thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu cơ lí của vật liệu phải tuân thủ các tiêu chuẩn và các quy trình thí nghiệm hiện hành bằng phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử trong phòng thí nghiệm. Khi không thể có mẫu thử lấy trực tiếp từ công trình mới áp dụng các phương pháp thí nghiệm không phá hoại để xác định các chỉ tiêu cơ lí của vật liệu công trình.

- Tình trạng của các kết cấu chịu lực: Đo đạc kích thước hình học của kết cấu chịu lực, sai số vị trí, độ lệch tâm, lệch trục, độ nghiêng, độ lún v.v...

- Các sai sót, khuyết tật kể cả do thiết kế, thi công và quá trình sử dụng(nếu là công trình cũ). Chú ý những hiện tượng hư hỏng bất thường: độ võng quá mức, vết nứt, giảm yếu tiết diện v.v...

Đặc biệt chú ý đến chất lượng và các yêu cầu kĩ thuật của các mối nối liên kết: liên kết hàn, bulong, đinh tán, nối cáp v.v... vì tính đồng nhất trong các mối nối thường không cao, dễ có khuyết tật hay các vị trí cục bộ tập trung ứng suất rất nhạy cảm với tải trọng động.

4.4.3.Xây dựng đề cương thí nghiệm công trình chịu tải trọng động.

+ *Khái quát đặc điểm, tính chất và thực trạng công trình.*

+ *Yêu cầu và mục đích, xác định nhiệm vụ của thí nghiệm sẽ được tiến hành.*

+ *Xác định dạng, giá trị và phương thức đặt tải trọng thí nghiệm lên công trình.*

- Tải trọng phải truyền đầy đủ, đúng sơ đồ và đúng điểm đặt vào kết cấu thí nghiệm. Các thông số kĩ thuật của tải trọng như cường độ của lực xung kích, tần số, biên độ của lực cưỡng bức và thời gian đặt tải, dỡ tải v.v... phải đo, đếm bảo đảm sai số không vượt quá $\pm 5\%$.

- Trong mọi trường hợp, phải áp dụng các biện pháp an toàn cần thiết để tránh làm hư hại cục bộ kết cấu thí nghiệm, an toàn cho người thực hiện, cho các dụng cụ, thiết bị tham gia thí nghiệm.

- Chỉ được phép thí nghiệm với tải trọng động trên cơ sở đã thử nghiệm với tải trọng tĩnh một cách an toàn.

+ *Chọn và bố trí các dụng cụ, thiết bị đo.*

- Việc lựa chọn các dụng cụ, thiết bị đo phải căn cứ vào yêu cầu thu thập các thông số cần đo, vào điều kiện hiện trường, hình dạng kết cấu chịu lực và yêu cầu độ chính xác cần đạt được.

– Trong thí nghiệm với tải trọng động, ba nhóm dụng cụ và thiết bị đo cần thiết nhất là: độ võng, ứng suất và dao động.

Vị trí đo độ võng nên chọn các điểm có độ võng tĩnh lớn nhất, hoặc ở những tiết diện giảm yếu.

Đo biến dạng tại các vị trí có nội lực lớn nhất và các vị trí xét thấy nhạy cảm với các tác động của động lực.

Biểu đồ dao động nhất thiết phải được thực hiện bằng các thiết bị tự ghi. Trường hợp cần đo các phương, phải gắn thiết bị đo theo từng phương riêng biệt.

– Sau mỗi cấp hoặc mỗi chế độ tải trọng động, phải kiểm tra lại hệ gia tải động, kiểm tra lại sự hoạt động bình thường của các dụng cụ, thiết bị đo, nhất là các biện pháp an toàn cho người và các loại thiết bị.

– Quá trình tiến hành thí nghiệm tải trọng động phải phối hợp việc điều khiển tải trọng với việc điều khiển các thiết bị đo, nhất là các thiết bị đo tự ghi phải có sự liên hệ chặt chẽ với nhau sao cho các thiết bị tự ghi bắt đầu hoạt động trước khi tải trọng tác dụng vào kết cấu khoảng 5 giây.

+ *Nhân lực và an toàn.*

– Nhân lực thực hiện thí nghiệm tải trọng động, ngoài các yêu cầu về chuyên môn nghiệp vụ, còn đòi hỏi tình trạng sức khỏe, không bị tác động tâm sinh lý bởi các rung động. Đây cũng là yêu cầu đầu tiên về an toàn lao động cao hơn so với việc tiến hành một thí nghiệm công trình với tải trọng tĩnh.

– Các vấn đề về an toàn cho người và thiết bị cần được quan tâm đúng mức, đặc biệt khi thí nghiệm đến phá hoại hoặc khi sử dụng các loại tải trọng thực chuyển động với tốc độ cao. Các yêu cầu về ánh sáng, phương án và các thiết bị cứu hộ v.v... cũng cần được thiết kế chi tiết vì đó cũng chính là các biện pháp an toàn.

+ *Biểu để ghi chép kết quả thí nghiệm.*

Phải chuẩn bị đầy đủ các biểu mẫu ghi số liệu thí nghiệm cho từng vị trí đo phù hợp với từng loại dụng cụ, thiết bị đo.

+ *Xác định thời gian thí nghiệm.*

Trình tự và khoảng thời gian của các giai đoạn: chuẩn bị, đặt tải trọng thử(để kiểm tra), các lần đặt và dỡ tải trọng để lấy số liệu, dự phòng cho các tình huống bất thường có thể xảy ra. Phải xác định rõ thời gian bắt đầu và kết thúc thí nghiệm.

+ *Tiến hành thí nghiệm.*

– Trước khi đọc số liệu chính thức, cho tải trọng thử tác động vào công trình một vài lần để loại trừ những sai số do kết cấu còn biến dạng dư, kiểm tra hoạt động của hệ gia tải và các dụng cụ, thiết bị đo.

– Với mỗi cấp tải trọng hoặc mỗi chế độ tải trọng, cho tải trọng tác dụng 3 lần để lấy số liệu bình quân, nếu sai số giữa 3 lần đọc không quá $\pm 15\%$. Nếu 1 trong 3 số liệu này vượt quá $\pm 15\%$ thì lấy bình quân của hai số liệu gần nhau làm kết quả đo. Nếu cả 3 số liệu đều cách xa nhau quá $\pm 15\%$ thì phải đo lại.

– Thời điểm đọc số liệu là thời điểm mà các trị số biến dạng đọc được trên các thiết bị đo đã ổn định và không ít hơn 5 phút kể từ khi đặt tải trọng lên công trình. Thời điểm đọc số liệu phải xảy ra đồng thời ở tất cả các điểm đo cùng với giá trị và thông số kĩ thuật của tải trọng tương ứng.

– Trong quá trình thí nghiệm, cần theo dõi, quan sát kết cấu công trình để phát hiện kịp thời những khuyết tật hoặc biến dạng mới phát sinh. Đặc biệt chú ý để phát hiện các vết nứt trên kết cấu bê tông cốt thép, lúc bắt đầu xuất hiện và quá trình phát triển của các vết nứt. Hình ảnh biến dạng, chảy dẻo, các vết nứt và phá hoại của kết cấu công trình là cơ sở để phân tích, đánh giá, giải thích nguyên nhân sự làm việc của công trình. Ngoài việc ghi chép, đo vẽ, cần sử dụng các thiết bị quan sát và ghi lại bằng hình ảnh như máy ảnh, máy quay phim v.v...

4.4.4. Phương pháp thí nghiệm xác định tần số dao động riêng của kết cấu công trình.

Tần số dao động riêng của kết cấu công trình là thông số quan trọng khi phân tích, đánh giá các tác động động lực học lên công trình chịu tải trọng rung động. Khi biết được tần số dao động riêng của kết cấu công trình, trong quá trình khai thác sử dụng công trình, có thể đánh giá khả năng cho phép đặt lên công trình đó các nguồn chấn động(thiết bị máy móc, tàu xe) và chọn các chế độ làm việc của các nguồn chấn động đó để không gây ra hoặc hạn chế các tác động có hại, hay để giải thích nguyên nhân xuất hiện dao động cộng hưởng để tìm các biện pháp khắc phục.

Lí thuyết dao động đã chứng minh: Khi tần số của lực cưỡng bức trùng với tần số dao động riêng, công trình dao động cộng hưởng.

Để xác định tần số dao động riêng của công trình, có hai phương pháp thí nghiệm được sử dụng:

- + Tác dụng lực xung kích lên công trình, hoặc cưỡng bức một chuyển vị ban đầu.

Do tác dụng của lực xung kích, hoặc sau khi giải phóng đột ngột chuyển vị ban đầu, công trình dao động tự do. Biểu đồ dao động do các máy ghi dao động thực hiện có dạng hình sin tắt dần là biểu đồ dao động tự do của công trình. Từ biểu đồ dao động tự do ta xác định được tần số dao riêng của công trình.

- + Tác dụng lên công trình lực cưỡng bức có tần số thay đổi được. Điều chỉnh tần số của lực cưỡng bức cho tới khi công trình xuất hiện dao động cộng hưởng. Biểu đồ dao động cộng hưởng cho ta tần số cộng hưởng của công trình.

Bằng các máy ghi dao động có độ chính xác cao, kết quả thực nghiệm của hai phương pháp nêu trên đã chứng tỏ tần số dao động riêng đúng bằng tần số cộng hưởng.

4.5. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM TẢI TRONG ĐỘNG.

Trên cơ sở tập hợp các số liệu đã thu thập được, việc tính toán giá trị thực của các thông số cần xác định: chuyển vị, biến dạng (ứng suất), biên độ, tần số v.v...trước tiên cần so sánh với các giá trị bình quân. Phân tích đánh giá để loại trừ những số liệu bất thường, những số liệu chênh nhau quá phạm vi cho phép.

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm đã thu được, phải phân tích khả năng làm việc của kết cấu công trình, đánh giá chất lượng công trình khi chịu các tác động động lực so với nhiệm vụ thiết kế, xác định những tồn tại của thiết kế, thi công và nêu lên những ý kiến giải quyết trên các phương diện: Đảm bảo độ cứng, độ bền, độ ổn định của kết cấu công trình. Các tác động đến tâm lý và sức khỏe con người. Các tác động đến máy móc, thiết bị, sản phẩm của các dây chuyền công nghệ được đặt trên kết cấu công trình. Các tác động và ảnh hưởng của rung động đối với các công trình lân cận và môi trường xung quanh.

Hai tham số đặc trưng cho dao động là biên độ dao động A và tần số dao động f của công trình, nó liên quan mật thiết với độ cứng, khối lượng và khả năng giảm chấn của công trình. Khi ở trạng thái ổn định, công trình dao động như một dao động điều hòa. Lúc đó giá trị cực đại của gia tốc [].

$$a_{\max} = 4\pi^2 \cdot A \cdot f^2$$

Vì gia tốc cực đại tỉ lệ với bình phương của tần số dao động, nó là yếu tố cơ bản cần quan tâm khi muốn khống chế được tác động động lực đối với độ bền và độ ổn định của kết cấu công trình.

Theo TCVN 198-1997(Nhà cao tầng-Thiết kế kết cấu BTCT toàn khối) đối với nhà cao tầng thì gia tốc cực đại tại đỉnh công trình dưới tác động của tải trọng gió cần thỏa mãn điều kiện: $a_{\max} \leq 150 \text{ mm/s}^2$. Theo tiêu chuẩn Mỹ và một số nước: $a_{\max} \leq 200 \text{ mm/s}^2$.

Để kiểm soát mức gia tốc rung gây ra do các thiết bị, phương tiện, công cụ công tác sử dụng trong xây dựng và sản xuất công nghiệp nhằm bảo vệ môi trường, TCVN 6962:2001 qui định mức gia tốc rung tối đa cho phép trong các khu vực công cộng và dân cư (Bảng 4.3 và bảng 4.4. □ phụ lục). Mức gia tốc rung được đánh giá tại các điểm sát phía ngoài đường ranh giới(hàng rào) của cơ sở sản xuất công nghiệp hoặc công trình xây dựng đối với khu công cộng và dân cư.

Một số nước tiên tiến đã xây dựng các tiêu chuẩn đánh giá các tác động động lực học do các rung động gây ra. Các tác động động lực học cần được phân loại bằng các số đo có thể biểu diễn bằng các tham số động. Các số đo này được định nghĩa là một đại lượng, mà giá trị của nó biểu thị mức độ tác động động lực học lên kết cấu công trình, máy móc thiết bị, phương tiện vận tải hay sức khỏe con người.

Sau đây giới thiệu vài đại lượng trong tiêu chuẩn của CHLB Đức dùng để đánh giá mức độ tác động do các rung động gây ra [].

Một công trình có khối lượng m, thực hiện dao động điều hòa với biên độ A [mm] và tần số f [Hz].

Vận tốc cực đại : $v_{\max} = A \cdot \omega = 2\pi f A$

Động năng cực đại của hệ : $E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} m (2\pi f A)^2$

Trong 1/4 chu kì tiếp theo (0,25T=0,25/f), động năng giảm dần đến không để chuyển thành thế năng tích lũy trong các thành phần vật liệu đàn hồi. Công suất trung bình trong 1/4 chu kì của quá trình chuyển hóa năng lượng:

$$P = \frac{E}{0,25T} = \frac{1}{2} m(2\pi fA)^2 \cdot 4f = 8m\pi^2 A^2 f^3$$

Công suất tính cho một đơn vị khối lượng và trên toàn bộ một chu kì:

$$R = 2\pi^2 A^2 f^3 \text{ [mm}^2/\text{s}^3\text{]}$$

Gọi **đại lượng R được gọi là số nguy hiểm**, giá trị của nó biểu thị mức độ nguy hiểm của những ngôi nhà khi nó bị tác động động lực của các rung động (bảng ...).

Thay giá trị gia tốc cực đại: $a_{\max} = 4\pi^2 \cdot A \cdot f^2$ vào biểu thức của số nguy hiểm:

$$R = \frac{1}{8\pi^2} \frac{a_{\max}^2}{f} = \frac{\chi}{8\pi^2}$$

Ở đây đã đặt $\chi = \frac{a_{\max}^2}{f}$ và chọn $\chi_0 = 10 \text{ mm}^2/\text{s}^3$

Định nghĩa cường độ rung động S có đơn vị là vibrar là đại lượng được biểu diễn bằng biểu thức sau đây:

$$S = 10 \cdot \lg \frac{\chi}{\chi_0} = 10 \cdot \lg \left(0,1 \cdot \frac{a_{\max}^2}{f} \right)$$

Trong biểu thức của S cần thay a_{\max} bằng thứ nguyên [mm/s²].

Mức độ nguy hiểm của những ngôi nhà được biểu thị thông qua giá trị của cường độ rung động thể hiện trong bảng 4.1 □ Phụ lục chương 4.

Mô tả các hư hại.

Theo TCVN 7191: 2002, các hư hại do rung động của công trình xây dựng được chia theo các loại sau:

- Hư hại về thẩm mỹ. Xuất hiện các vết nứt nhỏ như sợi tóc trên bề mặt tường, thêm vào đó là sự xuất hiện các vết nứt nhỏ tại các chỗ nối bằng vữa của kết cấu gạch và bê tông.
- Hư hại nhỏ. Xuất hiện các vết nứt lớn hoặc rộp và rơi lớp vữa hoàn thiện trên bề mặt tường, hoặc vết nứt sâu trong gạch hay bê tông.
- Hư hại lớn. Hư hỏng tại các thành phần kết cấu của tòa nhà, các vết nứt tại các cột chịu lực, hở các mối nối, lan rộng các vết nứt.

Phản ứng của con người trong các phương tiện giao thông công cộng với các mức rung động khác nhau phụ thuộc vào khả năng của hành khách, thời gian của chuyến đi và loại hình hoạt động của mỗi người trong hành trình(thí dụ: đọc, viết, ăn□) và nhiều yếu tố khác(tiếng ồn, nhiệt độ□). 50% trong số những người nhạy cảm có thể phát hiện thấy rung động khi gia tốc đạt khoảng 0,015 m/s²- giá trị này người ta còn gọi là ngưỡng cảm nhận. Ngưỡng cảm nhận giảm nhẹ khi thời gian tiếp xúc với rung động tăng lên. Giá trị rung động chấp nhận được đối với sự thoải mái trên các phương tiện giao thông công cộng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố nên trong TCVN 6864(ISO 2631) không đưa ra mức giới hạn. Với các giá trị rung động dưới đây, các dấu hiệu gần đúng về phản ứng của con người trong các phương tiện giao thông công cộng dường như là như nhau:

Nhỏ hơn 0,315 m/s ²	Không có cảm giác không thoải mái.
Từ 0,315 đến 0,63 m/s ²	Cảm giác chút ít về sự không thoải mái.
Từ 0,5 đến 1 m/s ²	Có cảm giác rõ rệt về sự không thoải mái.
Từ 0,8 đến 1,6 1 m/s ²	Không thoải mái.
Từ 1,25 đến 2,5 1 m/s ²	Rất không thoải mái.
Lớn hơn 2 1 m/s ²	Cực kì không thoải mái.

Để làm căn cứ tính toán các biện pháp phòng chống rung động trong khi thiết kế, xây dựng đường giao thông, làm căn cứ trong kiểm soát lưu lượng, chủng loại phương tiện tham gia giao thông □ và đánh giá ảnh hưởng của rung động do các phương tiện tham gia giao thông gây ra tác động đến môi trường công cộng và dân cư. TCVN 7210:2002 qui định giới hạn gia tốc rung do các hoạt động của các phương tiện giao thông đường bộ(không áp dụng cho đường sắt) tác động đến tính tiện nghi, tính an toàn của môi trường sống của các khu vực công cộng và khu dân cư có đường giao thông chạy qua (Bảng 4.5. phần phụ lục).

Các điểm đo rung nằm trong phạm vi khu công cộng và dân cư cần khảo sát. Thời điểm đo phải chọn quãng thời gian có mật độ cao nhất của phương tiện tham gia giao thông. Đo trong khoảng thời gian không ít hơn 4 giờ.

Trong giao thông đường sắt, khi các đoàn tàu chạy với vận tốc đều, các toa tàu rung động như một dao động điều hòa với biên độ A và tần số f . Để phân loại mức độ ảnh hưởng của rung động đối với hành khách và khả năng chạy tàu (Bảng 4.2), người ta thiết lập chỉ số khả năng chạy tốt - futásjóság szám:

$$W_z = 2,7 \cdot \sqrt[10]{A^3 f^5}$$

Biên độ dao động A được thay bằng cm.

Ngày nay, các công trình hiện đại sẽ có quy mô ngày càng lớn về chiều dài và chiều cao. Cùng với sự tăng lên về quy mô kết cấu hiện đại, sự nhạy cảm với các dao động có hại đã và đang là nguyên nhân dẫn tới các hư hỏng và giảm tuổi thọ của các công trình xây dựng.

Ở Việt nam, tuy còn nhiều khó khăn về đội ngũ cán bộ khoa học, kĩ thuật và các trang thiết bị thí nghiệm phục vụ cho lĩnh vực nghiên cứu thực nghiệm trong lĩnh vực động lực học công trình. Những năm gần đây, trong một số trường Đại học và Viện nghiên cứu, chúng ta đã bắt đầu tiếp nhận được các phần mềm máy tính, kĩ thuật và các thiết bị đo các thông số động của các nước tiên tiến, đã cho phép các kĩ sư phân tích được các quá trình động lực phức tạp tác động lên kết cấu công trình ■

PHỤ LỤC CHƯƠNG 4.

Bảng 4.1. Dải diễn hình các thông số động của kết cấu công trình phản ứng với các nguồn kích động khác nhau.

NGUỒN RUNG ĐỘNG	DẢI TẦN SỐ Hz	DẢI BIÊN ĐỘ μm	DẢI VẬN TỐC mm/s	DẢI GIA TỐC m/s ²	ĐẶC TÍNH THỜI GIAN	ĐẠI LƯỢNG ĐO
Giao thông(Đường bộ, đường sắt)	1-80	1-200	0,2-50	0,02-1	Liên tục Tức thời	Vận tốc
Nổ	1-300	100-2500	0,2-500	0,02-50	Tức thời	Vận tốc
Đóng cọc	1-100	10-50	0,2-50	0,02-2	Tức thời	Vận tốc
Động đất	0,1-30	10-10 ⁵	0,2-400	0,02-20	Tức thời	Vận tốc Gia tốc
Gió	0,1-10	10-10 ⁵			Tức thời	Gia tốc
Thiết bị ở bên ngoài	1-300	10-1000	0,2-50	0,02-1	Liên tục Tức thời	Vận tốc Gia tốc
Thiết bị ở bên trong	1-1000	1-100	0,2-30	0,02-1	Liên tục Tức thời	Vận tốc Gia tốc
Hoạt động của con người a) Va chạm b) Trực tiếp	0,1-100 0,1-12	100-500 100-5000	0,2-20 0,2-5	0,02-5 0,02-0,2	Tức thời	Vận tốc Gia tốc

Bảng 4.2. Các công thức thực nghiệm xác định nhanh chu kỳ cơ bản T_1 .

	TÁC GIẢ	CÔNG THỨC TÍNH	XUẤT XỨ-PHẠM VI ÁP DỤNG
Nhật bản	T.Taniguchi	$T_1=(0,07 \square 0,09)n$ $T_1=(0,06 \square 0,1)(n+0,5)$ $T_1=(0,12 \square 0,4) \sqrt{\frac{2n+1}{3}}$	Trên cơ sở thực nghiệm số lớn nhà ở Tokyo và Yokohama. Cho tất cả các loại nhà.
	M.Takeuchi	$T_1 = \frac{H}{60}$	Nhà khung thép.
	Tiêu chuẩn kháng chấn (1968).	$T_1=0,06 \frac{H}{\sqrt{L}} \cdot \frac{H}{2L+h}$ $T_1=0,09 \frac{H}{\sqrt{L}}$ $T_1=0,10 \frac{H}{\sqrt{L}}$	Công trình có tường gạch hay tấm lớn bê tông cốt thép chịu lực (h- độ cao tầng). Công trình bê tông cốt thép. Công trình thép.
Mỹ	E.P.Ulich D.S.Carder	$T_1=(0,01 \square 0,035)H$ $T_1 \approx 0,02H$	Qua khảo sát 400 ngôi nhà có các dạng kết cấu khác nhau.
	K.Nakagava	$T_1=(0,128 \square 0,264)n$ $T_1=(0,07 \square 0,13) \frac{H}{\sqrt{L}}$	Trên cơ sở thực nghiệm 53 ngôi nhà.
	G.W.Hosner A.G.Brady	$T_1=0,5 \sqrt{n} - 0,4$	Nhà khung thép.

Rumani	Tiêu chuẩn kháng chấn (P.100.78)	$T_1=0,3+0,05n(n\leq 5)$ $T_1=0,1n(n\leq 5)$ Theo phương ngang $T_1=0,045n$ $T_1=0,055n$	Nhà khung chịu lực. Nhà có tường chịu lực. Nhà có khung+tường chịu lực.
Liên xô	Sổ tay tính toán động lực học công trình	Nhà sơ đồ cứng $T_1=0,075\mu\sqrt{L}$ với $\mu=\frac{H}{L}$ $T_1=\alpha.n$	Nhà lắp ghép $\alpha=0,047$ Nhà gạch đá $\alpha=0,056$ Trường học và nhà công cộng xây bằng gạch, đá khối $\alpha=0,064$ Nhà khung thép chèn gạch hoặc bê tông nhẹ $\alpha=0,08$.
Chiê	M.Baeza A.Arias R.Husid M.Baeza	$T_1=0,036n$ $T_1=0,012H$ $T_1=0,035n$	Công trình khung thép Qua phân tích 34 ngôi nhà bằng bê tông cốt thép 4-17 tầng ở Santiago và Valparaiso.
	R.Husid	$T_1=0,04n$	Nhà bê tông cốt thép bình thường.
	W.Pieber J.Romo	$T_1=\frac{n}{69}$ $T_1=0,04\frac{H}{\sqrt{L}}$	Công trình cao tầng.

Bảng 4.1.

ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH NGHĨA	GIÁ TRỊ	MỨC ĐỘ NGUY HIỂM CỦA NGÔI NHÀ
Số nguy hiểm $R=2\pi^2 A^2 f^3$ [mm ² /s ³]	20...500	Xuất hiện vết nứt nhỏ trên lớp trát.
	500...2000	Một số vết nứt xuất hiện trên tường xây.
	2000...5000	Vết nứt phát triển đến tận móng.
Cường độ rung động $S=10.\lg(0,1.\frac{a_{\max}^2}{f})$ [vibrar]	10...20	Không gây nguy hiểm.
	20...30	Chưa gây nguy hiểm.
	30...40	Lớp trát và tường xây nứt.
	40...50	Tường chịu lực nứt.
	50...60	Nhà có thể đổ.

Bảng 4.2.

SỐT.T.	W _z	PHÂN LOẠI	THỜI GIAN KHÔNG LÀM NGƯỜI MỖI MỆT	ÁP DỤNG CHO
1	1,0	Lý tưởng	> 24 giờ	
2	1,5	Rất tốt		
3	2,0	Tốt		
4	2,5	Khá	13 giờ	Tàu khách W _z =3-3,5
5	3,0	Trung bình	5,6 giờ	
6	3,5	Chấp nhận	2,8 giờ	
7	4,0	Có thể	1,5 giờ	Tàu hàng W _z =4-4,5
8	4,5	Không thể	57 phút	
9	5,0	Nguy hiểm	33 phút	

Bảng 4.3. Mức gia tốc rung cho phép trong hoạt động xây dựng (theo TCVN 6962 : 2001).

Khu vực	Thời gian áp dụng trong ngày	Mức cho phép		Ghi chú
		dB	m/s ²	
Khu vực cần có môi trường đặc biệt yên tĩnh	7h □ 19h	75	0,055	Thời gian làm việc liên tục không quá 10h/ngày.
	19h □ 7h	Mức nền*		
Khu vực dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính và tương tự	7h □ 19h	75	0,055	Thời gian làm việc liên tục không quá 10h/ngày.
	19h □ 7h	Mức nền*		
Khu dân cư xen kẽ trong khu vực thương mại, dịch vụ và sản xuất.	6h □ 22h	75	0,055	Thời gian làm việc liên tục không quá 14h/ngày.
	22h □ 6h	Mức nền*		

Mức nền*: là mức gia tốc rung đo được khi không có các phương tiện làm việc tại khu vực đ-
ược đánh giá.

Khu vực có môi trường đặt biệt yên tĩnh: là nơi cần có sự yên tĩnh để chữa bệnh, chăm
sóc sức khỏe, học tập, nghiên cứu, giảng dạy, thờ cúng tôn nghiêm, hoặc có các chức năng tương
tự.

Khu dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính và tương tự: là khu vực để ở và
làm việc hành chính là chủ yếu.

Khu dân cư xen kẽ trong khu vực thương mại, dịch vụ và sản xuất: là khu vực mà hoạt
động thương mại, dịch vụ, sản xuất là chính, trong đó có thể có khu dân cư nằm kề hoặc xen kẽ với
các cơ sở sản xuất công nghiệp.

Mức gia tốc rung L_a , tính bằng dexiben [dB] được tính theo công thức:

$$L_a = 20 \log(A/A_0)$$

Trong đó: A [m/s²] là gia tốc rung được tính bằng biểu thức sau:

$$A = \left[\sum A_n^2 \times 10^{a_n/10} \right]^{1/2}$$

A_n [m/s²] là gia tốc rung hiệu dụng ở tần số n Hz.

a_n là hệ số theo dải tần số n Hz, giá trị của nó cho trong tiêu chuẩn.

$$A_0 = 10^{-6} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Bảng 4.4. Mức gia tốc rung cho phép trong hoạt động sản xuất công nghiệp
(theo TCVN 6962 : 2001).

KHU VỰC	MỨC CHO PHÉP VÀ THỜI GIAN ÁP DỤNG TRONG NGÀY.			
	6h □ 18h		18h □ 6h	
	dB	m/s ²	dB	m/s ²
Khu vực cần có môi trường đặc biệt yên tĩnh	60	0,010	55	0,006
Khu dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính và tương tự.	65	0,018	60	0,010
Khu dân cư xen kẽ trong khu thương mại, dịch vụ và sản xuất.	70	0,030	65	0,018

Bảng 4.5. Giới hạn gia tốc rung cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư
do các phương tiện giao thông đường bộ gây ra.

Khu vực	Thời gian áp dụng trong ngày	Giới hạn gia tốc rung cho phép	
		dB	m/s ²
Khu công cộng và dân cư.	7h □ 19h	65	0,018
	19h □ 7h	60	0,010
Khu dân cư xen kẽ trong khu thương mại, dịch vụ, sản xuất.	6h □ 22h	70	0,030
	22h □ 6h	65	0,018

CHƯƠNG V.

KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

KHÁI NIỆM VỀ KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Kiểm định công trình xây dựng (KĐCTXD) là hoạt động khảo sát, kiểm tra, đo đạc, thử nghiệm, định lượng một hay nhiều tính chất của sản phẩm hoặc kết cấu công trình. Trên cơ sở đó, căn cứ vào mục tiêu kiểm định, tiến hành phân tích, so sánh, tổng hợp, đánh giá và rút ra những kết luận về công trình theo quy định của thiết kế và tiêu chuẩn xây dựng hiện hành được áp dụng*.

Như vậy, công tác kiểm định công trình xây dựng bao gồm 2 bước thực hiện cơ bản là:

Bước I: □ Căn cứ mục tiêu kiểm định, tiến hành những công việc phục vụ thu thập, định lượng những số liệu và thông tin về công trình, bao gồm việc : Khảo sát, kiểm tra, đo đạc và thử nghiệm.

Bước II: □ Xử lý và đánh giá kết quả thu nhận được ở bước I trên cơ sở những quy định của thiết kế và tiêu chuẩn hiện hành, bao gồm việc : Phân tích, so sánh, tổng hợp và tiến hành đánh giá, kết luận.

Giải thích khái niệm (TCXDVN 270:2002):

Khảo sát là quá trình thu nhận các thông số kỹ thuật nhằm mô tả và đánh giá tình trạng nhà và công trình(gọi chung là công trình).

Đánh giá tình trạng là quá trình phân tích các kết quả khảo sát để đưa đến các kết luận về an toàn kết cấu, giá trị kiến trúc, an toàn môi trường và dự báo về khả năng biến đổi tình trạng chất lượng công trình trong tương lai.

Ngoài ra, sau khi đánh giá và kết luận, có thể đưa ra kiến nghị (Nếu có) về những vấn đề liên quan đến công trình, nhằm đáp ứng mục tiêu đặt ra kiểm định đặt ra.

Có thể nói: *Kiểm định công trình xây dựng là hoạt động mang tính tổng hợp mà công việc khảo sát, kiểm tra và thí nghiệm □ chỉ là khâu cung cấp thông tin hay cứ liệu cho việc đánh giá và kết luận.* Chính vì vậy, công tác kiểm định yêu cầu ở người thực hiện phải có kinh nghiệm và sự đầu tư chất xám nhiều hơn so với công việc thực hiện ở bước I.

(* Định nghĩa này không hoàn toàn giống định nghĩa trong Quy định quản lý chất lượng công trình xây dựng số 18/2003/QĐ - BXD ngày 27/06/2003 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng.)

5.1 MỤC TIÊU KIỂM ĐỊNH

Công tác kiểm định được thực hiện với mục tiêu cụ thể nào đó đối với công trình nhằm đáp ứng một số yêu cầu nhất định về mặt quản lý kỹ thuật và an toàn sử dụng trong quá trình khai thác. Vì vậy, **mục tiêu kiểm định** thường do chủ sở hữu hay chủ đầu tư xác định dựa vào những đặc điểm sau đây:

- Tình trạng sử dụng công trình hiện tại.
- Kết quả theo dõi và quản lý công trình.
- Những yêu cầu đặt ra đối với công trình trong thời gian tới.

Căn cứ vào mục tiêu kiểm định của chủ đầu tư mà đơn vị kiểm định đề xuất những nội dung thực hiện việc khảo sát, kiểm tra, đo đạc hay thử nghiệm.

5.1.1- Kiểm định phục vụ thi công và nghiệm thu công trình xây lắp

Kiểm định phục vụ nghiệm thu đối với công trình xây lắp, bao gồm:

a. Thực hiện kiểm tra, đánh giá chất lượng của sản phẩm trước khi đem sử dụng lắp dựng vào công trình thi công. Chúng có thể là cấu kiện, bán thành phẩm, kết cấu được gia công hay chế tạo sẵn.

b. Phục vụ công tác nghiệm thu từng phần kết cấu hay bộ phận công trình vừa thi công xong. Trong từng giai đoạn thi công xây lắp, những kết cấu chịu lực quan trọng như kết cấu móng, kết cấu phân thân, Kết quả kiểm định sẽ là một trong những hồ sơ kỹ thuật để làm căn cứ nghiệm thu, cho phép chuyển sang giai đoạn thi công tiếp những hạng mục liên quan. (Việc đưa ra yêu cầu kiểm định có thể được chỉ định trước ngay trong hồ sơ thiết kế hoặc do một trong các bên tham gia quản lý công trình đề xuất. Trong đó thường gặp trong thực tế là: Kiểm định kết cấu phần ngầm – trước khi thi công các hạng mục bên trên; kiểm định kết cấu chịu lực phân thân - trước khi bước sang giai đoạn hoàn thiện công trình v.v.)

c. Kiểm định tổng thể công trình phục vụ hoàn thiện hồ sơ kỹ thuật trước khi nghiệm thu đưa công trình vào sử dụng. Đây chính là việc xác định mốc □ 0 □, để làm căn cứ so sánh, đánh giá sau này mỗi khi xuất hiện hay xảy ra những sai lệch, sự cố đối với công trình

5.1.2 - Kiểm định phục vụ quản lý đối với công trình đang khai thác.

Nhiệm vụ của công tác quản lý công trình sau khi đã đưa vào sử dụng là phải đảm bảo sao cho công trình luôn làm việc ở trạng thái an toàn, tuổi thọ công trình phải được đảm bảo theo thiết kế, tránh mọi sự cố bất thường gây nguy hiểm đối với con người, đối với sản xuất cũng như bản thân

công trình. Mặt khác, trong quá trình khai thác, luôn phát sinh những thay đổi về nhu cầu, tiện nghi sử dụng, về công nghệ sản xuất v.v.

Ở đây, kiểm định luôn được coi là công cụ không thể thiếu, đem lại hiệu quả thiết thực cho công tác quản lý và đáp ứng cho việc xác định phương hướng giải quyết những nhu cầu kể trên.

Có thể nêu 5 mục tiêu cụ thể đối với kiểm định các công trình đang khai thác như sau:

a. Kiểm định phục vụ bảo dưỡng công trình

Công tác bảo dưỡng công trình là nhiệm vụ đặt ra thường xuyên, được đưa vào kế hoạch quản lý và mang tính định kỳ. Tùy thuộc vào đặc điểm, quy mô, mức độ phức tạp và tầm quan trọng của công trình, khoảng cách về thời gian giữa các lần kiểm định có thể xác định dài ngắn khác nhau. Hồ sơ kiểm định cung cấp thông tin có tính cập nhật. Kiểm định phục vụ bảo dưỡng được đặt ra ngay cả khi công trình vẫn đang sử dụng bình thường, không nhất thiết phải có sự cố hư hỏng hay xuống cấp rõ rệt. Công tác xử lý công trình □ nếu có, sẽ đem lại hiệu quả cao do việc thực hiện đơn giản, nhanh chóng và ít tốn kém.

Những yêu cầu đối với kiểm định trong trường hợp này là:

- Phát hiện những khuyết tật vừa mới hình thành ở mức độ hư hỏng ở giai đoạn ban đầu với mức độ nhẹ, chủ yếu trong phạm vi cục bộ trên bề mặt (Như bong tróc cục bộ lớp bê tông bảo vệ, lớp trát mặt ngoài, thấm dột gây hoen ố ở một vài vị trí kết cấu chịu lực và bao che v.v.). Nói cách khác, tổng thể công trình vẫn đang ở trạng thái làm việc bình thường và hầu như còn nguyên vẹn so với tình trạng ở thời điểm nghiệm thu trước khi đưa vào sử dụng.

- Kết quả kiểm định chỉ rõ những khuyết tật vừa phát hiện trên công trình, mức độ hư hỏng cụ thể. Căn cứ vào đó, chủ đầu tư lập kế hoạch cho công việc bảo dưỡng với những nội dung cần thực hiện kèm theo thời gian cần cần tiến hành nhằm sớm loại trừ những nguyên nhân có thể gây nên khuyết tật, không cho chúng tiếp tục phát triển rộng và sâu hơn.

Thông thường, chu kỳ kiểm định phục vụ bảo dưỡng có thể từ 3 đến 5 năm một lần. Việc thực hiện kiểm định đi đôi với công tác bảo dưỡng công trình sẽ hạn chế tối đa những sự cố hay hư hỏng bất thường, vì vậy tuổi thọ của của công trình không những đảm bảo thiết kế mà còn được nâng cao

b. Kiểm định phục vụ sửa chữa công trình (Sửa chữa nhỏ và vừa)

Kiểm định với mục tiêu cung cấp thông tin cho việc sửa chữa hư hỏng nhỏ và vừa, được đặt ra khi trong quá trình quản lý và theo dõi, chủ đầu tư phát hiện thấy những biểu hiện hư hỏng và khuyết tật gây ảnh hưởng đến sử dụng và sự làm việc của cấu kiện. Chúng có thể nguy cơ mở rộng sâu và phát triển (*chẳng hạn: hiện tượng thấm dột kéo dài, vết nứt xuất hiện từng vùng, diện rỉ bề mặt phát triển v.v*). Những khuyết tật đó bắt đầu gây suy giảm đến chất lượng và khả năng chịu lực kết cấu, nhưng về cơ bản, công trình vẫn ở trạng thái sử dụng bình thường.

Hiệu quả của kiểm định là cung cấp những thông tin kịp thời để chủ đầu tư cùng đơn vị thiết kế lập phương án sửa chữa, nhằm ngăn chặn sớm những hư hỏng vừa phát hiện, không cho chúng lan rộng và nặng nề thêm. Vì vậy, việc thực hiện xử lý sửa chữa chúng sẽ đạt hiệu quả cao về mặt kỹ thuật và kinh tế

Kết quả kiểm định phục vụ sửa chữa trong trường hợp này là:

- *Xác định vị trí khuyết tật và mức độ hư hỏng trên kết cấu (kích thước, độ lớn, mức độ nguy hại và ảnh hưởng v.v.), định lượng và định tính quy luật phân bố chúng ở những khu vực khác nhau trên công trình.*
- *Đánh giá về sự nguy hiểm do chúng gây nên (Thường còn ở mức độ cục bộ đối với cấu kiện riêng rẽ, chưa ảnh hưởng đến làm việc tổng thể của công trình. Về cơ bản, công trình vẫn cho phép sử dụng bình thường nhưng có phần hạn chế về chất lượng và tiện nghi khai thác).*
- *Xác định nguyên nhân tác động trực tiếp và gián tiếp gây nên hư hỏng và suy giảm chất lượng công trình (Có thể do những sai sót từ giai đoạn thiết kế, thi công, do tác động môi trường, do con người sử dụng□).*

Trong hồ sơ kiểm định, đơn vị tư vấn cần nêu rõ những đánh giá và kết luận kèm theo kiến nghị đối với từng chi tiết, cấu kiện hay bộ phận kết cấu cần tiến hành sửa chữa. Nêu rõ yêu cầu về thời gian thực hiện nhằm đảm bảo hiệu quả việc khắc phục hư hỏng và an toàn cho công trình

c. Kiểm định phục vụ xử lý sự cố công trình (sửa chữa lớn kèm theo gia cố kết cấu)

Đây là trường hợp kiểm định khi công trình xảy ra sự cố. Tình trạng hư hỏng được coi là ở mức độ nặng, là nguy hiểm. Để khôi phục sự cố không thể chỉ tiến hành sửa chữa thông thường, mà phải kèm theo việc thực hiện biện pháp gia cố kết cấu.

Tình trạng này xảy ra có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau. Thực tế cho thấy, trong thời gian dài sử dụng, rất ít công trình được quản lý với sự bảo dưỡng và chăm sóc chu đáo. Việc theo dõi công trình thiếu hệ thống, bỏ qua các giai đoạn sửa chữa nhỏ và vừa ở vào thời điểm cần thiết. Hậu quả là những hư hỏng và khuyết tật tích tụ và phát triển ở diện rộng và sâu, vật liệu bị ăn mòn,

gây giảm yếu tiết diện cấu kiện, dẫn đến tình trạng nguy hiểm đối với tổng thể bộ phận kết cấu chịu lực hay trên phạm vi toàn công trình

Tình trạng xuống cấp cũng có thể do một số nguyên nhân khác ngoài sự kiểm soát của chủ sở hữu như việc xảy ra những biến động cả một vùng nền đất trong đó có công trình tọa lạc, tác động của những công trình xây dựng liền kề, những biến động bất thường do thiên tai v.v.

Sự cố trong những trường hợp kể trên thường xảy ra và phát triển mang tính đột biến, nhanh chóng dẫn đến nguy cơ mất an toàn cho tổng thể công trình và cho con người trong sử dụng. (*Biểu hiện trên công trình có thể là: tình trạng lún, nghiêng lớn, nứt phát triển nhanh, kèm theo biến dạng và chuyển vị kết cấu vượt quá giới hạn sử dụng và cho phép, mất ổn định công trình v.v.*).

Việc đánh giá và kết luận trong kiểm định đối với công trình khi đó phải coi là nguy hiểm, cần sửa chữa sớm, nhằm chặn ngay những hư hỏng có khả năng gây nguy cơ đổ vỡ. Công việc sửa chữa như vừa nêu thường rất phức tạp, đòi hỏi việc xem xét, phân đoán toàn diện, cần nguồn đầu tư tốn kém, thời gian thi công khẩn trương v.v.

Yêu cầu kiểm định:

- Chỉ rõ vị trí, kích thước, độ lớn của hư hỏng, quy luật phân bố chúng trên công trình.

Xác định nguyên nhân và những yếu tố tác động trực tiếp và gián tiếp gây nên sự cố hư hỏng và tình trạng xuống cấp đã rõ rệt

- Đánh giá và kết luận về hiện trạng của những hư hỏng, mức độ nguy hiểm, ảnh hưởng của chúng đối với sự làm việc kết cấu, đối với an toàn trong sử dụng v.v.

- Kết luận và đề xuất phương án sửa chữa gia cố.

- Hiệu quả của công tác kiểm định chủ yếu là việc tìm đúng nguyên nhân gây nên hư hỏng và đánh giá đúng mức về hiện trạng nguy hiểm của công trình, căn cứ vào đó đơn vị thiết kế có phương án sửa chữa và gia cố thích hợp. Công tác kiểm định trong trường hợp này thường phải tiến hành với quy mô đầy đủ và chi tiết hơn nhiều so với 2 trường hợp kiểm định vừa nêu trên.

d. Kiểm định phục vụ sửa chữa kết hợp cải tạo và nâng cấp công trình

Kiểm định với mục tiêu sửa chữa kết hợp cải tạo và nâng cấp công trình được đặt ra khi bản thân công trình có thể vẫn ở tình trạng hư hỏng như các trường hợp nêu ở mục 2) và 3). Trong điều kiện chủ đầu tư đặt ra yêu cầu sửa chữa kết hợp với nhiệm vụ đáp ứng một số thay đổi về nội dung sử dụng về công nghệ sản xuất, về tiện nghi khai thác v.v. Khi đó công tác sửa chữa kết hợp với cải tạo công trình được đặt ra.

Việc kết hợp cải tạo và sửa chữa đối với công trình thường rất đa dạng, phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu chịu lực của công trình, vào nhu cầu sử dụng mới và khả năng cho phép của kinh phí sẽ đầu tư, có thể là:

- Tăng diện tích sử dụng bằng cách nâng tầng – phát triển về chiều cao công trình; mở rộng mặt bằng sử dụng – cấy thêm kết cấu chịu lực ở phần diện tích liền kề với công trình cũ.

- Cải tạo hệ thống kỹ thuật và nâng cấp tiện nghi sản xuất và sinh hoạt (khu phụ, hệ thống thông gió, ánh sáng, đường cấp thoát nước, điện sản xuất, chiếu sáng v.v.

Yêu cầu kiểm định:

- Yêu cầu kiểm định tùy thuộc vào tình trạng công trình như nêu trong trường hợp sửa chữa, sửa chữa kết hợp gia cố kết cấu. Tuy nhiên có sự chú ý cả về mặt kiến trúc và cấu tạo, liên kết giữa các kết cấu chịu lực.

- Xác định khả năng cải tạo nâng cấp công trình để chọn phương án thực hiện chúng cho phù hợp như các giải pháp liên kết, biện pháp an toàn, mức độ ảnh hưởng đối với sản xuất và sử dụng khác v.v.

Hiệu quả của công tác kiểm định trong trường hợp này là cung cấp thông tin chuẩn xác, thuận tiện cho việc thi công, vừa đảm bảo an toàn cho công trình cũ và phần công trình cải tạo, nâng cấp.

e) Kiểm định phục vụ phá bỏ công trình

Đây là trường hợp đặc biệt đối với mục tiêu kiểm định. Để có cơ sở quyết định việc phá bỏ một công trình, công tác kiểm định phải đưa ra những đánh giá và kết luận thật xác đáng. Trong báo cáo kiểm định, ngoài việc so sánh kết quả khảo sát, đo đạc, kết quả thử nghiệm với quy định của tiêu chuẩn, thường có kèm theo những chứng minh bằng tính toán kiểm tra.

Yêu cầu kiểm định:

- Mức độ hư hỏng đã vượt quá giới hạn cho phép về khả năng chịu lực, độ ổn định của kết cấu. Sự làm việc của kết cấu đã mất an toàn, tạo nên toàn công trình ở vào tình trạng nguy hiểm. Việc sử dụng không thể tiếp tục cho sản xuất hoặc cho sinh hoạt bình thường.

- Việc đề cập đến các phương án có thể áp dụng cho sửa chữa công trình đều không đáp ứng yêu cầu về kỹ thuật và kinh tế.

5.2. LẬP ĐỀ CƯƠNG KIỂM ĐỊNH

Đề cương kiểm định là văn bản được đơn vị tư vấn có chức năng kiểm định soạn thảo, tư đặt. Để nội dung và khối lượng kiểm định sát với thực tế, đơn vị tư vấn ngoài việc căn cứ vào mục tiêu đặt ra của chủ chủ đầu tư, còn phải dựa vào kết quả tìm hiểu về tổng thể công trình qua đơn vị trực tiếp quản lý, qua việc tiếp cận quan sát sơ bộ tại hiện trường. Đề cương kiểm định là văn bản chứa đựng những nội dung kỹ thuật cơ bản cần thực hiện.

5.2.1. Nội dung chính của bản đề cương bao gồm:

- Căn cứ để lập đề cương kiểm định, trong đó nhắc lại mục tiêu kiểm định, tên những tài liệu, hồ sơ liên quan, những tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật sẽ được sử dụng v.v.
- Giới thiệu đặc điểm kết cấu của công trình, tình hình sử dụng thực tế.
- Xác định nội dung và khối lượng khảo sát, đo đạc, kiểm tra và thí nghiệm (*nhằm phục vụ cung cấp những thông tin cơ bản cho việc đánh giá và kết luận đối với công trình, đáp ứng mục tiêu đặt ra trong kiểm định*).
- Tiêu chuẩn áp dụng trong kiểm định cùng những phương pháp khảo sát và thử nghiệm sẽ thực hiện.
- Kế hoạch tiến hành và những điều kiện cần đáp ứng trong quá trình khảo sát tại hiện trường (*như yêu cầu cung cấp nguồn điện, ánh sáng tại chỗ v.v.*).

Ngoài ra, tùy thuộc vào tình hình thực tế trên hiện trường, trong đề cương có thể đề cập đến những điều kiện cần đáp ứng trong quá trình thực hiện công việc khảo sát, thử nghiệm (như yêu cầu cung cấp vị trí các hệ thống điện ngầm, đường thông tin; Điều kiện an toàn khi khảo sát đo đạc trên cao; việc bố trí dàn dáo chống đỡ tạm thời v.v.).

Bản đề cương sau đó phải được bên đặt hàng xem xét và nhất trí nhằm đảm bảo việc đáp ứng mục tiêu kiểm định đặt ra và sự phối hợp trong quá trình thực hiện khảo sát..

5.2.2 Thiết kế thí nghiệm thử tải trên công trình

Trong một số trường hợp, ngoài công tác khảo sát, đo đạc, kiểm tra bằng phương pháp thí nghiệm không phá hoại, cần tiến hành thí nghiệm thử tải tại hiện trường. Khi đó, nội dung bản đề cương có thể còn kèm theo bản thiết kế thí nghiệm thử tải.

Nội dung phần thiết kế được trình bày và thể hiện trình bày cụ thể như đối với thiết kế thí nghiệm tĩnh (*Trong đó bao gồm sơ đồ thí nghiệm, sơ đồ bố trí dụng cụ và thiết bị đo, phương tiện và sơ đồ chất tải, hệ dàn dáo chống đỡ bảo hiểm cho bản thân kết cấu, phương tiện đảm bảo an toàn cho người và thiết bị thí nghiệm v.v.*).

5.3. TRÌNH TỰ THỰC HIỆN KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH

Việc thực hiện nội dung và các bước kiểm định theo một trình tự nhất định nhằm khai thác đầy đủ những thông tin cần và đủ phục vụ cho công tác xử lý, đánh giá và kết luận về công trình, cho phép giải đáp và giải quyết một cách tối đa đối với những vấn đề liên quan đến mục tiêu đặt ra trong kiểm định.

Về nguyên tắc, công việc khảo sát cần thực hiện theo trình tự sau:

- Khảo sát từ tổng thể đến chi tiết cấu kiện, bộ phận kết cấu công trình.
- Quan sát từ những biểu hiện trên bề mặt bên ngoài công trình đến chất lượng và cấu tạo bên trong kết cấu; Từ những thông tin định tính đến những số liệu bằng số qua đo đạc trực tiếp trên hiện trường.
- Thực hiện việc quan sát bằng mắt thường với những phương tiện đơn giản đến việc tiến hành khảo sát, đo đạc và thí nghiệm có sử dụng những máy móc thiết bị chuyên dùng.

Từ việc phát hiện những hư hỏng cục bộ bên ngoài đến những khuyết tật nằm sâu bên trong kết cấu v.v

5.4. CÁC BƯỚC THỰC HIỆN KIỂM ĐỊNH

Sự phân định các bước thực hiện kiểm định chỉ mang tính tương đối. Có những công việc liên quan và hỗ trợ bổ sung trực tiếp cho nhau thì nhất thiết phải tiến hành tuân theo một trình tự định trước. (*Chẳng hạn cần kiểm tra hệ thống kỹ thuật chôn ngầm trước khi đào hố khảo sát móng; thực hiện việc đo đạc kích thước hình học và dò cốt thép trước, sau đó mới thí nghiệm đo siêu âm v.v.*).

Các bước thực hiện trong quá trình kiểm định phải bám sát theo những nội dung và khối lượng đã đề cập đến trong đề cương kiểm định. Trường hợp có những phát sinh mới, cần bổ sung kịp thời để việc khai thác thông tin và số liệu thí nghiệm được đầy đủ.

5.4.1. Bước I- Khảo sát hồ sơ liên quan đến công trình

Công tác khảo sát hồ sơ nhằm cung cấp những thông tin phục vụ cho trực tiếp việc đánh giá tình hình, định hướng và phán đoán những tình huống có thể xảy ra trong quá trình khảo sát và thí nghiệm. Mặt khác, qua kết quả nghiên cứu hồ sơ, có thể hiểu rõ thêm chi tiết về kết cấu công trình. Kết quả của việc khảo sát hồ sơ công trình, cho phép một lần nữa khẳng định những nội dung hay vấn đề nào nhất thiết phải thực hiện theo nội dung đề ra trong đề cương, điểm nào có thể giảm bớt

hay lược bỏ, điểm nào cần bổ sung cho đầy đủ v.v. Cũng qua khảo sát hồ sơ, ta có thể giải thích rõ hay làm sáng tỏ một số biểu hiện trên công trình. Từ đó, có sự tập trung hơn cho những nội dung khảo sát cần tiến hành.

Một số hồ sơ liên quan đến công trình cần khảo sát thường là:

a) Hồ sơ thiết kế và thi công, bao gồm:

- Hồ sơ khảo sát địa chất công trình.
- Bản vẽ thiết kế.
- Hồ sơ thi công (*bản vẽ hoàn công*).
- Nhật ký thi công công trình.
- Những tài liệu và hồ sơ khác liên quan đến công trình.

Nhiều trường hợp, một vài trong số các hồ sơ kể trên không còn lưu giữ được do thất thoát trong quá trình quản lý hoặc còn lại nhưng không đầy đủ thì cần đề xuất với chủ đầu tư tiến hành khôi phục, bổ sung thông tin cho hồ sơ bị thiếu đó.

(*Khi xét thấy cần thiết, có thể bổ sung cho hoàn thiện những hồ sơ thiếu như một số bản vẽ hiện trạng kết cấu, hồ sơ khoan khảo sát địa chất công trình □ Nguồn cung cấp thông tin về mặt hồ sơ có thể khai thác qua việc tìm hiểu hồ sơ của những công trình tương tự, có cùng dạng kết cấu, xây dựng cùng thế hệ, các công trình xây dựng liền kề v.v.*).

b) Hồ sơ về lịch sử khai thác công trình

Đây là những tài liệu cung cấp thông tin trong suốt quá trình khai thác kể từ thời gian nghiệm thu hoàn tất xây dựng đưa công trình vào sử dụng. Trong đó có đề cập đến những gì xảy ra đối với công trình trong suốt thời gian tồn tại cho đến thời điểm tiến hành kiểm định. Thông thường, cần tìm hiểu một số tư liệu và sự kiện cơ bản sau:

+ Những thay đổi về nội dung sử dụng (*Kể cả việc thay đổi liên quan đến công nghệ sản xuất*).

+ Những thay đổi về tải trọng tác dụng với sơ đồ chất tải và sơ đồ làm việc khác biệt so với thiết kế ban đầu.

+ Thay đổi về môi trường liên quan đến công trình (*Như: Biến động môi trường nền đất do thay đổi cao trình mực nước ngầm; Môi trường nhiệt ẩm, không khí thay đổi do nâng cấp công suất hay thay thế công nghệ sản xuất mới v.v.*).

+ Những ảnh hưởng đối với sự làm việc của kết cấu do tác dụng của quá trình sửa chữa, cải tạo, nâng cấp công trình.

+ Những sự cố đã từng xảy ra đối với công trình và hậu quả để lại sau mỗi lần xử lý chúng (*Như các sự cố do hỏa hoạn, lụt, bão, động đất hay đổ vỡ do các nguyên nhân khác nhau□*).

Chúng cung cấp cho ta những tư liệu làm căn cứ để giải thích hiện trạng sai lệch trên công trình so với thiết kế. Mặt khác, có thể căn cứ vào đó để giải thích và xác định nguyên nhân, diễn biến của những hiện tượng xảy ra hiện tại. Nó còn được sử dụng làm cơ sở để phán đoán khả năng phát triển tiếp những khuyết tật hay sự cố vừa phát hiện

Thông thường, đối với những công trình cũ, hồ sơ không còn lưu giữ đầy đủ, đã qua nhiều thế hệ chủ quản lý và sở hữu, việc xác định chính xác thời gian cùng với một sự kiện nào đó xảy ra trong quá khứ là vấn đề không phải dễ dàng. Chúng có thể tìm hiểu bằng phương pháp điều tra từ lịch sử những công trình xây dựng cùng thế hệ, khai thác tư liệu bằng phương pháp thống kê qua các phiếu điều tra, qua tìm hiểu những đơn vị, cá nhân đã trực tiếp sống và làm việc tại công trình ở từng thời kỳ v.v.

Nếu kết quả khảo sát hồ sơ và lịch sử khai thác công trình đã tìm được đủ tư liệu để xác định rõ hiện trạng khuyết tật hay sự cố xảy ra trên công trình thì có thể kết thúc kiểm định ngay ở giai đoạn này. Trường hợp ngược lại, cần tiến hành công việc khảo sát ở tiếp theo.

5.4.2 Bước II - Khảo sát tổng thể bên ngoài công trình

Chất lượng kết cấu công trình khi có biến đổi đã số bộc lộ ngay từ mặt ngoài. Điều này rất thường gặp bởi những lý do sau:

+ Bề mặt kết cấu là nơi chịu ảnh hưởng trực tiếp những tác động bất lợi của môi trường (*Yếu tố thay đổi nhiệt ẩm, tác dụng môi trường ăn mòn□*), tính chất cơ lý của vật liệu bị phong hóa nhanh hơn so với vật liệu nằm bên trong tiết diện cấu kiện.

+ Theo thời gian, do vật liệu bên ngoài tiếp xúc trực tiếp với không khí, mưa nắng, nhiệt ẩm□ nên sớm bị lão hóa hơn vật liệu nằm sâu bên trong.

Những tác dụng cơ học tác dụng lên công trình, trước hết ảnh hưởng qua bề mặt ngoài công trình, do đó mặt ngoài chính là nơi dễ bị tổn hại nhất v.v

Biểu hiện do những yếu tố tác dụng nêu trên cho phép phát hiện dễ dàng qua quan sát trực tiếp bằng mắt thường hay kết hợp với sự trợ giúp của một số thiết bị, dụng cụ chuyên dùng khác. Nhiều

khi bằng phương pháp khảo sát đơn giản, những đặc điểm biểu hiện trên mặt ngoài cũng có thể nhanh chóng phát hiện sự làm việc cũng như đánh giá tình hình cơ bản về chất lượng kết cấu. Việc khảo sát do đó có thể thực hiện bằng phương pháp quan sát trực tiếp kết hợp với đo đạc bằng những thiết bị hay phương tiện đơn giản, hoặc kết hợp sử dụng các dụng cụ đo chuyên dùng.

Kết quả đạt được ở giai đoạn khảo sát này không những cho phép xác định một cách tổng quát về hiện trạng công trình, mà còn có thể sớm làm rõ về một số vấn đề đặt ra trong đề cương kiểm định. Qua kết quả kiểm tra mặt ngoài, một số nội dung và khối lượng khảo sát nêu trong đề cương có thể bỏ qua hoặc thay đổi, bổ sung cho phù hợp. Khi đó không nhất thiết phải tiến hành đầy đủ các bước tiếp theo như đã dự kiến ban đầu. Chính vì vậy việc tổ chức thực hiện kiểm định trên hiện trường, không nên vội vã triển khai đồng thời đối với những nội dung công việc khi xét thấy có sự liên quan mật thiết với nhau hay là hậu quả của nhau.

Nói chung, chỉ sau khi khảo sát kỹ mặt ngoài công trình mới có cơ sở để tiến hành những công việc khác có liên quan ở bên trong.

Tùy thuộc vào đặc điểm kiến trúc và kết cấu công trình, công tác khảo sát tổng thể mặt ngoài, có thể tiến hành với một số nội dung chính sau đây:

a) Kiểm tra độ thẳng đứng công trình

Độ thẳng đứng là biểu hiện tổng thể về mức độ ổn định của công trình. Nó liên quan mật thiết với trạng thái làm việc của nền móng.

Khi khối nhà không bị nghiêng, chứng tỏ nền móng làm việc ở trạng thái tốt và ổn định. Tuy nhiên, cần xem xét trường hợp có thể nền móng xảy ra chuyển vị lún đều thì công trình vẫn ở trạng thái thẳng đứng bình thường.

Nếu công trình phát hiện bị nghiêng, có nghĩa là đã xảy ra một trong các trường hợp sau :

- + Nền đất có độ ổn định kém, các lớp bên dưới móng xảy ra biến dạng không đều, gây nên lún lệch giữa các vùng và dẫn đến nghiêng nhà. Kết cấu móng khi đó dù có độ cứng lớn và khả năng chịu lực tốt, nhưng vẫn bị biến dạng của nền kéo theo.

- + Nền đất làm việc tốt và đồng đều, nhưng có thể công trình vẫn bị nghiêng. Nguyên nhân chính ở đây là do kết cấu móng yếu, không đủ độ cứng và khả năng chịu lực để nhận tải trọng (Thường là tác dụng không đều) từ phần bên trên của công trình truyền xuống hoặc những ảnh hưởng do tác dụng của công trình kê bên cạnh truyền sang. Tình trạng lún lức này sẽ xảy ra là do kết cấu móng bị biến dạng cong, võng lớn hoặc thậm chí bị gãy. Nói cách khác, giữa móng và phần kết cấu chịu lực bên trên của công trình được thiết kế không đảm bảo an toàn. Đi đôi với tình trạng nghiêng của ngôi nhà thường kèm theo hiện tượng nứt và một số khuyết tật khác xảy ra trên kết cấu như bong tróc, biến hình, mất ổn định cục bộ v.v.

Công việc kiểm tra độ thẳng đứng được tiến hành như sau:

- Sử dụng máy đo trắc đạc, xác định chuyển vị nghiêng của từng trục góc hoặc những vị trí trục đặc trưng khác trên các mặt đứng công trình.

Trường hợp phát hiện nghiêng do lún, trôi trượt nền móng ở trạng thái nghi ngờ là chưa ổn định, công tác trắc đạc phải tiến hành trong một thời gian với số chu kỳ theo dõi nhất định để nhận được đủ thông tin cho phép đánh giá xem tình trạng biến động lún của công trình hiện tại ở trong giai đoạn phát triển, đang diễn biến tắt dần hay đã ngừng hẳn.

Kết quả khảo sát độ thẳng đứng công trình thường được trình bày ở dạng số đo kèm theo thuyết minh về tình trạng chuyển vị lún, nghiêng của từng trục đứng, từng khu vực hay đơn nguyên kiểm tra.

• Khảo sát trạng thái nứt trên công trình

Hiện tượng nứt trên công trình xảy ra do nhiều nguyên nhân khác nhau, tùy thuộc vào đặc điểm vật liệu, sơ đồ làm việc và trạng thái liên kết giữa các kết cấu. Về thời gian hình thành và phát triển vết nứt cũng có thể không đồng thời. Có những vết nứt xuất hiện ngay từ thời gian thi công, một số khác lại hình thành trong quá trình sử dụng. Nguyên nhân gây nứt có khi do từng tác động riêng rẽ như : tác dụng của tải trọng, rỉ vật liệu, yếu tố môi trường, thiên nhiên hay sự cố bất thường khác. Cũng có thể nứt là hậu quả tác dụng đồng thời của hai hay nhiều yếu tố gây nên. (ở đây ta chỉ đề cập đến các vết nứt thường gặp, bộc lộ ra ngoài và nhìn thấy trên bề mặt công trình).

Hình ảnh về tình trạng nứt có thể cho ta những nhận định có liên quan sau đây đối với chất lượng công trình:

- Về mức độ thu hẹp tiết diện làm việc của cấu kiện. Từ đó suy ra sự ảnh hưởng nứt đến khả năng chịu lực của kết cấu.
- Trạng thái ổn định công trình do ảnh hưởng của vết nứt làm cho độ cứng kết cấu suy giảm.
- Sự thay đổi chất lượng vật liệu bên trong cấu kiện.
- Mức độ ảnh hưởng của tình trạng rỉ và phong hóa vật liệu.

- Sự liên quan giữa nứt và một số biểu hiện khác về trạng thái ứng suất - biến dạng và chuyển vị từng bộ phận kết cấu v.v.
- Trạng thái nứt trên công trình được coi là một trong những yếu tố quan trọng để xác định tình trạng nguy hiểm của bộ phận kết cấu hay tổng thể công trình.

Khi tiến hành khảo sát vết nứt, cần lưu ý đến những đặc điểm riêng của một số kết cấu chịu lực thường gặp bằng vật liệu gạch đá và BTCT

❖ **Khảo sát nứt trên kết cấu khối xây gạch- đá**

Về tình trạng nứt trên kết cấu chịu lực là khối xây bằng gạch - đá, có thể xảy ra các trường hợp sau:

Nứt chéo bắt nguồn từ góc của các ô cửa, từ vị trí bên dưới gối truyền lực của các cấu kiện bên trên, theo đường chéo của khoang tường hay móng.

- Nứt ngang khối xây chạy theo các mạch ngang ở một số hàng gạch. Đây là biểu hiện của tình trạng bong tách với chuyển vị xô ngang hoặc trôi trượt. Chúng thường thấy trên một số hàng gạch bên dưới sàn trần hay mái (Thường gọi là nứt cổ trần); nứt qua phần khối xây giữa các ô cửa□
- Nứt theo phương đứng với đường nứt qua một loạt các hàng gạch, cắt đứt thân các viên gạch tạo thành một đường nứt gần như liên tục trên mảng tường. Hình ảnh này cũng thường xuất hiện tại vị trí trục góc nơi giao nhau giữa 2 khoang tường.

Ngoài những đặc điểm về vị trí đường nứt kể trên, trong khảo sát còn cần xác định độ mở rộng, độ sâu vết nứt; Xác định quá trình hình thành và phát triển của chúng theo thời gian; Sự liên quan giữa tình trạng nứt với hiện tượng thấm, dột, phong hóa, rỉ vật liệu v.v.

Hình ảnh về chiều hướng phát triển và mức độ tập trung của các đường nứt, cho phép phán đoán trạng thái biến dạng, chuyển vị của bản thân khối xây và của kết cấu liên quan.

Thông tin về độ mở rộng và chiều sâu vết nứt cho đánh giá mức độ giảm yếu của tiết diện chịu lực khối xây, sự liên quan giữa chúng với tình trạng chuyển vị của kết cấu bên trên□

Cần chú ý đối với những mảng tường chịu lực với chiều cao lớn, vết nứt mở rộng ở mọi trạng thái kể trên, đều làm cho độ ổn định khối xây giảm yếu cần quan tâm. Đặc biệt chú ý là trường hợp đối với khoang tường hay cột gạch- đá làm việc chịu nén cục bộ. Nếu phát hiện trên đó có nhiều vết nứt đứng tập trung hoặc chỉ một vài đường nứt, nhưng đồng thời cấu kiện bị biến dạng cong uỳnh, thì đó là biểu hiện rất nguy hiểm, phải có biện pháp xử lý kịp thời.

✚ **Nứt trên kết cấu BTCT**

Đối với kết cấu BTCT, do đặc điểm cấu tạo, vết nứt có những biểu hiện và ảnh hưởng khác biệt so với kết cấu khối xây. Xét vai trò và ảnh hưởng của vết nứt đối với sự làm việc và khả năng chịu lực của kết cấu, có thể kể đến một số trạng thái nứt cần quan tâm trong khảo sát như sau:

- Nứt dọc theo trục cốt thép □ tình trạng bong tróc lớp BT bảo vệ. Đây có thể là hậu quả của quá trình phong hóa vật liệu BT trong môi trường ăn mòn, môi trường nhiệt ẩm, có thể lớp rỉ ngoài của cốt thép dầy lên và trương nở, phá vỡ lực bám dính và đẩy tách lớp bọc BT phủ ngoài. Tình trạng này xảy ra đối với cả cốt chịu dọc lực và cốt đai.
- Nứt dọc ở vùng giữa thân cấu kiện chịu nén (Cấu kiện cột, cấu kiện chịu nén của hệ dàn □ không nhất thiết trùng với cốt thép chủ). Hình ảnh này thể hiện biến dạng ngang tiết diện đã vượt quá giới hạn biến dạng kéo của vật liệu BT. Đây là biểu hiện trạng thái rất nguy hiểm đối với kết cấu, vì cấu kiện có thể bị phá hủy đột ngột bất kỳ lúc nào sau đó do mất ổn định.
- Nứt vuông góc với trục làm việc của cấu kiện. Đối với cấu kiện chịu uốn. Vết nứt này nếu từ phía dưới tiết diện đi lên, có liên quan mật thiết đến tình trạng cong võng lớn, đến việc giảm yếu khả năng làm việc chịu uốn và chịu cắt. Riêng đối với cột BTCT chịu nén lệch tâm, trạng thái vết nứt này thường đi đôi với tình trạng cong phát triển nhanh dẫn đến mất ổn định của cấu kiện.

Nứt từ phía trên phát triển xuống □ là do mômen uốn tại gối của dầm liên tục và dầm conson. Ngoài ra, vết nứt cắt ngang toàn bộ tiết diện thường liên quan xuất hiện ở cấu kiện chịu kéo (Thanh cánh hạ và thanh xiên chịu kéo của dàn) hay cột bị nhổ với lực lớn.

- Vết nứt xiên□ liên quan đến tình trạng phá hủy do tác dụng của lực cắt trên cấu kiện chịu uốn; Do tác dụng cục bộ của tải trọng truyền lên đỉnh hoặc chân cột..

Một số trường hợp nứt khác có thể xảy ra khi: BT vùng nén đạt ứng suất phá hoại và tiến tới hình thành khớp dể; Dầm nứt do BT bị cacbonat hóa- Vết nứt khi đó phân bố không theo quy luật rõ rệt, tại các vị trí này, BT bị bong tróc từng mảng trên bề mặt cấu kiện. Hình ảnh nứt dạng này có thể là biểu hiện đồng thời của tình trạng BT bị cacbonat hóa và rỉ cốt thép.

Vết nứt xiên□ liên quan đến tình trạng phá hủy do tác dụng của lực cắt trên cấu kiện chịu uốn; Do tác dụng cục bộ của tải trọng truyền lên đỉnh hoặc chân cột□

🔧 Đặc điểm nứt trên kết cấu bản - Sàn hay mái BTCT

Trạng thái nứt do tải trọng tác dụng : phụ thuộc vào sơ đồ làm việc của kết cấu ô bản và đặc điểm kích thước, sự liên kết của chúng với gối tựa là tự do hay ngàm.

- Vết nứt vuông góc với phương làm việc uốn của bản - Đường nứt phân bố theo 1 hoặc 2 phương tại vùng giữa nhịp ở mặt phía dưới bản; theo 1 phương tại vùng gối phía mặt trên bản.
- Vết nứt theo đường chéo bên dưới ô bản - trường hợp ô bản ngàm 4 cạnh, có kích thước 2 phương xấp xỉ bằng nhau với tác dụng của tải trọng tập trung tại vùng giữa ô bản.
- Trạng thái nứt do rỉ cốt thép:
Nứt dọc cốt thép theo 1 phương hoặc cả 2 phương - do rỉ làm bong tách lớp BT bảo vệ.
- Trạng thái nứt kèm theo bong tróc do cacbonat hóa lớp BT mặt ngoài bản BTCT. Các đường nứt xuất hiện rải rác trên bề mặt cấu kiện, không theo quy luật nhất định nào, kèm theo bong tróc từng mảng lớn nhỏ khác nhau.

Trường hợp kết cấu bản bị vận vênh do gối tựa bị chuyển vị không đều, có thể hình thành vết nứt chéo cục bộ ở các góc bản.

🔧 Nứt trên kết cấu gỗ

Vật liệu gỗ mang đặc điểm là có cấu trúc với nhiều lớp thớ và luôn tồn tại các khuyết tật như mắt, sọc phân bố trên cấu kiện không theo một quy luật nhất định. Vì vậy việc vết nứt xuất hiện sớm hay muộn, dài hay ngắn tại các vùng, miền khác nhau trên kết cấu không nhất thiết phụ thuộc vào điều kiện lực tác dụng cũng như trạng thái làm việc trên công trình.

Thông thường, các vết nứt trên kết cấu gỗ chạy dọc song song với trục cấu kiện. Khi đi qua vùng có mắt, sọc hoặc chi tiết mộng liên kết, đường nứt có thể phát triển theo đường xiên so với trục cấu kiện. Những vết nứt dạng này có thể xuất hiện ở hầu hết các cấu kiện làm việc khác nhau (kéo, nén, uốn v.v.). Trạng thái nứt dọc còn do hậu quả của hiện tượng co ngót không đều giữa các thớ gỗ, do tác dụng của điều kiện môi trường nhiệt ẩm.

Trường hợp vết nứt hình thành vuông góc với trục cấu kiện bao giờ cũng là biểu hiện đứt gãy của các thớ gỗ khi chúng bị phá hoại do làm việc chịu kéo hoặc chịu cắt.

Cần lưu ý: Những vết nứt này không phải bao giờ cũng liên quan đến điều kiện chịu lực. Sự nguy hiểm do nứt gây nên phải được xem xét kết hợp với trạng thái làm việc của kết cấu.

b) Hư hỏng và khuyết tật trên kết cấu thép

Trên kết cấu xây dựng bằng vật liệu thép cũng như bằng kim loại nói chung, trong bước khảo sát mặt ngoài công trình cần quan tâm một số khuyết tật thường gặp là:

- Rỉ vật liệu thép. Trong thực tế, tình trạng rỉ thép có thể ở các mức độ rất khác nhau: rỉ đều trên bề mặt; rỉ cục bộ, có chỗ ăn sâu vào tiết diện; rỉ sâu diện rộng, chiếm tỷ lệ đáng kể so với tiết diện chịu lực □
- Tình trạng biến hình, cong vênh cục bộ làm cho cấu kiện làm việc kém hiệu quả, độ võng, chuyển vị và biến dạng tăng.
- Trạng thái ổn định kết cấu phụ thuộc nhiều vào sự làm việc và chất lượng của hệ giằng néo định vị kết cấu trong và ngoài mặt phẳng, vào đặc điểm và chất lượng của liên kết (bao gồm liên kết bulông, đinh tán) và gối tựa truyền lực giữa các cấu kiện.
- ảnh hưởng của mối mọt và ẩm mốc

Tình trạng mối mọt và ẩm mốc thường xuất hiện đối với kết cấu mái, vùng có hệ thống thoát nước mưa chạy qua, nơi tiếp xúc thường xuyên với nước sinh hoạt, nước thải. Đó là khu vực sàn nhà WC, sàn bếp, hành lang, khu bancon, logia, mạch ghép nối thi công có khuyết tật v.v.

c) Một số hư hỏng và khuyết tật khác

Ngoài những hư hỏng vừa nêu trên, trong nội dung khảo sát mặt ngoài, nhất là đối với công trình cũ, cần lưu ý một số khuyết tật sau đây :

- Tình trạng bong tróc, hoen ố lớp sơn, lớp bảo vệ phủ mặt kết cấu.
- Tình trạng phong hóa, ăn mòn, mủn vỡ vật liệu.

Những khuyết tật kể đều có quá trình hình thành theo thời gian khai thác công trình. Vì chúng phát triển một cách chậm chạp, từ từ, nên người sử dụng và quản lý ít quan tâm. Trong nhiều trường hợp, chính bắt nguồn từ những khuyết tật bề mặt này đã tạo nên nguyên nhân tiềm ẩn cho sự hình thành sự cố, gây nguy hiểm cho toàn công trình. Nói chung, những khuyết tật bộc lộ trên bề mặt ngoài đều phản ánh một phần thực trạng chất lượng vật liệu và sự làm việc của chúng bên trong cấu kiện.

Những thông tin và số liệu khai thác được trong bước khảo sát này, nếu chưa đủ để đánh giá và kết luận theo mục tiêu đặt ra trong kiểm định thì kết quả khảo sát ở bước tiếp theo sẽ được bổ sung. Mặt khác, những biểu hiện bên ngoài còn cho gợi ý xem nội dung nào cần đi sâu khảo sát bên trong kết cấu để đạt được đánh giá và kết luận toàn diện hơn.

5.4.3 Bước III - Khảo sát chất lượng bên trong công trình

Công việc khảo sát chất lượng bên trong kết cấu công trình có phức tạp hơn so với khảo sát mặt ngoài. Nó đòi hỏi đầu tư nhiều hơn về phương tiện thiết bị thí nghiệm, về thời gian cũng như công sức thực hiện. Những thông tin về chất lượng vật liệu và cấu kiện nhận được trong giai đoạn này phần lớn đều bằng phương pháp thí nghiệm không phá hoại (Nội dung và nguyên lý phương pháp thí nghiệm KPH cùng các thiết bị tương ứng □ xem chương 2). Chúng cho phép tiến hành thí nghiệm trực tiếp trên kết cấu tại hiện trường. Chỉ trong trường hợp cho phép mới thực hiện lấy mẫu thuận và tiến hành thí nghiệm phá hoại trên mẫu thử.

Những thông tin và số liệu liên quan đến chất lượng bên trong cấu kiện bao gồm :

- Cấu tạo và kích thước của chi tiết bên trong kết cấu.
- Hiện trạng chất lượng vật liệu trong kết cấu và liên kết.
- Tình trạng hư hỏng và khuyết tật trong kết cấu chịu lực.

Những kết quả kể trên cùng với thông tin nhận được từ kết quả khảo sát bên ngoài là nguồn cung cấp đầu vào cho thiết kế để tính toán kiểm tra lại khả năng chịu lực và sự làm việc của hết cấu.

Tùy thuộc mục tiêu kiểm định và đặc điểm công trình, việc khảo sát chất lượng bên trong có thể chọn một số trong những kết cấu cơ bản thuộc công trình kiểm định, bao gồm :

- Kết cấu móng.
- Kết cấu tường chịu lực.
- Kết cấu khung BTCT - gồm cột và dầm.
- Kết cấu sàn,
- Kết cấu mái.
- Cầu thang.

5.4.3.1. Kiểm tra kết cấu móng

Yêu cầu kiểm tra kết cấu móng được đặt ra khi :

- Công trình có biểu hiện lún □ nghiêng.
- Trong sửa chữa, cải tạo công trình, có nhu cầu bổ sung tải trọng tác dụng lên móng.
- Có sự nghi ngờ hoặc không rõ ràng về kích thước, cấu tạo và chất lượng móng.
- Cần kiểm tra lại móng bằng tính toán.
- Hồ sơ thiết kế và hồ sơ hoàn công móng công trình bị thất lạc hoặc không đầy đủ.

Công tác khảo sát móng thường phải thực hiện với một số nội dung sau :

+ Căn cứ đặc điểm chung công trình và đặc điểm riêng của hệ kết cấu móng, xác định số lượng móng cần khảo sát. Trên cơ sở đó chọn trên mặt bằng vị trí các hố đào khảo sát móng. Những hố đào này một mặt ở vị trí đại diện cho kết cấu móng chịu lực, một mặt phải thuận tiện cho công việc đào hố, đo đạc khảo sát, nhưng không ảnh hưởng đến những bộ phận khác như hệ thống kỹ thuật điện, đường ống cấp thoát nước, bể phốt v.v.

+ Đào hố móng để bộc lộ hầu hết những chi tiết cơ bản của móng để tiến hành kiểm tra kích thước, cấu tạo (Đo vẽ kết cấu móng) và chất lượng móng (Sử dụng thiết bị dò cốt thép và thiết bị thí nghiệm không phá hoại kiểm tra chất lượng vật liệu BT- đối với móng BTCT; kiểm tra chất lượng gạch - đối với móng gạch).

Ghi chép tại chỗ những nhận xét, ghi chú về đặc điểm nền đất dưới đế móng, cao trình mực nước ngầm, tình trạng khuyết tật bề mặt v.v. với sự trợ giúp của chụp ảnh kèm theo sơ đồ, hình vẽ.

5.4.3.2. Khảo sát hiện trạng chất lượng kết cấu chịu lực phần thân công trình

Số lượng kết cấu phần thân công trình rất nhiều và đa dạng về chủng loại, chức năng làm việc, số lượng mỗi loại v.v. Việc lấy kết cấu nào để khảo sát phải có sự lựa chọn một cách thận trọng theo nguyên tắc cần và đủ nhằm khai thác thông tin phục vụ đánh giá và kết luận về hiện trạng chất lượng công trình theo mục tiêu kiểm định.

Trước khi bắt tay vào kiểm tra một loại kết cấu, tiến hành xác định trên đó những cấu kiện cụ thể để thực hiện khảo sát, trên cơ sở phân tích đặc điểm làm việc kết hợp điều kiện cho phép tiếp cận kiểm định tại hiện trường và kết quả khảo sát trên mặt ngoài công trình vừa thực hiện. Mặt khác, nội dung và khối lượng khảo sát kết cấu phần thân công trình về cơ bản phải bám sát theo đề cương đã thống nhất với chủ đầu tư. Nhìn chung, công việc khảo sát kết cấu phần thân tuy có thuận lợi hơn so với phần ngầm, nhưng phải thực hiện với số lượng cấu kiện lớn, nên đây là khâu tốn nhiều công sức và kéo dài thời gian nhất.

Trên cơ sở những nguyên tắc nêu trên, có thể đề cập đến việc một số kết cấu chịu lực cơ bản sau đây :

Kết cấu tường gạch - đá.

- Lấy mẫu gạch và vữa từ khối xây phục vụ thí nghiệm phá hoại (Thực hiện trong trường hợp cho phép, với số lượng mẫu – lấy theo quy định của tiêu chuẩn).

- Tiến hành thí nghiệm kiểm tra chất lượng gạch và vữa bằng phương pháp thí nghiệm không phá hoại.

Kết cấu khung BTCT

Đối với kết cấu BTCT nói chung, nội dung khảo sát đầy đủ thường qua 2 bước: Khảo sát cốt thép bằng phương pháp điện tử và kiểm tra chất lượng BT bằng phương pháp thí nghiệm KPH (*Sử dụng một trong 2 phương pháp Súng bật nảy, Siêu âm hoặc cả 2 phương pháp kết hợp*).

Khi khảo sát cấu kiện cột và dầm trên khung, cần kể đến tính chất đối xứng hình học, tính liên tục và đặc điểm cấu tạo quy định trong thiết kế. Ngoài ra, trong khảo sát, còn lưu ý đến dạng kết cấu BTCT thông thường và BTCT có ứng lực trước.

Kết cấu bản sàn BTCT

Trên mỗi kết cấu sàn nói chung, có phân chia thành nhiều ô bản với kích thước khác nhau. Có thể dựa vào những quy định của thiết kế và kinh nghiệm thực tế để tiến hành chọn ô sàn khảo sát. Chúng phải mang tính điển hình, đại diện cho kết cấu kiểm tra. Trong đó có kể đến đặc điểm ô bản thuộc chủng loại kết cấu nào trong các hệ :

- + Sàn lắp ghép với bản gồm những cấu kiện lắp ghép đơn giản tựa lên tường gạch hay hệ dầm khung.
- + Sàn toàn khối với các ô bản thi công liên tục, gối trên hệ dầm chính và dầm phụ (*Kết cấu sàn sườn, sàn với cốt thép ULT, sàn thuộc các tầng và sàn mái bằng có thể khác nhau*).
- + Sàn BTCT không dầm với các ô bản gối trực tiếp lên cột.

Trong thực tế, phía bên trên bản có những lớp trát, lát phủ, che khuất bề mặt theo cấu tạo. Việc khảo sát thực hiện từ phía bên dưới bản sẽ thuận tiện hơn. Trường hợp BT ở mặt trên cấu kiện ở trạng thái tự do, thì khi tiến hành thí nghiệm kiểm tra chất lượng BT, cần kết hợp gia công phẳng nhẵn bề mặt với việc mài tẩy, bóc lớp BT ở trên cùng (*Tại đây, chất lượng BT thường thấp hơn so với BT bên trong*).

Riêng đối với sàn bằng gỗ với 2 cấu kiện chính là dầm và bản □ Việc khảo sát thực hiện như đối với kết cấu bằng vật liệu gỗ nói chung.

Kết cấu mái

Phân biệt 2 dạng kết cấu mái là dạng mái bằng và mái dốc. Bộ phận chính của mái gồm bộ phận chịu lực và bộ phận bao che.

Yêu cầu khảo sát mái đặt ra trong các trường hợp :

Mái bị thấm dột, nứt hoặc những hư hỏng cục bộ khác ảnh hưởng đến chức năng bao che, thoát nước mưa

- + Khi có nhu cầu thay đổi nội dung sử dụng mái (*chẳng hạn cải tạo nâng tầng, sử dụng mái hiện tại thành sàn của tầng sẽ coi thêm; bổ sung tải trọng mới tác dụng lên trên kết cấu mái v.v.*).

Khảo sát mái bằng

Thông thường, bộ phận chịu lực của mái bằng cũng được thi công tương tự như kết cấu sàn các tầng bên dưới. Khi đó, việc khảo sát kết cấu sàn cũng thực hiện giống như nêu ở mục III.2.3.

Ngoài ra, bằng cách đục tẩy cục bộ ở một số vùng, tiến hành kiểm tra kích thước và cấu tạo các lớp mái (*Bao gồm lớp tạo dốc, chống nóng – cách nhiệt; lớp chống thấm – cách nước; lớp bao che phủ mặt mái cùng chi tiết thoát nước mưa v.v.*).

Khảo sát mái dốc

Kết cấu mái dốc, bao gồm các bộ phận chính sau đây:

- **Kèo mái** – bằng gỗ hoặc bằng thép .
- Hệ xà gỗ-cấu phong, litô bằng gỗ - đỡ vật liệu ngói lợp mái.
Hệ xà bằng gỗ hoặc bằng thép hình - đỡ tôn lợp mái.
- Trần mái - có thể là loại trần cứng như kết cấu sàn (*Sàn trần tầng áp mái*); có thể là loại trần treo bằng vật liệu nhẹ.

Ngoài ra, một số kết cấu phụ trợ khác thuộc kết cấu mái cũng có thể đề cập đến trong khảo sát, đó là hệ giằng ổn định mái, chi tiết liên kết hàn, bulông, đinh tán □ Đối với kết cấu sử dụng vật liệu thép, hoặc bằng liên kết ghép mộng, keo dán, chốt đinh hay bulông - Đối với kết cấu gỗ v.v.

Theo dạng kết cấu trên, tiến hành khảo sát với những thông tin về nứt, biến hình bong tách. vồng, cong vênh, rỉ, mục mủn, mối mọt, gãy nát v.v. tùy thuộc vào đặc điểm vật liệu sử dụng và hiện trạng làm việc của chúng. Vấn đề quan tâm chung là tình trạng thấm dột và những hư hỏng khác ảnh hưởng đến chức năng bao che của kết cấu mái.

Cầu thang

Tùy thuộc vào thể hệ xây dựng, cầu thang trong công trình, có thể gặp với 2 loại chính là : cầu thang bộ và cầu thang máy. Hầu hết những ngôi nhà với số tầng từ 5 □ 6 tầng trở lên hiện nay đều có lắp đặt thang máy. Kết cấu chịu lực của lồng thang máy chủ yếu được thi công bằng BTCT. Việc khảo sát chất lượng của chúng về cơ bản thực hiện tương tự như đối với kết cấu cột khung BTCT.

Riêng đối với **cầu thang bộ**, trên công trình có thể gặp các dạng sau ;

- **Cầu thang bằng gạch - đá xây cuốn**, gặp ở công trình cổ, thấp tầng □ Nội dung công việc khảo sát giống như đối với kết cấu tường bằng gạch - đá.
- **Cầu thang bằng gỗ** (Kể cả dầm, cốn và bản thang), gặp ở công trình quy mô không lớn, thấp tầng □ Nội dung công việc khảo sát giống như đối với kết cấu sàn bằng gỗ.
- **Cầu thang bằng thép** (Vật liệu thép dùng chủ yếu cho dầm, cốn, còn bản thang có thể bằng BT hoặc bằng gỗ), gặp ở công trình cổ, nhà thấp tầng hoặc cầu thang bảo hiểm nhà cao tầng □ Nội dung công việc khảo sát giống như đối với kết cấu thép nói chung.
- Cầu thang dùng vật liệu hỗn hợp BT □ gỗ; Thép - BT hoặc thép □ gỗ có kết hợp phương tiện liên kết khác nhau (Hàn, đinh tán, bulông, BT lấp ghép hay đổ tại chỗ), gặp không nhiều ở một số nhà thấp tầng.

Trong mọi trường hợp, sự làm việc của cầu thang không tách rời đối với sự làm việc của kết cấu liên quan khác (sàn, cột, dầm khung). Vì vậy, kết quả khảo sát cầu thang sẽ góp phần đánh giá hiện trạng chất lượng chung của tổng thể công trình. Riêng đối với nhà lắp ghép tấm lớn và loại kết cấu □ nhà ống □, cầu thang luôn là khu vực nhạy cảm nhất đối với những biến động trên công trình.

Ghi chú: Lấy mẫu thử trên kết cấu công trình phục vụ kiểm tra chất lượng bên trong công trình

(Thực hiện thí nghiệm phá hoại trong phòng thí nghiệm)

Việc lấy mẫu thử từ kết cấu công trình thông thường được thực hiện bằng phương pháp khoan, cắt phôi hoặc mẫu lấy trực tiếp từ kết cấu đang làm việc trên công trình. chúng chỉ thực hiện khi thật sự cần thiết và phải đảm bảo an toàn tuyệt đối cho bản thân kết cấu bị lấy mẫu cũng như cho toàn công trình.

Quá trình lấy mẫu thực hiện theo những yêu cầu chỉ dẫn trong tiêu chuẩn “Phương pháp lấy mẫu thử và bảo dưỡng mẫu thử”. Nói chung, cần tuân theo một số nguyên tắc cơ bản là :

1. Lấy mẫu trên cấu kiện hay chi tiết kết cấu không tham gia chịu lực (ở bộ phận cấu tạo, cấu kiện không tham gia chịu lực hoặc chịu lực không đáng kể. Trong mọi trường hợp, trước khi lấy mẫu lấy mẫu, kết cấu phải được gia cường cục bộ thật ổn định. Sau khi lấy mẫu xong, phải gia cố hoàn trả lại ngay trạng thái như lúc ban đầu.
2. Việc khoan cắt lấy mẫu phải thực hiện bằng thiết bị và phương tiện chuyên dùng với khối lượng vừa đủ gia công mẫu, không gây ảnh hưởng đến chất lượng vật liệu mẫu thử (Trường hợp cắt bằng hàn – phải tính đến phần dư sẽ cắt bỏ đi lúc gia công mẫu nhằm loại trừ ảnh hưởng của nhiệt do hàn gây nên).

5.5 □ THÍ NGHIỆM THỬ TẢI KẾT CẤU VÀ CÔNG TRÌNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

Công việc kiểm tra chất lượng kết cấu và công trình bằng thử tải nói chung, không phải bao giờ cũng thực hiện và đối với mọi công trình. Nó chỉ tiến hành khi thực sự cần thiết, tức là để đánh giá chất lượng kết cấu công trình, không có biện pháp nào khác thay thế và hiệu quả hơn. Vì vậy, công tác thí nghiệm thử tải được thực hiện khi có cơ sở rõ ràng sau đây:

1. Theo chỉ định của thiết kế □ Thí nghiệm thử tải coi là khâu bắt buộc phải thực hiện phục vụ nghiệm thu kỹ thuật đối với kết cấu công trình.
2. Theo yêu cầu của chủ đầu tư với nội dung thử tải đã thống nhất nêu trong đề cương kiểm định.

Về lý do phải thực hiện thử tải có thể gặp trong rất nhiều trường hợp khác nhau, chẳng hạn :

- Thử tải bằng nén tĩnh cọc móng trước khi tiến hành thi công cọc đại trà hoặc trước khi nghiệm thu cọc để thi công đài móng (Đối cả với cọc ép, cọc đóng, cọc khoan nhồi).
- Thử tải kết cấu công trình trước khi nghiệm thu đưa công trình vào sử dụng (Thử tải sàn nhà sàn xuất, nhà thi đấu, nhà hội trường, nhà kho □ trước khi cho phép vận hành thiết bị và đưa công trình vào khai thác v.v. Những công trình này thường liên quan đến an toàn của số đông cộng đồng dân cư, công trình quan trọng với kinh phí đầu tư lớn) .
- Thử tải phục vụ nghiệm thu kỹ thuật sau khi hoàn thành thi công xử lý sự cố, sửa chữa, gia cố những công trình tương tự như nêu trên trước khi cho phép nghiệm thu đưa công trình trở lại hoạt động.

Thử tải phục vụ nghiệm thu kỹ thuật đối với một số công trình phức tạp, đòi hỏi độ an toàn rất cao, nhằm loại trừ sự cố có thể xảy ra.

Phương pháp thí nghiệm thử tải thực hiện theo những nguyên lý của thí nghiệm với tải trọng tĩnh hay tải trọng động □ xem nội dung trình bày ở chương 2 và chương 3.

Trước khi tiến hành thử tải phải tiến hành một loạt công tác chuẩn bị, trong đó, ngoài những việc chuẩn bị cho thí nghiệm thông thường, cần phải chú ý đến một số đặc điểm trong thí nghiệm chất tải đối với kết cấu tại công trình, đó là:

- ✓ **Trong thiết kế thí nghiệm. Kết cấu thử tải trên công trình phải là kết cấu đại diện về mặt chịu lực, về tính ổn định, chất lượng kết cấu, có chứa đựng những khuyết tật hay sự cố mang tính điển hình v.v.**

(Sơ đồ chất tải thí nghiệm – phụ thuộc vào sơ đồ làm việc thực tế của kết cấu trên công trình; sơ đồ bố trí thiết bị đo – căn cứ vào trạng thái ứng suất biến dạng, chuyển vị của kết cấu ở trên cao, điều kiện tiếp cận, theo dõi khó khăn).

- ✓ Chọn phương tiện làm tải trọng và trình tự chất tải lên kết cấu (Với lượng tải trọng cần và đủ, nhưng thường phải huy động khối lượng nhân lực và phương tiện làm tải trọng lớn hơn nhiều so với những thí nghiệm kết cấu riêng lẻ).
- ✓ Thi công hệ thống chống đỡ, phương tiện bảo hiểm, đảm bảo che chắn và an toàn cho người tham gia thực hiện thí nghiệm, thiết bị đo và cho bản thân công trình.

5.6 XỬ LÝ KẾT QUẢ KHẢO SÁT

Công tác xử lý kết quả khảo sát phải thực hiện theo một trình tự nhất định, nhằm không bỏ sót thông tin, số liệu nhận được trong các bước tiến hành. Kết quả xử lý phải bao quát được đầy đủ mọi nội dung và khối lượng đề cập đến trong kế hoạch thực hiện theo đề cương kiểm định.

Nội dung xử lý kết quả khảo sát bao gồm :

- 1) Tập hợp kết quả khảo sát, kiểm tra, đo đạc và thí nghiệm. Chúng được trình bày và thể hiện ở dạng bảng số, hình vẽ, sơ đồ kèm theo những nhận xét, mô tả và ghi chú.
- 2) Tính toán kết quả khảo sát, kiểm tra, đo đạc và thí nghiệm. Trong đó nêu trình tự, công thức áp dụng trong tính toán, theo chỉ dẫn của tiêu chuẩn hiện hành.
Kết quả tính toán và xử lý chúng thể hiện ở dạng bảng biểu, kèm theo là biểu đồ trình bày quan hệ thực nghiệm giữa các đại lượng hoặc biểu thức thực nghiệm.
- 3) Phân tích kết quả khảo sát với việc phán đoán và xác định sự liên quan, sự phụ thuộc, hậu quả và mối liên hệ giữa các hiện tượng xảy ra trên công trình.
- 4) Xác định nguyên nhân gây nên những hư hỏng, khuyết tật và sự cố. Trình bày những nhận xét về hiện trạng đối với kết cấu kiểm tra.
- 5) Đánh giá những ảnh hưởng của các yếu tố tác dụng trực tiếp và gián tiếp, mối quan hệ qua lại giữa các tác dụng đó đối với sự làm việc và chất lượng công trình.
Tiến hành chọn lọc những kết quả điển hình sử dụng làm căn cứ cho việc đánh giá kết quả khảo sát.
- 6) So sánh kết quả khảo sát sau xử lý với những quy định của thiết kế, của chỉ dẫn và tiêu chuẩn xây dựng hiện hành có liên quan đến nội dung kiểm định công trình.
- 7) Tổng hợp kết quả kiểm định với những nhận định và chứng cứ một cách cụ thể về hiện trạng công trình, về những đáp ứng vấn đề đặt ra trong kiểm định.

5.7 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả của công tác kiểm định phải phản ánh rõ thực trạng công trình, đồng thời qua đó đề xuất hướng giải quyết những vấn đề đặt ra trong kiểm định. Đó chính là yêu cầu cần thể hiện trong nội dung kết luận và kiến nghị

Nội dung kết luận

Kết luận trong kiểm định chính là câu trả lời trực tiếp những vấn đề đáp ứng mục tiêu cần đạt trong kiểm định. Nói cách khác, kết luận là thể hiện thái độ, quan điểm của người kiểm định trong việc xử lý đối với công trình trên cơ sở những cứ liệu thu được trong kết quả kiểm định, theo mục tiêu mà bên đặt hàng yêu cầu

Nội dung kiến nghị

Với đầy đủ những kết quả có được trong tay, với sự nắm bắt bản chất mọi sự việc của hiện trạng công trình, đơn vị kiểm định có thể đưa ra kiến nghị với một số nội dung sau đây:

- 1) Những việc phải làm ngay nhằm đảm bảo an toàn cho sử dụng và công trình.
- 2) Đề xuất phương án thực hiện việc xử lý công trình.
- 3) Thời gian cần thực hiện việc xử lý công trình theo những kết luận trong báo cáo kết quả kiểm định.

(Điều này mang tính thời sự. Trường hợp kéo dài hay không thực hiện việc xử lý như kiến nghị, rất có thể tình hình công trình đã diễn biến khác đi, nội dung đánh giá và kết luận vừa đưa ra có thể không còn phù hợp nữa)

PHU LUC CHƯƠNG 5

CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM CỦA KẾT CẤU THEO KẾT QUẢ KIỂM ĐỊNH

A - TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM ĐỐI VỚI KẾT CẤU MÓNG

1- Khả năng chịu lực : Giảm yếu khả năng chịu lực $\{G\} < 85\%$ so với tải truyền xuống móng.

2 - Tình trạng lún móng :

- Lún lớn - Giá trị lún $\Delta > 2\text{mm/tháng}$
- Lún tiếp tục phát triển và không đều - Phát triển lún không ngừng trong 2 tháng theo dõi
- Lún kèm theo trôi trượt - Chuyển vị trôi trượt $\Delta > 10\text{ mm}$.

3 - Tình trạng nghiêng móng :

- Nghiêng lớn - Nghiêng cục bộ $\tau = f/H > 1\%$ (H - chiều cao nhà)

4 - Nứt thân móng:

Nứt đứng, Nứt chéo, Nứt ngang :

- Nứt mở rộng $\delta > 10\text{mm}$.
- Nứt phát triển không ngừng sâu vào thân móng.
- Nứt tường bên trên móng với độ mở rộng $\delta > 10\text{mm}$

5 □ Phong hóa, già cỗi vật liệu móng:

Cacbonat hóa BT, gạch, cốt thép rỉ :

- Bê tông, gạch bị vụn vỡ, mủn, thân móng đứt gãy, cong, nghiêng lệch, trôi trượt □

B - TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM ĐỐI VỚI KẾT CẤU TƯỜNG

1- Khả năng chịu lực : Giảm yếu khả năng chịu lực $\{G\} < 85\%$ so với tải truyền xuống tường.

2- Tình trạng nứt : Nứt đứng, Nứt ngang, Nứt chéo

- Nứt đứng trên tường gạch, với độ mở rộng $\delta > 5\text{ mm}$; Sâu $\beta_n > 1/2$ so với bề dày d của tường.
- Nhiều đường nứt đứng $\delta > 1\text{mm}$, phát triển với độ dài $L_n > 1/3$ chiều cao tường h.
- Nứt ngang $\delta > 1\text{ mm}$.

Nứt chéo vùng giữa tường $\delta > 0,4\text{ mm}$.

3- Chuyển vị nghiêng: Nghiêng lớn, Nghiêng cục bộ

- Nghiêng $\tau = f/H > 1/500$ chiều cao H hoặc $f > 30\text{ mm}$.

4- Chất lượng BT, gạch: Cacbonat hóa BT, gạch

- Bê tông, gạch bị bộp, mủn, phồng rộp, bong tróc... Giảm yếu tiết diện $\beta > 1/3$ so với tiết diện thiết kế A_0 ,

5- Rỉ cốt thép : Rỉ sâu, Diện rộng

- Bong tróc lớp BT bảo vệ, nứt dọc cốt thép $\delta > 1\text{ mm}$.
- Cột thép rỉ nghiêm trọng và lộ nhiều chỗ □

6- Liên kết khoang tường với kết cấu bên cạnh: Mất tác dụng liên kết.

Phá vỡ BT, đứt gạch, cốt thép rỉ, biến dạng lớn,

C - TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM ĐỐI VỚI KẾT CẤU SÀN & CẦU THANG

1- Khả năng chịu lực : Giảm yếu khả năng chịu lực $\{G\} < 85\%$ so với tải tác dụng lên ô sàn, bản thang.

2- Tình trạng nứt : Nứt đứng; Nứt chéo; Nứt quanh ô sàn, cầu thang.

- Nứt đứng $\delta > 1\text{ mm}$.
- Nứt chéo $\delta > 0.4\text{mm}$.
- Nứt xung quanh ô bản hay nứt chéo giữa ô bản.
- Nứt sâu vào bản $\tau = 2/3$ chiều dày.

3- Tình trạng võng : Võng lớn.

- Độ võng $f > 1/150$ so với nhịp ô sàn L_0 kèm theo nứt với độ mở rộng $\delta > 1\text{ mm}$.

4- Tình trạng chuyển dịch gối tựa : Chuyển dịch ngang lớn.

- Gối tựa ô sàn và tấm thang lên tường hay dầm thu hẹp: Đoạn gối $L_g < 70\%$ so với độ dài gối L_0 theo thiết kế

5- Tình trạng rỉ cốt thép: Rỉ sâu, bong tróc lớp Bê tông bảo vệ

- Cốt thép rỉ mòn nặng, nứt dọc cốt chủ $\delta > 1\text{ mm}$.
- Giảm tiết diện cốt thép $\beta > 1/3$ mặt cắt F_0
- Lộ cốt thép nhiều chỗ.

6- Chất lượng BT: Cacbonat hóa BT

- Xốp, mủn, phồng rộp bề mặt, bong tróc làm giảm bề dày bản $\beta > 1/3$ so với bề dày thiết kế.

7- Liên kết ô sàn, cầu thang: Mối nối mất tác dụng liên kết.

Phá vỡ BT, cốt thép rỉ, biến dạng lớn, bê tông bảo vệ nứt $\delta > 1$ mm hoặc lộ cốt thép nhiều chỗ.

D - TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM ĐỐI VỚI KẾT CẤU THÉP

1- Khả năng chịu lực : Giảm yếu khả năng chịu lực $\{G\} < 85\%$ so với tải tác dụng lên kết cấu.

2- Chuyển vị: Vồng lớn, trôi trượt.

- Độ vồng $f > 1/250$ so với nhịp cấu kiện L_0 hoặc lớn hơn 45 mm

3- Tình trạng ổn định kém: Cong vênh. Liên kết mất tác dụng

- Cong lớn hơn $L_0 / 600$, vẫn còn tiếp tục phát triển; Cong ngoài mặt phẳng lớn hơn $L_0 / 500$ hoặc lớn hơn 40 mm.

Liên kết giằng chống mất hiệu lực

E - TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM ĐỐI VỚI KẾT CẤU GỖ

1- Khả năng chịu lực : Giảm yếu khả năng chịu lực $\{G\} < 90\%$ so với tải tác dụng lên kết cấu.

2- Chuyển vị: Vồng lớn.

- Độ vồng $f > 1/120$ so với nhịp cấu kiện L_0 kèm theo nứt dọc thân gỗ, phần nằm hay gối lên tường bị mục mủn.

- Độ vồng $f > 1/150$ so với nhịp cấu kiện L_0 kèm theo khuyết tật chất lượng gỗ: mắt , nứt chéo□

3- Biến dạng cấu kiện chịu nén: Cong, uỳnh lớn

- Độ cong $f > 1/150$ so với chiều cao cột h_0 kèm theo diện mục nát chân cột $> 1/5$ tiết diện thiết kế, đỉnh nứt bổ.

4- Biến dạng cấu kiện chịu kéo-uốn: Nứt chéo lớn

- Thớ có độ chéo lớn.

Nứt chéo lớn hơn 7%; 10% và 15% - tương ứng đối với cấu kiện chịu kéo; chịu uốn và nén lệch tâm.

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TRONG KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Việc đánh giá đối với một kết cấu nào đó, mặc dù về nguyên tắc, phải căn cứ và bám sát những kết quả khảo sát, đo đạc, kiểm tra và thí nghiệm, nhận được trong các giai đoạn khảo sát, nhưng nó lại phụ thuộc chủ yếu vào nhận thức, cách nhìn, quan điểm của người đánh giá và nhất là kinh nghiệm, khả năng cảm nhận đối với sự làm việc của kết cấu công trình cùng sự đầu tư chất xám của chuyên gia thực hiện kiểm định.

Nếu việc đánh giá càng sát với hiện trạng công trình, đánh giá từ nhiều phía quan sát với kết quả tập hợp lượng thông tin tối đa, đánh giá với sự phân tích chi tiết có kể đến mọi yếu tố ảnh tác dụng và ảnh hưởng đến kết cấu v.v., thì kết luận sẽ càng tiếp cận đến hiện thực, đạt độ chuẩn xác càng cao. Vì vậy, để hạn chế những ảnh hưởng mang tính chủ quan nêu trên, đồng thời tăng hiệu quả của công tác kiểm định, ta nên thống nhất cách tiến hành đánh giá theo phương pháp tổng quát sau:

1. ĐÁNH GIÁ THEO VAI TRÒ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU TRONG CÔNG TRÌNH

- ✓ Trước hết cần phân biệt thật rõ ràng vai trò làm việc của từng cấu kiện, kết cấu hay bộ phận kết cấu trong tổng thể công trình. Tức là phải xác định **kết cấu nào là chịu lực chính, là phụ trợ, là cấu tạo**□Đồng thời, trong những trạng thái khác nhau khi chịu lực, vai trò của chúng có thể phát huy như thế nào trong thực tế.

(Chẳng hạn đối với nhà lắp ghép tấm lớn, khi làm việc bình thường, các mối nối theo phương ngang hầu như chỉ giữ vai trò phụ trợ, nội lực trong đó gần như bằng 0. Nhưng ở trạng thái ngói nhà bị lún không đều, mối nối lúc này mới phát huy vai trò neo giữ các tấm sàn và tường.

Cũng tương tự – Đối với hệ giằng cấu tạo bố trí dọc nhà, theo phương vuông góc với kết cấu khung và kèo mái của nhà công nghiệp. Khi một trong số khung và vì có chuyển vị lớn hay xảy ra biến dạng ngoài mặt phẳng, hệ giằng này lập tức đảm nhiệm việc neo giữ ổn định, đồng thời huy động hệ kết cấu xung quanh cùng tham gia giảm tải trọng cho chúng .

2 - ĐÁNH GIÁ THEO MỨC ĐỘ ẢNH HƯỞNG CỦA HƯ HỎNG VÀ KHUYẾT TẬT ĐỐI VỚI SỰ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU

Đối với một kết cấu, ngay cả khi vừa mới thi công xong, vẫn có thể xảy ra khuyết tật như : Sai lệch kích thước, cong vênh, xoay vặn, rạn nứt, rỗ khuyết hay một vài khuyết tật cục bộ khác. Còn đối với công trình cũ lại càng tồn tại nhiều hư hỏng, khuyết tật đa dạng và phức tạp hơn. Thế thì, với cùng một loại khuyết tật như nhau, nhưng xảy ra trên những vị trí, vùng miền, khu vực khác nhau của công trình, ta sẽ đánh giá ảnh hưởng của chúng như thế nào đây ? Để thống nhất việc đánh giá này, trước hết nên bắt đầu từ cách thức xem xét vai trò của sự nguy hiểm đối với kết cấu trong phạm vi từng trường hợp sau đây :

1. .Khuyết tật chỉ gây nguy hiểm trong phạm vi cục bộ chi tiết hay cấu kiện đơn lẻ.
2. Khuyết tật chỉ gây nên nguy hiểm trong phạm vi bộ phận của kết cấu (hay bộ phận các cấu kiện).
3. Khuyết tật gây nguy hiểm trong phạm vi toàn bộ một kết cấu chịu lực.
4. Khuyết tật gây nguy hiểm trong phạm vi tổng thể kết cấu chịu lực toàn công trình.

(Để làm sáng tỏ, có thể lấy ví dụ là nhà kết cấu khung BTCT 3 nhịp với sàn lắp ghép bằng Panel hợp. Ta đánh giá sự nguy hiểm khi xảy ra với tình trạng sự cố là nứt, võng trong các trường hợp dưới đây :

- ✓ Nứt và võng phát triển trên một cấu kiện Panel – Sự nguy hiểm chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện Panel bị nứt, võng.
Ta đánh giá sự nguy hiểm là chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện Panel.
- ✓ Nứt và võng phát triển trên một cấu kiện dầm khung đỡ Panel – Sự nguy hiểm vừa trong phạm vi cấu kiện dầm khung bị nứt, võng, vừa gây nguy hiểm cho sự làm việc của khoang sàn với những Panel gối trực tiếp lên dầm.
Ta đánh giá sự nguy hiểm là trong phạm vi bộ phận của kết cấu
- ✓ Nứt và cong phát triển trên một cấu kiện cột khung – Sự nguy hiểm không chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện cột, mà còn gây tình trạng nguy hiểm cho toàn bộ kết cấu khung cùng những khoang sàn tựa trực tiếp lên khung này.
Ta đánh giá sự nguy hiểm là trên toàn kết cấu khung có khuyết tật.
- ✓ Nứt và cong phát triển trên cột (hay cả trên dầm) ở một số khung – Sự nguy hiểm không chỉ trong phạm vi cục bộ một khung, mà là trên một số khung chịu lực của nhà. Chúng gây nên tình trạng nguy hiểm đồng thời đối với nhiều kết cấu khung chịu lực của công trình.
Ta đánh giá sự nguy hiểm là trên toàn công trình.

ĐÁNH GIÁ CẤP NGUY HIỂM ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH

I □ CƠ SỞ PHÂN CHIA CẤP NGUY HIỂM

- ❖ **Độ nguy hiểm** là tình trạng hư hỏng có tính nghiêm trọng của một cấu kiện, một kết cấu hay một bộ phận của nhà làm cho công trình ở vào trạng thái không đảm bảo khả năng chịu lực, mất ổn định, không đảm bảo an toàn cho bản thân công trình, cho con người sử dụng và cho sản phẩm sản xuất trong đó.
- ❖ Để đánh giá tình trạng nguy hiểm của công trình, **độ nguy hiểm** được phân chia thành 4 cấp sau đây:

Cấp A :

- Không có nguy hiểm cục bộ trên cấu kiện.
- Khả năng chịu lực tốt.
- Kết cấu làm việc an toàn
- Công trình sử dụng bình thường.
- Không có yêu cầu phải sửa chữa. Chỉ cần thực hiện công tác bảo dưỡng theo định kỳ.

Cấp B :

- Có cấu kiện cá biệt ở tình trạng nguy hiểm cục bộ, nhưng kết cấu chịu lực chưa bị ảnh hưởng .
- Khả năng chịu lực của kết cấu cơ bản đạt yêu cầu.
- Công trình vẫn cho phép sử dụng bình thường, nhưng cần được bảo dưỡng và sửa chữa nhỏ.

Cấp C :

- Cá biệt cấu kiện trong kết cấu chịu lực ở trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho bộ phận kết cấu công trình.
- Khả năng chịu lực của bộ phận kết cấu có khuyết tật không đạt yêu cầu.

Công trình ở tình trạng không sử dụng bình thường. Cần phải thực hiện sửa chữa nhỏ và vừa.

Cấp D :

- Kết cấu chịu lực đã ở vào trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho khu vực công trình.
- Khả năng chịu lực của kết cấu có khuyết tật không đạt yêu cầu.

- Công trình ở tình trạng không an toàn cho bản thân công trình và người sử dụng.
- Cần thực hiện sửa chữa vừa và lớn.

Cấp E :

- Một số kết cấu chịu lực đã ở vào trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho tổng thể công trình.
- Khả năng chịu lực của một số kết cấu bị giảm yếu rõ rệt, không đạt yêu cầu sử dụng.
- Toàn công trình ở tình trạng không an toàn cho bản thân công trình và người sử dụng.
- Cần thực hiện sửa chữa lớn kết hợp gia cố kết cấu

♣ Trường hợp việc sửa chữa-gia cố không đạt hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật, có thể xem xét giải pháp phá bỏ công trình.

Ghi chú:

1. Trong đánh giá tình trạng nguy hiểm kết cấu nêu trên áp dụng cho nhà dân dụng và công nghiệp ở những vùng có môi trường bình thường, trong đó chưa đề cập đến những công trình xây dựng trong điều kiện môi trường có độ xâm thực cao như:
 - Các vùng ven biển – Môi trường có hơi nước mặn.
 - Khu vực thường xuyên có độ ẩm cao v.v.
2. Tình trạng nguy hiểm đối với kết cấu được xác lập trên cơ sở tổng hợp từ những quy định thuộc các tiêu chuẩn liên quan và từ những kết quả kiểm định một số công trình do Phòng Thí nghiệm và kiểm định công trình trường ĐHXD và một số Công ty Tư vấn thuộc Bộ Xây dựng thực hiện. Trong đó, có sự tham khảo chủ yếu ở các tiêu chuẩn sau đây:
 - Tiêu chuẩn TCXD 193 : 1996 (ISO 7976-1 : 1989).
 - Tiêu chuẩn TCXD 210 : 1998 (ISO 7976-2 : 1989).
 - Tiêu chuẩn TCXD 211 : 1998 (ISO 3443-8 : 1989).
 - Tiêu chuẩn JGJ – 125 – 99. Ngôi nhà nguy hiểm – Tiêu chuẩn kiểm định – Nước cộng Hòa Nhân Dân Trung Hoa.
 - PGS.TS. Nguyễn Viết Trung Khai thác, kiểm định, sửa chữa, tăng cường cấu- Hà nội, 2004

Phụ lục chương 5

(Phục vụ cho công tác nghiệm thu đưa công trình vào sử dụng)

Bảng 5.1. Một số sai lệch cho phép khi chế tạo, gia công và lắp đặt kết cấu thép

Tên các sai lệch	Mức độ cho phép
1. Sai lệch cho phép mặt móng, tấm gối, trụ đỡ kết cấu và vị trí bu lông neo	
a. Tại mặt phẳng trên của gối tựa:	
- Theo chiều cao	± 1,5 mm
- Theo độ nghiêng	1/1500
b. Trên bề mặt móng:	
- Theo chiều cao	± 5 mm
- Theo độ nghiêng	1/1000
c. Vị trí bu lông neo:	
- Bu lông ở trong đường biên của gối đỡ kết cấu	5 mm
- Bu lông ở ngoài biên của gối đỡ kết cấu	10 mm
d. Sai lệch độ cao tính tới đầu mút của bu lông neo:	+20; -0mm
e. Sai lệch chiều dài đoạn ren của bu lông neo:	+30; -0mm
2. Sai lệch trục định vị móng và trụ đỡ	
a. Kích thước giữa các trục $L \leq 33m$	
- Tổ hợp trên bề theo kích thước bu lông hoặc trên bộ gá có chốt định vị.	3÷ 7 mm
- Được phay ở mặt gối tựa.	2,5÷ 4,5 mm
b. Kích thước giữa các trục $L > 33m$ (n là số lần đo bằng thước dài 20m, $n = L/20$)	
- Tổ hợp trên bề □.	$5,5 \sqrt{n}$
- Được phay ở mặt gối tựa	$4 \sqrt{n}$
3. Sai lệch cho phép về độ cong của chi tiết kết cấu.	
a. Độ cong lớn nhất của tấm khi đo trên chiều dài 1m	1,5 mm
b. Độ cong cạnh thép góc, cánh và thành thép hình chữ U, H, chiều dài L	Min (L/1000, 10)
4. Sai lệch các mép liên kết bằng phương pháp hàn.	
a. Khi hàn giáp mối (đối đầu)	2 mm
b. khi hàn chồng, hàn góc, chữ T	5 mm
5. Sai lệch cho phép khi uốn của chi tiết kết cấu.	
a. Khe hở giữa mẫu cũ và bề dày mặt tấm thép, cánh hoặc cạnh thép hình được uốn	
- Ở trạng thái nguội	2 mm
- Ở trạng thái nóng	3 mm
b. Độ ô van (hiệu số đường kính $D_{max}-D_{min}$) của hình tròn trong kết cấu tấm lớn	
- Ở ngoài mối nối giáp mối	0,005D
- Ở mối nối giáp mối khi lắp ráp	0,003D
6. Biến dạng của các phần tử kết cấu xuất xưởng.	
a. Độ vênh cánh của chi tiết tiết diện chữ T hoặc H của mối hàn giáp mối và ở vị trí tiếp giáp (b- bề rộng cánh)	0,005 b
b. Độ vênh cánh ở vị trí khác	0,01 b
c. Độ vênh cánh trên của dầm cầu trục	0,005 b
d. Độ xoắn của phần tử kết cấu chiều dài L	Min (L/1000, 10)
e. Độ cong vênh ở bụng dầm khi có sườn gia cường đứng (h- chiều cao bụng dầm)	0,006 h
f. Độ cong vênh ở bụng dầm khi không có sườn gia cường đứng	0,003 h
g. Độ cong vênh ở bụng dầm dưới cần trục	0,003 h
h. Độ võng của các phần tử kết cấu (L- chiều dài phần tử)	Min (L/750, 15)
7. Các sai lệch khác.	
a. Độ lệch trục định vị cốt thép trong các phần tử kết cấu dạng lưới	3 mm
b. Độ sai lệch góc tang của bề mặt phay	1/1500

Bảng 5.2. Các sai lệch cho phép khi thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối

Tên các sai lệch	Mức độ cho phép (mm)
1. Độ lệch của các mặt phẳng và các đường giao của các mặt phẳng đó so với đường thẳng đứng hoặc so với độ nghiêng thiết kế	
a. Trên 1 m chiều cao kết cấu	5
b. Trên toàn bộ chiều cao kết cấu (H):	
- Móng	20
- Tường đổ trong cốp pha cố định, cột đổ liền sàn	15
- Kết cấu khung cột	10
- Các kết cấu thi công bằng cốp pha trượt hoặc cốp pha leo.	Min (H/500, 100)
2. Độ lệch của mặt bê tông so với mặt phẳng ngang:	
a. Trên 1 m mặt phẳng về bất cứ hướng nào	5
b. Trên toàn bộ mặt phẳng công trình	20
3. Sai lệch trục của mặt bê tông trên cùng, so với thiết kế khi kiểm tra bằng thước dài 2m áp sát mặt bê tông.	± 8
4. Sai lệch theo chiều dài hoặc nhịp của kết cấu.	± 20
5. Sai lệch theo kích thước tiết diện ngang của các bộ phận kết cấu.	± 8
6. Sai lệch vị trí và cao độ của các chi tiết làm gối tựa cho các kết cấu thép hoặc các kết cấu BTCT lắp ghép.	± 5

Bảng 5.3. Các sai lệch cho phép khi thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn

Tên các sai lệch	Mức độ cho phép (mm)
1. Sai lệch của trục khối móng và cốt móng so với trục định vị	15
2. Sai lệch cao độ mặt tựa trên móng so với thiết kế.	-10
3. Sai lệch cao độ đáy cốt móng so với thiết kế.	-20
4. Sai lệch trục hoặc cạnh tấm, tường, cột các khối không gian tại mặt tiếp xúc dưới (mặt tựa).	5
5. Sai lệch trục đầu cột so với trục định vị khi nhịp hoặc bước cột:	
- Dưới 8,0m	20
- Từ 8,0m đến 16,0m	25
- Từ 16,0m đến 25,0m	32
- Từ 25,0m đến 40,0m	40
6. Sai lệch của trục dầm chính, dầm phụ, dàn, dầm mái so với trục của cấu kiện đỡ (trên đó có sàn, trần).	10
7. Sai lệch cao độ mặt trên dầm, dàn (trên đó có sàn, trần).	-20
8. Sai lệch theo phương thẳng đứng tấm tường, vách ngăn so với trục phân chia trên một tầng nhà.	10
9. Sai lệch cao độ đầu cột hoặc mặt tựa của hai cột, của công son đối với nhà hoặc công trình một tầng so với thiết kế.	+10
10. Sai lệch cao độ đầu cột hoặc mặt tựa ở mỗi tầng trong phạm vi đoạn kiểm tra đối với nhà hoặc công trình nhiều tầng so với thiết kế.	12+2n (n- số tầng)
11. Sai lệch cao độ mặt trên của hai tấm kề nhau:	
- Khi chiều dài tấm sàn ≤ 4,0m	5
- Khi chiều dài tấm sàn > 4,0m	8
12. Sai lệch vị trí (dọc theo cạnh kê) của tấm sàn, tấm mái so với thiết kế trên mặt tựa và các kết cấu chịu lực khác.	15
13. Sai lệch dọc của dầm cầu trục so với trục định vị trên mặt tựa.	10
14. Sai lệch cao độ bề mặt cánh trên của dầm cầu trục trong phạm vi giữa hai gối tựa.	-20
15. Sai lệch trục đường ray so với trục của dầm cầu trục.	20

Bảng 5.4. Các sai lệch cho phép khi thi công các kết cấu gạch đá

Tên các sai lệch	Mức độ cho phép (mm)					
	Đối với các kết cấu xây bằng đá hộc và bê tông đá hộc			Đối với các kết cấu gạch đá đẽo có hình dáng đều đặn, bloc, tấm lớn		
	Móng	Tường	Cột	Móng	Tường	Cột
1. Sai lệch so với kích thước thiết kế: - Bề dày - Cao độ của khối xây và các tầng - Chiều rộng tường giữa các cửa - Chiều rộng các ô cửa sổ kề nhau - Xê dịch trục các kết cấu	+30 25 - - 20	-10 15 -20 20 15 +20	-10 15 - - 10 +20	15 15 - - 10 +15	-10 15 -20 20 10 +15	15 15 - - 10 +15
Tổng các sai lệch thành phần cho phép						
2. Sai lệch mặt phẳng và góc giữa hai mặt phẳng của khối xây so với phương thẳng đứng: - Một tầng - Tính trên toàn chiều cao nhà	- 20	20 30	15 30	- 10	10 30	10 30
3. Độ lệch hàng khối xây trên chiều dài 10m so với phương ngang.	30	20	-	20	20	-
4. Độ gồ ghề trên bề mặt thẳng đứng khối xây (kiểm tra bằng thước 2m) - Trên bề mặt không trát - Trên bề mặt có trát	- 20	15 15	15 15	- 5	10 5	5 5

Bảng 5.5. Các sai lệch cho phép của công tác trát- Phần hoàn thiện

Tên các sai lệch	Mức độ cho phép		
	Trát đơn giản	Trát kĩ	Trát chất lượng cao
Độ không bằng phẳng kiểm tra bằng thước dài 2 m	Số chỗ lồi lõm không quá 3, độ sâu vết lồi lõm < 5mm	Số chỗ lồi lõm không quá 2, độ sâu vết lồi lõm < 3mm	Số chỗ lồi lõm không quá 2, độ sâu vết lồi lõm < 2mm
Độ sai lệch theo phương thẳng đứng của mặt tường và trần nhà	< 15mm trên toàn chiều dài hay chiều rộng phòng	< 2mm trên 1m chiều cao, chiều rộng và 10mm trên toàn chiều cao và chiều rộng phòng	< 1mm trên 1m chiều cao, chiều rộng và 5mm trên toàn chiều cao và chiều dài phòng
Đường nghiêng của đường gờ mép tường cột	< 10mm trên suốt chiều cao kết cấu	< 2mm trên 1m chiều cao và 5mm trên toàn bộ chiều cao kết cấu	< 1mm trên 1m chiều cao và 3mm trên toàn bộ chiều cao kết cấu
Độ sai lệch bán kính của các phòng lượn cong	10mm	7mm	5mm

Bảng 5.6. Các sai lệch cho phép của công tác ốp- Phần hoàn thiện

Tên các sai lệch	Mặt ốp ngoài công trình (mm)				Mặt ốp trong công trình (mm)			
	Vật liệu đá tự nhiên			Vật liệu sứ gốm	Vật liệu đá tự nhiên		Vật liệu sứ gốm	Tấm nhựa tổng hợp
	Phẳng nhẵn	Lượn cong cục bộ	Mảng hình khối		Phẳng nhẵn	Lượn cong cục bộ		
1. Sai lệch mặt ốp trên 1m theo phương thẳng đứng	2	3		2	2	3	1,5	1
2. Sai lệch mặt ốp trên 1 tầng nhà	5	10		5	4	8	4	1
3. Sai lệch vị trí mặt ốp theo phương ngang và phương thẳng đứng.	1,5	3	3	3	1,5	3	1,5	2
4. Sai lệch vị trí mặt ốp theo phương ngang và thẳng đứng trên suốt chiều dài mạch ốp trong giới hạn phân đoạn kiến trúc.	3	5	10	4	3	5	3	
5. Độ không trùng khít của mạch nối ghép kiến trúc và chi tiết trang trí.	0,5	1	2	1	0,5	0,5	0,5	
6. Độ không bằng phẳng theo hai phương.	2	4		3	2	4	2	
7. Độ dày mạch ốp	1,5±0,5	3± 1	10± 2	25± 5	1,5±0,5	2,5±0,5	2± 0,5	

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TRONG KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Việc đánh giá đối với một kết cấu nào đó, mặc dù về nguyên tắc, phải căn cứ và bám sát những kết quả khảo sát, đo đạc, kiểm tra và thí nghiệm, nhận được trong các giai đoạn khảo sát, nhưng nó lại phụ thuộc chủ yếu vào nhận thức, cách nhìn, quan điểm của người đánh giá và nhất là kinh nghiệm, khả năng cảm nhận đối với sự làm việc của kết cấu công trình cùng sự đầu tư chất xám của chuyên gia thực hiện kiểm định.

Nếu việc đánh giá càng sát với hiện trạng công trình, đánh giá từ nhiều phía quan sát với kết quả tập hợp lượng thông tin tối đa, đánh giá với sự phân tích chi tiết có kể đến mọi yếu tố ảnh tác dụng và ảnh hưởng đến kết cấu v.v., thì kết luận sẽ càng tiếp cận đến hiện thực, đạt độ chuẩn xác càng cao. Vì vậy, để hạn chế những ảnh hưởng mang tính chủ quan nêu trên, đồng thời tăng hiệu quả của công tác kiểm định, ta nên thống nhất cách tiến hành đánh giá theo phương pháp tổng quát sau:

1. ĐÁNH GIÁ THEO VAI TRÒ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU TRONG CÔNG TRÌNH

- ✓ Trước hết cần phân biệt thật rõ ràng vai trò làm việc của từng cấu kiện, kết cấu hay bộ phận kết cấu trong tổng thể công trình. Tức là phải xác định **kết cấu nào là chịu lực chính, là phụ trợ, là cấu tạo** □ Đồng thời, trong những trạng thái khác nhau khi chịu lực, vai trò của chúng có thể phát huy như thế nào trong thực tế.

(*Chẳng hạn đối với nhà lắp ghép tấm lớn, khi làm việc bình thường, các mối nối theo phương ngang hầu như chỉ giữ vai trò phụ trợ, nội lực trong đó gần như bằng 0. Nhưng ở trạng thái ngôi nhà bị lún không đều, mối nối lúc này mới phát huy vai trò neo giữ các tấm sàn và tường.*

Cũng tương tự – Đối với hệ giằng cấu tạo bố trí dọc nhà, theo phương vuông góc với kết cấu khung và kèo mái của nhà công nghiệp. Khi một trong số khung và vì có chuyển vị lớn hay xảy ra biến dạng ngoài mặt phẳng, hệ giằng này lập tức đảm nhiệm việc neo giữ ổn định, đồng thời huy động hệ kết cấu xung quanh cùng tham gia giảm tải trọng cho chúng .

2 - ĐÁNH GIÁ THEO MỨC ĐỘ ẢNH HƯỞNG CỦA HƯ HỎNG VÀ KHUYẾT TẬT ĐỐI VỚI SỰ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU

Đối với một kết cấu, ngay cả khi vừa mới thi công xong, vẫn có thể xảy ra khuyết tật như : Sai lệch kích thước, cong vênh, xoay vặn, rạn nứt, rỗ khuyết hay một vài khuyết tật cục bộ khác. Còn đối với công trình cũ lại càng tồn tại nhiều hư hỏng, khuyết tật đa dạng và phức tạp hơn. Thế thì, với cùng một loại khuyết tật như nhau, nhưng xảy ra trên những vị trí, vùng miền, khu vực khác nhau của công trình, ta sẽ đánh giá ảnh hưởng của chúng như thế nào đây ? Để thống nhất việc đánh giá này, trước hết nên bắt đầu từ cách thức xem xét vai trò của sự nguy hiểm đối với kết cấu trong phạm vi từng trường hợp sau đây :

5. .Khuyết tật chỉ gây nguy hiểm trong phạm vi cục bộ chi tiết hay cấu kiện đơn lẻ.
6. Khuyết tật chỉ gây nên nguy hiểm trong phạm vi bộ phận của kết cấu (hay bộ phận các cấu kiện).
7. Khuyết tật gây nguy hiểm trong phạm vi toàn bộ một kết cấu chịu lực.
8. Khuyết tật gây nguy hiểm trong phạm vi tổng thể kết cấu chịu lực toàn công trình.

(*Để làm sáng tỏ, có thể lấy ví dụ là nhà kết cấu khung BTCT 3 nhịp với sàn lắp ghép bằng Panel hộp. Ta đánh giá sự nguy hiểm khi xảy ra với tình trạng sự cố là nứt, võng trong các trường hợp dưới đây :*

- ✓ Nứt và võng phát triển trên một cấu kiện Panel – *Sự nguy hiểm chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện Panel bị nứt, võng.*
Ta đánh giá sự nguy hiểm là chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện Panel.
- ✓ Nứt và võng phát triển trên một cấu kiện dầm khung đỡ Panel – *Sự nguy hiểm vừa trong phạm vi cấu kiện dầm khung bị nứt, võng, vừa gây nguy hiểm cho sự làm việc của khoang sàn với những Panel gối trực tiếp lên dầm.*
Ta đánh giá sự nguy hiểm là trong phạm vi bộ phận của kết cấu
- ✓ Nứt và cong phát triển trên một cấu kiện cột khung – *Sự nguy hiểm không chỉ trong phạm vi cục bộ cấu kiện cột, mà còn gây tình trạng nguy hiểm cho toàn bộ kết cấu khung cùng những khoang sàn tựa trực tiếp lên khung này.*
Ta đánh giá sự nguy hiểm là trên toàn kết cấu khung có khuyết tật.
- ✓ Nứt và cong phát triển trên cột (hay cả trên dầm) ở một một số khung – *Sự nguy hiểm không chỉ trong phạm vi cục bộ một khung, mà là trên một số khung chịu lực của nhà. Chúng gây nên tình trạng nguy hiểm đồng thời đối với nhiều kết cấu khung chịu lực của công trình.*

Ta đánh giá sự nguy hiểm là trên toàn công trình.

ĐÁNH GIÁ CẤP NGUY HIỂM ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH

I □ CƠ SỞ PHÂN CHIA CẤP NGUY HIỂM

- ❖ **Độ nguy hiểm** là tình trạng hư hỏng có tính nghiêm trọng của một cấu kiện, một kết cấu hay một bộ phận của nhà làm cho công trình ở vào trạng thái không đảm bảo khả năng chịu lực, mất ổn định, không đảm bảo an toàn cho bản thân công trình, cho con người sử dụng và cho sản phẩm sản xuất trong đó.
- ❖ Để đánh giá tình trạng nguy hiểm của công trình, **độ nguy hiểm** được phân chia thành 4 cấp sau đây:

Cấp A :

- Không có nguy hiểm cục bộ trên cấu kiện.
- Khả năng chịu lực tốt.
- Kết cấu làm việc an toàn
- Công trình sử dụng bình thường.
- Không có yêu cầu phải sửa chữa. Chỉ cần thực hiện công tác bảo dưỡng theo định kỳ.

Cấp B :

- Có cấu kiện cá biệt ở tình trạng nguy hiểm cục bộ, nhưng kết cấu chịu lực chưa bị ảnh hưởng .
- Khả năng chịu lực của kết cấu cơ bản đạt yêu cầu.
- Công trình vẫn cho phép sử dụng bình thường, nhưng cần được bảo dưỡng và sửa chữa nhỏ.

Cấp C :

- Cá biệt cấu kiện trong kết cấu chịu lực ở trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho bộ phận kết cấu công trình.
- Khả năng chịu lực của bộ phận kết cấu có khuyết tật không đạt yêu cầu.

Công trình ở tình trạng không sử dụng bình thường. Cần phải thực hiện sửa chữa nhỏ và vừa.

Cấp D :

- Kết cấu chịu lực đã ở vào trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho khu vực công trình.
- Khả năng chịu lực của kết cấu có khuyết tật không đạt yêu cầu.
- Công trình ở tình trạng không an toàn cho bản thân công trình và người sử dụng.
- Cần thực hiện sửa chữa vừa và lớn.

Cấp E :

- Một số kết cấu chịu lực đã ở vào trạng thái nguy hiểm, tạo nên tình trạng nguy hiểm cho tổng thể công trình.
- Khả năng chịu lực của một số kết cấu bị giảm yếu rõ rệt, không đạt yêu cầu sử dụng.
- Toàn công trình ở tình trạng không an toàn cho bản thân công trình và người sử dụng.
- Cần thực hiện sửa chữa lớn kết hợp gia cố kết cấu

♣ **Trường hợp việc sửa chữa-gia cố không đạt hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật, có thể xem xét giải pháp phá bỏ công trình.**

Ghi chú:

3. Trong đánh giá tình trạng nguy hiểm kết cấu nêu trên áp dụng cho nhà dân dụng và công nghiệp ở những vùng có môi trường bình thường, trong đó chưa đề cập đến những công trình xây dựng trong điều kiện môi trường có độ xâm thực cao như:

- Các vùng ven biển – Môi trường có hơi nước mặn.
- Khu vực thường xuyên có độ ẩm cao v.v.

4. Tình trạng nguy hiểm đối với kết cấu được xác lập trên cơ sở tổng hợp từ những quy định thuộc các tiêu chuẩn liên quan và từ những kết quả kiểm định một số công trình do Phòng Thí nghiệm và kiểm định công trình trường ĐHXD và một số Công ty Tư vấn thuộc Bộ Xây dựng thực hiện.

Trong đó, có sự tham khảo chủ yếu ở các tiêu chuẩn sau đây:

- Tiêu chuẩn TCXD 193 : 1996 (ISO 7976-1 : 1989).
- Tiêu chuẩn TCXD 210 : 1998 (ISO 7976-2 : 1989).
- Tiêu chuẩn TCXD 211 : 1998 (ISO 3443-8 : 1989).
- Tiêu chuẩn JGJ – 125 – 99. Ngôi nhà nguy hiểm – Tiêu chuẩn kiểm định – Nước cộng hòa Nhân dân Trung Hoa.
- PGS.TS. Nguyễn Viết Trung Khai thạc, kiểm định, sửa chữa, tăng cường cấu- Hà nội, 2004

ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG CÔNG TRÌNH XÂY GẠCH ĐÁ.

(TCXDVN 270:2002. Khảo sát đánh giá tình trạng nhà và công trình xây gạch đá).

Đánh giá khả năng chịu lực và tình trạng chất lượng của toàn bộ công trình hay một bộ phận công trình từ kết quả của giai đoạn khảo sát trước đó(về tình trạng nứt, biến dạng, về đặc trưng cơ lý vật liệu của các kết cấu chịu lực, kết quả quan trắc lún, sơ đồ kết cấu, tải trọng và tác động thực tại□).

Sử dụng số liệu khảo sát về kích thước hình học, các đặc trưng cơ lý của vật liệu, các chuyển vị(biến dạng) của các bộ phận kết cấu hoặc của nền móng công trình, tải trọng sử dụng thực tế, tính toán kiểm tra khả năng chịu lực thực tế của cấu kiện và công trình theo các trạng thái giới hạn.

Kiểm tra điều kiện bền: $X_i \geq X_{ith}$

Trong đó: X_i - đặc trưng về khả năng chịu lực thực tế

X_{ith} - giá trị tới hạn về nội lực .

Kiểm tra điều kiện biến dạng: $Y_i < Y_{ith}$

Trong đó: Y_i □ trị số biến dạng thực tế

Y_{ith} - giá trị tới hạn về biến dạng.

Một số giá trị tới hạn:

a) Độ lún tương đối của hai móng kề nhau $\Delta S/L$

- Kết cấu bằng thể xây gạch không có cốt thép $\Delta S/L = 0,0020$

- Kết cấu bằng thể xây gạch có cốt thép, trong đó có giằng bê tông cốt thép $\Delta S/L = 0,0024$

Trong đó: ΔS - độ lún lệch giữa hai móng

L - oảng cách giữa hai móng có độ lún lệch bằng ΔS .

b) Độ nghiêng α của móng hay của công trình là tỉ số giữa hiệu độ lún của những điểm mép ngoài cùng của móng với chiều rộng hoặc chiều dài của móng(đối với móng cứng tuyệt đối) trong cả hai trường hợp thể xây có và không có cốt thép:

$\alpha = 0,0005$

c) Độ lún trung bình S trong trường hợp:

- Kết cấu bằng thể xây gạch không có cốt thép $S = 100 \text{ mm}$

- Kết cấu bằng thể xây gạch có cốt thép, trong đó có giằng bê tông cốt thép $S = 150 \text{ mm}$

d) Trị số giới hạn độ võng(hoặc võng lên):

- Kết cấu bằng thể xây gạch không có cốt thép 0,0010

- Kết cấu bằng thể xây gạch có cốt thép 0,0012

e) Biến dạng giới hạn của kết cấu bằng thể xây gạch đá:

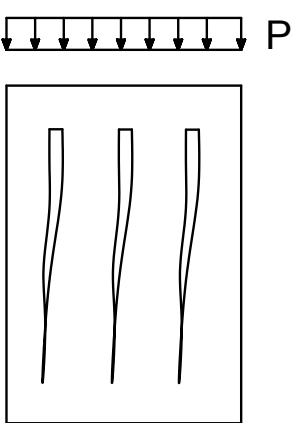
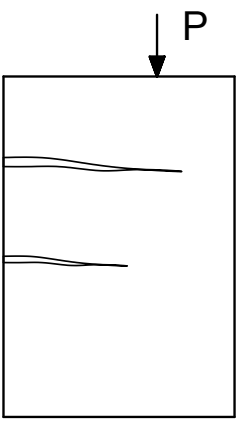

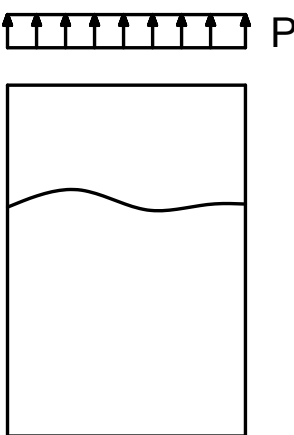
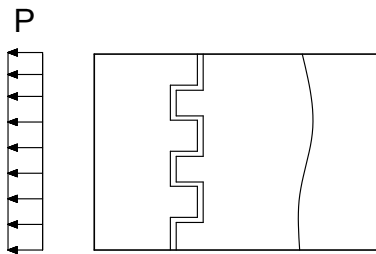
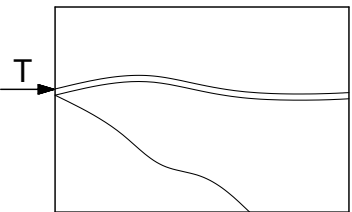
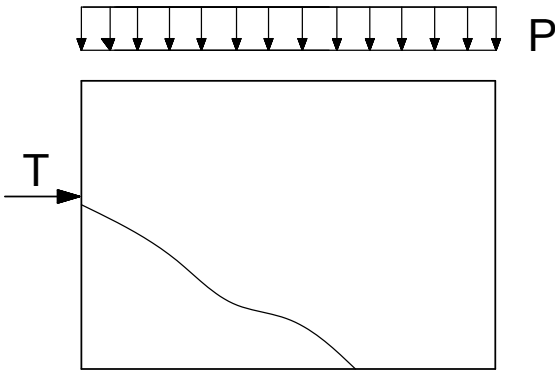
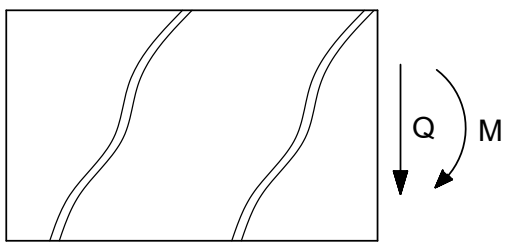
- Đối với công trình bình thường lấy là: $f/L < 1/500$

- Đối với các công trình yêu cầu hạn chế các vết nứt có thể quan sát thấy: $f/L < 1/1000$

Trong đó: f □ là chuyển vị(độ võng) của kết cấu

L □ chiều dài của kết cấu có chuyển vị f .

CÁC DẠNG PHÁ HỦY KHỐI XÂY

		
<p>Khối xây chịu nén đúng tâm (Nhiều vết nứt dọc theo phương chịu lực)</p>	<p>Nén lệch tâm (do ứng suất kéo vùng bị kéo); xuất hiện 1 đến 2 vết nứt</p>	<p>Chịu uốn: Gần giống khối xây nén lệch tâm</p>
		
<p>Khối xây chịu kéo: Nứt răng lược hoặc vết thẳng ngang trực</p>	<p>Chịu cắt: Nứt có thể một trong hai phương: Phương lực hoặc phương xiên</p>	
		
<p>Khối xây chịu nén và cắt: Phương vết nứt do loại lực chiếm ưu thế quyết định (dạng phá hoại hay gập)</p>	<p>Chịu uốn và cắt: Vết nứt xiên, mở rộng ở biên bị kéo do uốn và hẹp dần ở biên đối diện (hay gập ở nhà bị lún không đều)</p>	

CHUYỂN ĐỔI CÁC ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG.
(TCVN 2737:1995. TẢI TRỌNG VÀ TÁC ĐỘNG-TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ).

1. Đơn vị cơ bản của hệ đơn vị SI.

ĐẠI LƯỢNG	TÊN ĐƠN VỊ	KÍ HIỆU
Độ dài	mét	m
Khối lượng	kilogram	kg
Thời gian	giây	s
Cường độ dòng điện	ampe	A
Nhiệt độ nhiệt động lực	kenvin	K
Cường độ sáng	candela	cd
Lượng vật chất	mol	mol

2. Bội số và ước số của hệ đơn vị SI.

TÊN	KÍ HIỆU	ĐỘ LỚN	DIỄN GIẢI
giga	G	10^9	1.000.000.000
mega	M	10^6	1.000.000
kilo	k	10^3	1.000
hecto	h	10^2	100
deca	da	10	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01
mili	m	10^{-3}	0,001
micro	μ	10^{-6}	0,000.001
nano	n	10^{-9}	0,000.000.001

4. Chuyển đổi đơn vị Anh sang hệ SI.

ĐẠI LƯỢNG	TÊN	KÍ HIỆU	CHUYỂN ĐỔI
Chiều dài	mile (dặm Anh)	mile	1 mile = 1609 m
	yard (thước Anh)	yd	1 yd = 0,9144 m
	foot (bộ Anh)	ft	1 ft = 0,3048 m
	inch (phân Anh)	in	1 in = 2,54 cm = $2,54 \cdot 10^{-2}$ m
Diện tích	square mile (dặm vuông)	sq.mile	1 sq.mile=259ha=2.590.000m ²
	acre (mẫu vuông)	ac	1 ac = 4.047 m ²
	square yard (thước vuông)	sq.yd	1 sq.yd = 0,836 m ²
	square foot (bộ vuông)	sq.ft	1 sq.ft = 0,0929 m ²
Thể tích	cubic yard (thước khối)	cu.yd	1 cu.yd = 0,7646 m ³
	cubic foot (bộ khối)	cu.ft	1 cu.ft = 28,32 dm ³
	cubic inch (phân khối Anh)	cu.in	1 cu.in = 16,387 cm ³
Khối lượng	long ton	tn.lg	1 tn.lg = 1.016 kg
	short ton	tn.sh	1 tn.sh = 907,2 kg
	pound	lb	1 lb = 0,454 kg
	ounce	oz	1 oz = 28,350 g

5. Một số đơn vị đo lực cũ thường được sử dụng ở một số nước.

NƯỚC SỬ DỤNG	TÊN GỌI	KÍ HIỆU
Liên xô	Kilôgam lực	kГC
	gam lực	ГC
	Tấn lực	TC
Cộng hòa dân chủ Đức	Kilôpônd	kp
	pônd	p
	Mêgapônd	Mp
Trung quốc	Kilôgam lực	kG
	gam lực	G
	Tấn lực	T
Anh, Mỹ	Kilôgam lực	kgf
	gam lực	gf
	Tấn lực	tonf
	pound lực	Lb.f

7. Chuyển đổi giữa các đơn vị đo áp suất.

	1 Pa=1 N/m ²	bar	at	Tor	mm H ₂ O
Pa	1	10 ⁻⁵	1,02.10 ⁻⁵	750.10 ⁻⁵	1,02.10 ⁻⁵
bar	10 ⁵	1	1,02	750	10,2
at	9,81.10 ⁴	0,981	1	736	10
Tor mm Hg	1,33.10 ²	1,33.10 ⁻³	1,36.10 ⁻³	1	3,6
mm H ₂ O	9,81.10 ³	9,81.10 ⁻²	10 ⁻¹	73,6	1

6. Chuyển đổi giữa các đơn vị đo lực.

	KILÔGAM LỰC	KILÔPÔND	POUND LỰC	NIUTON
Kilôgam lực	1	1	2,2046203	9,80665
Kilôpônd	1	1	2,2046203	9,80665
Pound lực	0,453592	0,453592	1	4,44822
Niuton	0,10197	0,10197	0,22481	1

3. Chuyển đổi đơn vị thông thường.

ĐẠI LƯỢNG	TÊN	KÍ HIỆU	CHUYỂN ĐỔI
Chiều dài	kilomet	km	1 km = 1.000 m
	met	m	1 m = 10 dm = 100 cm = 1.000 mm
	decimet	dm	1 dm = 0,1 m
	centimet	cm	1 cm = 0,1 dm = 0,01 m
	milimet	mm	1 mm = 0,1 cm = 0,01 dm = 0,001 m
	Diện tích	kilomet vuông	km ²
hecta		ha	1 ha = 10.000 m ² = 100 a
met vuông		m ²	1 m ² = 100 dm ² = 10.000 cm ² = 1.000.000 mm ²
Thể tích	decimet vuông	dm ²	1 dm ² = 100 cm ² = 10.000 mm ² = 0,01 m ²
	centimet vuông	cm ²	1 cm ² = 100 mm ² = 0,01 dm ² = 0,0001 m ²
	met khối	m ³	1 m ³ = 1.000 dm ³ = 1.000.000 cm ³ = 1.000 lit
	decimet khối	dm ³	1 dm ³ = 1 lit
Tốc độ	hectolit	hl	1 hl = 10 dal = 100 lit
	decalit	dal	1 dal = 10 lit
	lit	l	1 lit = 1 dm ³
Khối lượng	kilomet/giờ	km/h	1 km/h = 0,278 m/s
	met/giây	m/s	
	tấn	T	1 tấn = 10 tạ = 100 yến = 1.000 kg = 1.000.000 g
Lực	kilogram	kg	1 kg = 1.000 g
	gam	g	1 g = 1.000 mg
	miligam	mg	1 mg = 0,001 g
	niuton	N	1 N = 1 kg.1 m/s ² ; 1 kgf = 9,81 N ≈ 10 N
Áp suất, Ứng suất	kilo niuton	kN	1 kN = 1.000 N ; 1 Tf = 9,81 kN ≈ 10 kN
	mega niuton	MN	1MN = 1.000 kN = 1.000.000 N
	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² ; 1 kgf/cm ² = 9,81.10 ⁴ Pa ≈ 0,1 MPa
Trọng lượng thể tích	megapascal	MPa	1 MPa = 10 ⁶ N/m ² = 1/9,81.10 ² kgf/cm ² ≈ 10 kgf/cm ²
	atmotphe	at	1 at = 1 kgf/cm ² = 10 Tf/m ² = 9,81.10 ⁴ Pa
			1 kgf/m ³ = 9,81 N/m ³ ≈ 10 N/m ³ 1 Tf/m ³ = 9,81 kN/m ³ ≈ 10 kN/m ³
Nhiệt độ	độ Kelvin	°K	
	độ Cenciús	°C	1° C = 273,15° K
	megajule	MJ	1 MJ = 1.000.000 J
Năng lượng, Công, Nhiệt lượng	kilojule	kJ	1 kJ = 1.000 J = 0,239 Kcal
	jule	J	1 J = 1 N.m
	milijule	mJ	1 mJ = 0,001 J
Công suất	kilocalo	Kcal	1 Kcal = 427 kg.m = 1,1636 Wh
	megaoat	MW	1 MW = 1.000.000 W
	kiloat	kW	1 kW = 1.000 W = 1.000 J/s = 1,36 mã lực = 0,239 Kcal/s
	mã lực	hp	1 hp = 0,746 kW; 1 mã lực.giờ = 270.000 kg.m
	oat	W	1 W = 1 J/s
Tần số	milioat	mW	1 mW = 0,001 W
	hec	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹ (số chu kì / giây)

TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG

Nghị định của chính phủ về quản lý chất lượng công trình xây dựng □ Số 209/2004/NĐ-CP Ngày 16/12/2004.

Thông tư hướng dẫn kiểm tra và chứng nhận sự phù hợp về chất lượng công trình xây dựng □ Số 11/2005/TT- BXD Ngày 14/07/2005.

Thông tư hướng dẫn một số nội dung về quản lý chất lượng công trình xây dựng và điều kiện năng lực của tổ chức, cá nhân trong hoạt động xây dựng □ Số 12/2005/TT □ BXD Ngày 15/07/2005.

Quy định quản lý chất lượng công trình xây dựng □ Số 18/2003/QĐ Ngày 27/06/2003 của Bộ trưởng Bộ xây dựng.

1) TIÊU CHUẨN QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NGHIỆM THU VÀ BÀN GIAO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG.

TCVN 5637:1991 Quản lý chất lượng xây lắp công trình - Nguyên tắc cơ bản.

TCVN 5638:1991 Đánh giá chất lượng công tác xây lắp - Nguyên tắc cơ bản.

TCVN 5640:1991 Bàn giao công trình xây dựng - Nguyên tắc cơ bản.

TCVN 4091:1985 Nghiệm thu các công trình xây dựng.

TCVN 5814:1994(ISO 8402:1994). Quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng - Thuật ngữ và định nghĩa.

TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động □ Tiêu chuẩn thiết kế.

2) DUNG SAI TRONG XÂY DỰNG.

TCXD 209:1998(ISO 1803 -1:1985). Xây dựng nhà - Dung sai - Từ vựng - Thuật ngữ chung.

TCXD 193:1996(ISO 7976 -1:1989). Dung sai trong xây dựng công trình - Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình.

TCXD 210:1998(ISO 7976 - 2:1989). Dung sai trong xây dựng công trình - Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình - Vị trí các điểm đo.

TCXD 211:1998(ISO 3443 - 81:1989). Dung sai trong xây dựng công trình - Giám định về kích thước và kiểm tra công tác thi công.

3) THÉP.

TCVN 5575 : 1991. Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

TCXDVN 338: 2005. Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

TCXD 170 : 1989. Kết cấu thép - Gia công, lắp ráp và nghiệm thu - Yêu cầu kĩ thuật.

TCVN 1765 : 1975. Thép cacbon kết cấu thông thường - Mác thép, yêu cầu kĩ thuật.

TCVN 1766 : 1975. Thép cacbon chất lượng tốt - Mác thép, yêu cầu kĩ thuật.

TCVN 3104 : 1979. Thép kết cấu hợp kim thấp - Mác, yêu cầu kĩ thuật.

TCVN 5709 : 1993. Thép cacbon cán nóng dùng cho xây dựng - Yêu cầu kĩ thuật.

TCVN 1651 : 1985. Thép cốt BT cán nóng.

TCVN 6285 : 1997. Thép cốt BT - Thép thanh vằn.

TCVN 6286 : 1997. Thép cốt BT - Lưới thép hàn.

TCVN 6287 : 1997. Thép thanh cốt BT - Thử uốn và uốn lại không hoàn toàn.

TCXD 224 : 1988. Thép dùng trong BTCT - Phương pháp thử uốn và uốn lại.

TCVN 6284-1:1997. Thép cốt BT dự ứng lực - Yêu cầu chung.

TCVN 6284-2:1997. Thép cốt BT dự ứng lực - Dây kéo nguội.

TCVN 6284-3:1997. Thép cốt BT dự ứng lực - Dây tôi và ram.

TCVN 6284-4:1997. Thép cốt BT dự ứng lực - Dẫn.

TCVN 6284-5:1997. Thép cốt BT dự ứng lực - Thép thanh cán nóng có hoặc không có xử lí tiếp.

TCVN 6522 : 1999 . Thép tấm kết cấu cán nóng.

TCVN 4398 : 2001(ISO 377:1997) Thép và sản phẩm thép - Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử cơ tính.

TCVN 197 : 2002. (Thay thế 197 : 1985) Kim loại - Phương pháp thử kéo.

TCVN 198 : 1985. Kim loại - Phương pháp thử uốn.

TCVN 312 : 1984. Kim loại - Phương pháp thử uốn va đập ở nhiệt độ thường.

TCVN 313 : 1985. Kim loại - Phương pháp thử xoắn.

TCVN 5400 : 1991. Mối hàn - Yêu cầu chung về lấy mẫu để thử cơ lí.

TCVN 5401 : 1991. Mối hàn - Phương pháp thử uốn.

TCVN 5402 : 1991. Mối hàn - Phương pháp thử uốn va đập.

TCVN 5403 : 1991. Mối hàn - Phương pháp thử kéo.

TCVN 1548 : 1987. Kiểm tra không phá hủy mối hàn - Phương pháp siêu âm.

TCVN 1961 : 1975. Mối hàn hồ quang điện bằng tay.
TCVN 3223 : 2000. Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp thép hợp kim thấp - Kí hiệu, kích thước và yêu cầu kĩ thuật.
TCVN 3909 : 2000. Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp thép hợp kim thấp - Phương pháp thử.
TCVN 4169 : 1985. Kim loại - Phương pháp thử mỗi nhiều chu trình và ít chu trình.
TCVN 1916 : 1995. Bulông, vít, vít cây và đai ốc - Yêu cầu kĩ thuật.

4) BÊ TÔNG

TCVN 5574:1991. Kết cấu BTCT - Tiêu chuẩn thiết kế.
TCXD 198:1997. Nhà cao tầng - Thiết kế kết cấu BTCT toàn khối.
TCVN 3105:1993. Hỗn hợp BT nặng và BT nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.
TCVN 3118:1993. BT nặng - Phương pháp xác định cường độ nén.
TCVN 3119:1993. BT nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn.
TCVN 5726:1993. BT nặng - Phương pháp xác định cường độ lắng trụ và modun đàn hồi khi nén tĩnh.
TCVN 4453:1995. Kết cấu BT và BTCT toàn khối - Thi công và nghiệm thu.
TCXD 239: 2000. BT nặng - Chỉ dẫn đánh giá cường độ BT trên kết cấu công trình.
TCVN 6025:1995(ISO 3893 : 77). Bê tông - Phân mức theo cường độ nén.
TCXD 225:1998. BT nặng - Đánh giá chất lượng - Chỉ dẫn phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm.
20TCN 162:1987. BT nặng - Phương pháp xác định cường độ bằng súng bật nảy.
TCXD 171: 1989. BT nặng - Phương pháp không phá hoại sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ nén.
TCXD 162: 2003. BT nặng - Phương pháp dự đoán cường độ nén bằng các thiết bị loại bật nảy.
TCXD 240: 2000. Kết cấu BTCT - Phương pháp điện tử xác định chiều dày lớp BT bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong BT.
TCXDVN 318 : 2004. Kết cấu BT và BTCT - Hướng dẫn công tác bảo trì.
TCVN 5440: 1991(SEV 2046:79). Bê tông - Kiểm tra và đánh giá độ bền. Qui định chung.
TCVN 5592: 1991. BT nặng. Yêu cầu bảo dưỡng độ ẩm tự nhiên.
TCVN 4452: 1987. Kết cấu BT và BTCT lắp ghép - Qui phạm thi công và nghiệm thu.
TCVN 4453: 1987. Kết cấu BT và BTCT toàn khối - Qui phạm thi công và nghiệm thu.
TCXDVN 274: 2002. Cấu kiện BT và BTCT đúc sẵn - Phương pháp thí nghiệm gia tải để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt.

5) GẠCH - ĐÁ.

TCVN 5573:19991. Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
TCXDVN 270: 2002. Khảo sát đánh giá tình trạng nhà và công trình xây gạch đá.
TCVN 3121:1979. Vữa và hỗn hợp vữa xây dựng - Phương pháp thử cơ lí.
TCVN 1450:1998. Gạch rỗng đất sét nung.
TCVN 1451:1998. Gạch đặc đất sét nung.
TCVN 6355:1998. Gạch xây - Phương pháp thử - Phần 1 - Xác định cường độ nén.
TCVN 6414:1998. Gạch gốm ốp lát - Yêu cầu kĩ thuật.
TCVN 6415:1998. Gạch gốm ốp lát - Phương pháp thử.
TCVN 6476:1999. Gạch bê tông tự chèn.
TCVN 246:1989. Gạch xây - Phương pháp xác định độ bền nén.
TCVN 247:1989. Gạch xây - Phương pháp xác định độ bền uốn.
TCVN 248:1989. Gạch xây - Phương pháp xác định độ hút nước.
TCVN 249:1989. Gạch xây - Phương pháp xác định khối lượng riêng.

6) GỖ.

TCVN1072: 1971. Gỗ - Phân nhóm theo tính chất cơ lí.
TCVN 356: 1970. Gỗ - Phương pháp lấy mẫu và yêu cầu chung khi thử cơ lí.
TCVN 358: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định độ ẩm khi thử cơ lí.
TCVN 362: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định khối lượng thể tích.
TCVN 363: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định giới hạn bền khi nén.
TCVN 364: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định giới hạn bền khi kéo.
TCVN 365: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định giới hạn bền khi uốn tĩnh.
TCVN 367: 1970. Gỗ - Phương pháp xác định giới hạn bền khi trượt và cắt.

7) MÓNG CỌC.

- TCXD 189: 1996. Móng cọc tiết diện nhỏ - Tiêu chuẩn thiết kế.
TCXD 190: 1996. Móng cọc tiết diện nhỏ - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.
TCXD 205: 1998. Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.
TCXD 206: 1998. Cọc khoan nhồi - Yêu cầu về chất lượng thi công.
TCXD 88: 1982. Cọc - Phương pháp thí nghiệm hiện trường.
TCXDVN 269: 2002. Cọc - Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục.

8) RUNG ĐỘNG.

- TCXD 175: 1990. Mức ồn cho phép trong công trình công cộng - Tiêu chuẩn thiết kế.
TCVN 7191: 2002 (ISO 4866:1990). Rung động và chấn động cơ học - Rung động đối với các công trình xây dựng- Hướng dẫn đo rung động và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến các công trình xây dựng.
TCVN 6964-1:2001 (ISO 2631-1:1997). Rung động và chấn động cơ học - Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân.
TCVN 6964-2:2002 (ISO 2631-2:1989). Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân- Rung động liên tục và rung động do chấn động gây ra trong công trình xây dựng.
TCVN 6962: 2001. Rung động và chấn động - Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp- Mức tối đa cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư.
TCVN 6963: 2001. Rung động và chấn động - Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp- Phương pháp đo.
TCVN 7210: 2002. Rung động và va chạm - Rung động do phương tiện giao thông đường bộ- Giới hạn cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư.
TCVN 7211: 2002. Rung động và va chạm - Rung động do phương tiện giao thông đường bộ- Phương pháp đo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1) Giáo trình giảng dạy môn học Bộ môn Thí nghiệm và Kiểm định Công trình.
- 2) Cơ sở đo lường học. Trần Bảo-Nguyễn Bình Minh-Trần Mạnh Tiến : NXB Cục tiêu chuẩn- Đo lường- Chất lượng Nhà nước.1983.
- 3) Kỹ thuật đo lường. Võ Sanh: NXB Cục tiêu chuẩn- Đo lường- Chất lượng Nhà nước.1990.
- 4) Phương pháp khảo sát nghiên cứu thực nghiệm công trình: Võ Văn Thảo: NXB Khoa học kĩ thuật Hà nội 1996.
- 5) Sức bền vật liệu tập I, II: Nguyễn Y Tô-Lê Minh Khanh-Lê Quang Minh-Nguyễn Khải-Vũ Đình Lai: NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà nội 1970.
- 6) Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lí: Phạm Hòa Thượng-Nguyễn Trọng Quế-Nguyễn Văn Hòa-Nguyễn Thị Vấn: NXB Giáo dục 1997.
- 7) Villamos mérésék: Dr. Szilágyi László: Műszaki Könyv Kiadó Budapest 1978.
- 8) Gépipari hoszmérésék: Dr. Ludvig Gyözö: Műszaki Könyv Kiadó Budapest 1982.
- 9) Qui trình thi công và nghiệm thu dầm cầu thép liên kết bằng bulông cường độ cao: 22TCN24-84..

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

- 1) TCXDVN 274 : 2002. Cấu kiện BT và BTCT đúc sẵn - Phương pháp thí nghiệm gia tải để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt.
- 2) TCXD 88 : 1982. Cọc - Phương pháp thí nghiệm hiện trường
- 3) TCXDVN 269 : 2002. Cọc - Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục.
- 4) TCXDVN 338 : 2005.(Thay thế TCVN 5575 : 1991). Kết cấu thép Tiêu chuẩn thiết kế.
- 5) 22 TCN 170-87 : Quy trình thử nghiệm cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

1. Phan Văn Cúc- Nguyễn Lê Ninh. Tính toán và cấu tạo kháng chấn các công trình nhiều tầng. NXB Khoa học kĩ thuật.1994.
2. TCVN 7191:2002 (ISO 4866:1990). Rung động và chấn động cơ học- Rung động đối với các công trình xây dựng- Hướng dẫn đo rung động và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến các công trình xây dựng.
3. TCVN 6964-1:2001 (ISO 2631-1:1997). Rung động và chấn động cơ học- Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân.
4. TCVN 6964-2:2002 (ISO 2631-2:1989). Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân- Rung động liên tục và rung động do chấn động gây ra trong công trình xây dựng.
5. TCVN 6962 : 2001. Rung động và chấn động- Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp- Mức tối đa cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư.
6. TCVN 6963 : 2001. Rung động và chấn động- Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp- Phương pháp đo.
7. TCVN 7210 : 2002. Rung động và va chạm- Rung động do phương tiện giao thông đường bộ- Giới hạn cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư.
8. TCVN 7211 : 2002. Rung động và va chạm- Rung động do phương tiện giao thông đường bộ- Phương pháp đo.