

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

TÔ ĐỨC QUÂN

**KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG CỌC
KHOAN NHỒI. ÁP DỤNG CỤ THỂ CHO CÔNG TRÌNH NHÀ Ở THU
NHẬP THẤP DO CÔNG TY TNHH HOÀNG HUY LÀM CHỦ ĐẦU TƯ
TẠI HUYỆN AN DƯƠNG – TP HẢI PHÒNG**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng Công trình Dân dụng & Công nghiệp

Mã số: 60.58.02.08

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. PHẠM VĂN THỨ

Hải Phòng, 2015

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1.....	4
TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI.....	4
1.1. Quản lý chất lượng.....	4
1.1.1. Khái niệm về quản lý chất lượng	4
1.1.2. Vai trò của quản lý chất lượng	4
1.2. Thi công nền móng bằng cọc khoan nhồi.....	6
1.2.1. Khái niệm, ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng	6
1.2.2. Thi công cọc	8
1.3. Những sự cố xảy ra khi thi công cọc khoan nhồi	8
1.3.1. Các sự cố thường gặp khi thi công cọc.....	8
1.3.2. Nguyên nhân.....	11
1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....	13
CHƯƠNG 2.....	14
CƠ SỞ LÝ LUẬN TRONG VIỆC KIỂM SOÁT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỌC KHOAN NHỒI.....	14
2.1. Cơ sở pháp lý để quản lý chất lượng.....	14
2.1.1. Văn bản pháp lý Nhà nước.....	14
2.1.2. Văn bản pháp lý địa phương.....	14
2.2. Quy trình thi công cọc khoan nhồi.	14
2.2.1. Định vị cọc (Định vị công trình và hố khoan)	14
2.2.2. Khoan tạo lỗ	15
2.2.3. Kiểm tra địa tầng	18
2.2.4. Kiểm tra độ sâu của hố khoan	18
2.2.5. Vệ sinh hố khoan	19
2.2.6. Công tác cốt thép	21
2.2.7. Xử lý căn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ bê tông (thổi rửa đáy lỗ khoan lần 2).....	22
2.2.8. Công tác bê tông	23
2.3. Kiểm tra chất lượng trong thi công cọc khoan nhồi.....	25

2.3.1. Kiểm tra chất lượng cọc trong quá trình thi công	25
2.3.2. Kiểm tra chất lượng cọc sau thi công	29
2.3.3. Xác định sức chịu tải của cọc khoan nhồi	48
2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....	69
CHƯƠNG 3.....	71
ÁP DỤNG KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CỌC KHOAN NHỒI CHO CÔNG TRÌNH NHÀ Ở THU NHẬP THẤP.....	71
3.1. Giới thiệu chung về dự án	71
3.1.1. Giới thiệu công trình	71
3.1.2. Biện pháp tổ chức mặt bằng thi công	72
3.1.3. Tổ chức thi công tại công trường.....	74
3.1.4. Biện pháp quản lý chất lượng	75
3.2. Quy trình thi công cọc khoan nhồi của dự án	78
3.2.1 Công tác chuẩn bị	78
3.2.2. Quy trình thi công	81
3.3. Một số giải pháp nhằm nâng cao công tác kiểm soát trong quá trình thi công cọc khoan nhồi của dự án	98
3.3.1. Phương pháp sóng ứng suất nhỏ kiểm tra tính toàn vẹn của cọc	99_Toc419522715
3.3.2. Phương pháp thấu xạ sóng âm qua thân cọc kiểm tra chất lượng bê tông (Superronic Teting – SST).....	101
3.3.3. Phương pháp thí nghiệm nén tĩnh cọc để xác định sức chịu tải của cọc theo phương dọc trục.....	98
3.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....	109
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	110
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	113

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong những năm qua, hòa chung xu thế đổi mới và phát triển của nền kinh tế, với sự cố gắng to lớn của Đảng, Nhà nước, chính quyền các địa phương và nhân dân trong cả nước, công tác xây dựng cơ bản có bước phát triển cả về số lượng, chất lượng, biện pháp và kỹ thuật thi công, trang thiết bị, đội ngũ cán bộ kỹ thuật xây dựng. Nhiều công trình lớn, kỹ thuật phức tạp chúng ta có khả năng thiết kế, thi công mà không phải có sự trợ giúp của nước ngoài. Nhà nước đã và đang đầu tư hàng trăm ngàn tỷ đồng cho xây dựng cơ bản trên các lĩnh vực như: Cơ sở hạ tầng giao thông (bao gồm đường bộ, đường sắt, hệ thống cầu lớn nhỏ, cảng biển, cảng sông, cảng hàng không,...); Cơ sở phục vụ cho nông nghiệp như công trình thủy lợi, hệ thống cấp thoát nước, các trung tâm phát triển chăn nuôi trồng trọt. Các công trình lớn phục vụ cho phát triển công nghiệp như dầu khí, khai thác khoáng sản... Các khu cụm công nghiệp trọng điểm, hàng trăm khu đô thị, khu dân cư mới được xây dựng với những công trình cao tầng kỹ thuật phức tạp. Điều đó đã làm diện mạo đất nước nói chung và của từng địa phương nói riêng ngày càng đổi mới, đời sống kinh tế của người dân được nâng cao, nền kinh tế quốc dân ngày càng tăng trưởng và phát triển một cách bền vững.

Bên cạnh những kết quả cơ bản và to lớn đó, một vấn đề được xã hội hết sức quan tâm đó là chất lượng xây dựng, vì chất lượng xây dựng là yếu tố quan trọng trong quá trình xây dựng, quyết định đến bộ mặt đô thị, nông thôn. Công trình xây dựng không bảo đảm chất lượng sẽ có nguy hại đến đời sống xã hội của quốc gia. Trên thực tế hiện nay, trong phạm vi cả nước có không ít những công trình do không bảo đảm chất lượng đã gây tình trạng lún nứt. Ví dụ như công trình nâng cấp, cải tạo QL18 đoạn Uông Bí – Hạ Long, công trình sửa chữa mặt cầu Thăng Long..., thậm chí có những công trình bị sập

đổ mất an toàn gây ra chết người thương tâm như vụ sập cầu Cần Thơ khiến 54 người thiệt mạng và hàng chục người khác bị thương. Những điều đó đã ảnh hưởng đến uy tín nghề nghiệp, đến đời sống xã hội, khiến cho dư luận thêm lo lắng và bức xúc. Điều đó cho thấy chất lượng công trình, sản phẩm xây dựng cần tiếp tục được quan tâm, đẩy mạnh trong mọi khâu của quá trình đầu tư xây dựng công trình. Đặc biệt là các công nghệ xử lý nền của các công trình xây dựng cụ thể là xử lý nền bằng cọc khoan nhồi. Xử lý nền rất quan trọng bởi vì nếu không kiểm soát chất lượng khi thi công nền ngay từ đầu, để đến khi công trình đã thi công xong, khi đó xảy ra sự cố thì công tác xử lý rất tốn kém, thậm chí công trình không thể đi vào sử dụng được.

Công ty TNHH Hoàng Huy đang khẳng định được uy tín qua các công trình xây dựng đạt chất lượng cao. Tuy nhiên hiện nay, công tác quản lý chất lượng nền móng các công trình, đặc biệt là các công trình xây dựng trên nền móng có xử lý bằng cọc khoan nhồi của Công ty đang gặp phải một số tồn tại. Vậy tác giả chọn đề tài **“Kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi. Áp dụng cụ thể cho công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương – TP Hải Phòng”** để tìm hiểu, nghiên cứu thực trạng về công tác quản lý chất lượng nền móng của công trình khi sử dụng cọc khoan nhồi, cũng như đưa ra một số giải pháp nhằm hoàn thiện, nâng cao năng lực kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi của công trình tại Công ty.

2. Mục đích của Đề tài

Luận văn nghiên cứu nhằm mục đích kiểm soát quy trình và chất lượng thi công cọc khoan nhồi của dự án **“Công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương – TP Hải Phòng”** để nâng cao chất lượng, thương hiệu của công ty.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a) Đối tượng nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là quy trình thi công cọc, các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thi công cọc, kiểm tra chất lượng của cọc khoan nhồi trong công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương – TP Hải Phòng.

b) Phạm vi nghiên cứu:

Đề tài tập trung nghiên cứu quy trình thi công, chất lượng thi công cọc khoan nhồi cho các công trình cao tầng tại Công ty TNHH Hoàng Huy trong thời gian thi công từ năm 2012 đến 2014 và đưa ra một số giải pháp nhằm nâng cao khả năng kiểm soát trong quá trình thi công cọc của dự án nhà cao tầng.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Để phân tích, nghiên cứu giải quyết vấn đề của đề tài, tác giả dự kiến sử dụng một số phương pháp sau:

- Phương pháp kế thừa: Kế thừa các nghiên cứu lý luận khoa học, các dự án, các văn bản quy định của nhà nước liên quan đến đề tài.
- Phương pháp tiếp cận và thu thập thông tin.
- Phương pháp tổng hợp và phân tích thông tin.
- Phương pháp chuyên gia: Tham vấn các chuyên gia trong lĩnh vực thi công.
- Một số các phương pháp khác.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

1.1. QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG [5]; [2];[3]

1.1.1. Khái niệm về quản lý chất lượng

Quản lý chất lượng là tập hợp những hoạt động chức năng quản lý chung nhằm xác định chính sách chất lượng, mục đích chất lượng và thực hiện bằng những phương tiện như lập kế hoạch, tổ chức thực hiện, đảm bảo chất lượng và cải tiến chất lượng trong khuôn khổ một hệ thống.

Quản lý chất lượng hiện đã được áp dụng trong mọi ngành công nghiệp, không chỉ trong sản xuất mà trong mọi lĩnh vực, trong mọi loại hình tổ chức, từ quy mô lớn đến quy mô nhỏ, cho dù có tham gia vào thị trường quốc tế hay không. Quản lý chất lượng đảm bảo cho tổ chức làm đúng những việc phải làm và những việc quan trọng, theo triết lý “làm việc đúng” và “làm đúng việc”, “làm đúng ngay từ đầu” và “làm đúng mọi thời điểm”.

Quản lý chất lượng dự án bao gồm tất cả các hoạt động có định hướng và liên tục mà một tổ chức thực hiện để xác định đường lối, mục tiêu và trách nhiệm để dự án thoả mãn được mục tiêu đã đề ra, nó thiết lập hệ thống quản lý chất lượng thông qua đường lối, các quy trình và các quá trình lập kế hoạch chất lượng, đảm bảo chất lượng, kiểm soát chất lượng.

1.1.2. Vai trò của quản lý chất lượng

Khi nói đến tầm quan trọng của quản lý chất lượng trong nền kinh tế ta không thể không nghĩ đến hiệu quả kinh tế mà nó mang lại cho nền kinh tế. Quản lý chất lượng giữ vai trò quan trọng trong công tác quản lý và quản trị kinh doanh. Theo quan điểm hiện đại thì quản lý chất lượng chính là quản lý mà có chất lượng, là quản lý toàn bộ quá trình sản xuất kinh doanh. Quản lý

chất lượng giữ một vị trí then chốt đối với sự phát triển kinh tế, đời sống của người dân và hoạt động sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp.

Đối với nền kinh tế quốc dân: Hoạt động quản lý chất lượng đem lại hiệu quả cao cho nền kinh tế, tiết kiệm được lao động cho xã hội do sử dụng hợp lý tiết kiệm tài nguyên, sức lao động, công cụ lao động, tiền vốn... Nâng cao chất lượng có ý nghĩa tương tự như tăng sản lượng mà lại tiết kiệm được lao động. Nâng cao chất lượng sản phẩm cũng làm cho nền kinh tế được phát triển cả về chất và lượng. Từ đó tạo đòn bẩy cho nền kinh tế tăng trưởng và phát triển một cách bền vững.

Đối với khách hàng: Khi có hoạt động quản lý chất lượng, khách hàng sẽ được thụ hưởng những sản phẩm hàng hoá dịch vụ có chất lượng tốt hơn với chi phí thấp hơn.

Đối với doanh nghiệp: Quản lý chất lượng là cơ sở để tạo niềm tin cho khách hàng, giúp doanh nghiệp có khả năng duy trì và mở rộng thị trường làm tăng năng suất, giảm chi phí trong hoạt động sản xuất kinh doanh. Từ đó nâng cao khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp trên thị trường.

Trong cơ chế thị trường, cơ cấu sản phẩm, chất lượng sản phẩm hay giá cả và thời gian giao hàng là yếu tố quyết định rất lớn đến sự tồn tại và phát triển của các doanh nghiệp mà yếu tố này phụ thuộc rất lớn vào hoạt động quản lý chất lượng.

Chất lượng sản phẩm và quản lý chất lượng là vấn đề sống còn của các doanh nghiệp trong điều kiện hiện nay. Tầm quan trọng của quản lý chất lượng ngày càng được nâng cao, do đó chúng ta phải không ngừng nâng cao trình độ quản lý chất lượng, đặc biệt là trong các tổ chức và trong lĩnh vực xây dựng.

Việc kiểm tra cọc khoan nhồi nhằm mục đích khẳng định chất lượng bê tông cũng như sự tiếp xúc giữa bê tông và đất nền tại mũi cọc. Đảm bảo

chất lượng của các công trình xây dựng được nâng cao.

1.2. THI CÔNG NỀN MÓNG BẰNG CỌC KHOAN NHỒI

1.2.1. Khái niệm, ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng

1.2.2.1. Khái niệm

Cọc khoan nhồi: là loại cọc tiết diện tròn được thi công bằng cách khoan tạo lỗ trong đất, lấy đất lên khỏi lỗ sau đó lấp đầy bằng bê tông cốt thép.

Cọc khoan nhồi bê tông cốt thép đường kính nhỏ có tiết diện cọc thường từ 300-600 mm, chịu tải trọng lớn thường từ 30 - 140 tấn trên một đầu cọc.

1.2.2.2. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng

a) Ưu điểm

Cọc khoan nhồi bê tông cốt thép đường kính nhỏ ổn định hơn ép cọc bê tông cốt thép. Giá thành lại chỉ ngang bằng hoặc rẻ hơn ép cọc bê tông cốt thép. Chính giá thành và chất lượng của Cọc khoan nhồi bê tông cốt thép đường kính nhỏ đã đem lại sự lựa chọn đúng đắn cho người sử dụng.

Cọc khoan nhồi có thể được đặt vào những lớp đất rất cứng, thậm chí tới lớp đá mà cọc đóng không thể tới được.

Có tiết diện và độ sâu mũi cọc lớn hơn nhiều so với cọc chế sẵn do vậy sức chịu tải lớn hơn nhiều so với cọc chế tạo sẵn.

Số lượng cọc trong một đài cọc ít, việc bố trí các đài cọc (Cùng các công trình ngầm) trong công trình được dễ dàng hơn.

Sức chịu tải ngang của cọc khoan nhồi là rất lớn, việc thi công cọc nhồi có chân dung nhỏ hơn nhiều so với cọc đóng, thi công cọc nhồi không gây hiện tượng trời đất ở xung quanh, không đẩy các cọc sẵn có xung quanh sang ngang.

Không gây ảnh hưởng đến các công trình xây dựng liền kề (lún nứt, hiện tượng chồi đất, lún sụt cục bộ).

Chi phí: giảm được 20-30% chi phí cho xây dựng móng công trình.

b) Nhược điểm

Yêu cầu kỹ thuật thi công cao, khó kiểm tra chính xác chất lượng bê tông nhồi vào cọc, do đó đòi hỏi sự lành nghề của đội ngũ công nhân và việc giám sát chặt chẽ nhằm tuân thủ các quy trình thi công.

Tiến độ thi công chậm hơn so với thi công cọc ép.

Môi trường thi công sinh lầy, dơ bẩn.

c) Phạm vi áp dụng

- Các công trình cao tầng xây chen trong thành phố;
- Các công trình cải tạo sửa chữa, nâng tầng;
- Tường cừ chắn đất tường tầng hầm, chống trượt;
- Cọc neo chịu nhỏ cho các kết cấu cột anten, biển quảng cáo, nhà công nghiệp.



Hình 1.1. Sơ đồ thi công cọc khoan nhồi

1.2.2. Thi công cọc

Để đảm bảo chất lượng cọc khoan nhồi, trong quá trình thi công phải đảm bảo thực hiện đầy đủ và đúng kỹ thuật những bước sau (hình 1.1):

1. Định vị cọc
2. Khoan tạo lỗ
3. Kiểm tra địa tầng
4. Kiểm tra độ sâu của hố khoan
5. Vệ sinh hố khoan
6. Công tác cốt thép
7. Xử lý căn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ bê tông
8. Công tác bê tông

1.3. NHỮNG SỰ CỐ XẢY RA KHI THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

1.3.1. Các sự cố thường gặp khi thi công cọc

1.3.1.1. Các sự cố trong quá trình thi công

Những sự cố thường xảy ra trong thi công cọc:

- Sụt lở thành hố khoan
- Rơi các thiết bị thi công vào trong hố khoan
- Khung cốt thép bị trôi lên
- Khung cốt thép bị cong vênh
- Nước vào trong ống đổ bê tông.

a) Sụt lở thành hố đào:

Với phương pháp thi công cọc bằng phương pháp tuần hoàn thì thành hố đào được giữ ổn định bởi việc duy trì áp lực dung dịch trong hố. Nhưng nguyên nhân dẫn đến sự sụt lở của thành hố đào thì có nhiều như:

- Duy trì áp lực cột nước không đủ;
- Mực nước ngầm có áp lực tương đối cao;
- Tỷ trọng và nồng độ dung dịch không đủ;

- Tốc độ tạo lỗ quá nhanh;
- Trong tầng cuối sỏi có nước chảy hoặc không có nước, trong hồ xuất hiện hiện tượng nước chảy đi mất;
- Các lực chấn động ở môi trường gần xung quanh;
- Khi hạ cốt thép và ống dẫn va vào thành hồ phá vỡ màng dung dịch hoặc thành hồ.

Như vậy theo các nguyên nhân nêu trên, để đề phòng sụt lở thành hồ ta phải nắm chắc được địa chất, mực nước ngầm, khi lắp dựng ống vách phải chú ý độ thẳng đứng của ống vách. Với phương pháp thi công phản tuần hoàn, việc quản lý dung dịch phải đặc biệt được chú trọng. Tốc độ tạo lỗ phải đảm bảo, giảm bớt các lực chấn động xung quanh, quá trình lắp dựng khung cốt thép phải thật cẩn trọng.

b) Khung cốt thép bị trôi lên:

Trong một số trường hợp khi đang thực hiện đổ bê tông phát hiện lồng thép bị trôi lên thì biện pháp đề phòng và xử lý như sau:

- Phải gia công, khung cốt thép thật chính xác, đặc biệt chú ý mối nối đầu giữa 2 đoạn khung cốt thép.
- Trong khi đổ bê tông phải chú ý độ thẳng đứng của ống dẫn cũng như của khung cốt thép vì kết cấu khung cốt thép phần trên có nhiều cốt chủ hơn phần dưới nên trọng lượng lớn hơn, hơn nữa khung cốt thép dài khả năng bị nén cong vênh lại càng lớn.
- Ống đổ bê tông để ngập nhiều quá cũng là một nguyên nhân dẫn đến việc lồng thép trôi lên.

c) Nước vào trong ống dẫn:

Do trong quá trình đổ bê tông ống dẫn phải nhắc lên hạ xuống nhiều lần làm cho đầu nối bị rò nước hoặc nhấn ống quá quy định làm cho nước vào trong ống dẫn đến việc bê tông bị phân ly, mất độ dẻo, làm hỏng chất lượng

bê tông.

1.3.1.2. Các sự cố của cọc

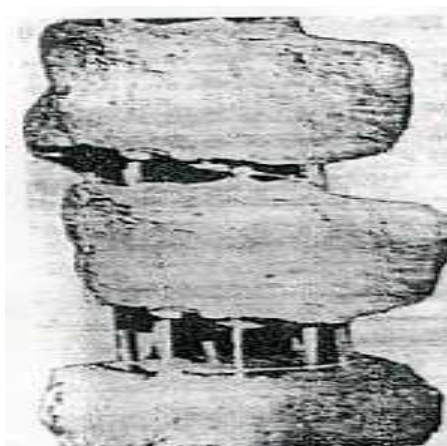
a) Những hư hỏng ở mũi cọc:

- Sự lắng đọng bùn khoan kết hợp đất nhão ngay dưới mũi cọc.
- Bê tông mũi cọc bị xốp do lẫn tạp chất v.v...

Những hư hỏng này xảy ra rất nghiêm trọng đối với cọc làm việc bằng mũi (nhất là đối với cọc có chân mở rộng hoặc có vỏ bọc) và có thể dẫn tới giảm cường độ nội tại của cọc hoặc khả năng chịu lực do độ lún nghiêm trọng gây ra. Những hư hỏng này rất đáng quan tâm tại mũi cọc trong đất.

b) Những hư hỏng ở thân cọc

- Thân cọc bị oằn, biến hình trong đất yếu
- Thân cọc bị gián đoạn bởi các đoạn bê tông xốp, bởi các lớp đất...
- Tại một vài vị trí, tiết diện thân cọc có hiện tượng co thắt lại hoặc bị phình ra...
- Trong bê tông cọc có lẫn các thấu kính đất...
- Bề mặt thân cọc bị rỗ
- Chủ yếu là tính không liên tục của thân cọc



Hình 1.2. Hư hỏng của bê tông ở thân cọc

- Các cục bứơu do từ biến của lớp đất yếu dưới tác dụng đẩy của bê tông tươi hoặc do mặt cắt lỗ khoan nở ra ngoài (sụt lở, lỗ hỏng...)

- Sự co thắt mặt cắt do sự đẩy ngang của đất
- Vùi trong bùn ít hoặc nhiều, liên tiếp nhau làm tách rời bê tông khi đổ bê tông và giữ lại những lắng đọng cặn....
- Sự rửa sạch tính vào tác động của dòng chảy ngang hoặc sự đứt đoạn của bê tông đổ
- Khuyết tật kéo theo vốn có của sự chệch lỗ khoan

c) Những hư hỏng ở phía trên của cọc

- Bê tông đầu cọc bị xốp, lẫn tạp chất v.v....

Sự thiếu trách nhiệm hoặc sự tẩy rửa không đầy đủ bê tông tràn khi kết thúc đổ bê tông cọc dẫn đến khuyết tật thi công rất thường xuyên, được hiện ra bởi các thể vùi bùn hoặc chất lắng đọng cặn bã. Sửa chữa tương đối dễ và biết chắc được chỗ loại bỏ bằng việc cắt phần khuyết tật của thân cọc, thay thế bằng bê tông lành lặn.

Một trường hợp cốt thép cọc bê tông bao bọc xấu, một hư hỏng có thể gây tổn hại đến tính vĩnh cửu của móng.

1.3.2. Nguyên nhân

a) Sự lắng đọng bùn khoan dưới mũi cọc:

Trong quá trình khoan tạo lỗ, phần đất ngay dưới đáy lỗ khoan bị xáo động và hấp thụ bentonite chuyển sang trạng thái dẻo kết hợp với sự lắng đọng bùn khoan tạo thành 1 lớp vật liệu nhão ngay dưới mũi cọc làm giảm sức kháng mũi cọc.

b) Bê tông mũi cọc bị xốp do lẫn tạp chất:

Quả cầu đổ bê tông không đạt yêu cầu; khoảng cách từ đáy ống đổ bê tông đến đáy lỗ khoan quá lớn, mẻ bê tông đầu tiên của cọc bị phân tầng hoặc bị trộn lẫn với hỗn hợp bùn sét trong quá trình bê tông rơi từ miệng ống đổ đến đáy lỗ khoan, phần bê tông mũi cọc bị xốp, không đạt chất lượng.

c) Thân cọc co thắt lại hoặc phình ra hoặc bị oằn đi:

Ở khu vực địa chất yếu cục bộ thân cọc có thể sẽ phình ra hoặc bị oằn cong do từ biến của lớp đất dưới lực đẩy của bê tông tươi; Trường hợp sau khi khoan tạo lỗ xong, vì sự cố nào đó chưa thể tiến hành lắp hạ lồng thép và đổ bê tông cọc ngay được, tiết diện lỗ khoan cũng có thể bị co thắt lại do sự đẩy ngang của đất.

d) Thân cọc có lẫn các thấu kính đất hoặc bị gián đoạn bởi các lớp đất:

Những dạng hư hỏng trên chủ yếu thường xuất phát từ sự cố sập thành vách lỗ khoan trong quá trình thi công cọc khoan nhồi.

Sập thành vách thường do các nguyên nhân chính sau:

- Khi khoan gặp tầng đất quá yếu, nhưng không có ống vách gia cố;
- Mức vữa bentonite trong lỗ khoan hạ thấp hơn cao độ yêu cầu;
- Các chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch bentonite không thích hợp với địa tầng cần khoan;
- Áp lực thủy động trong tầng cát, cát pha sét quá lớn;
- Tốc độ khoan quá nhanh vữa bentonite chưa kịp hấp thụ vào thành vách;
- Nâng hạ gầu khoan quá nhanh gây hiệu ứng Pitông dẫn đến sập thành vách lỗ khoan.

e) Bề mặt thân cọc bị rỗ:

Những hư hỏng này có thể do các nguyên nhân chính sau:

- Do sử dụng bê tông có thành phần không thích hợp, độ sụt quá thấp làm bê tông rỗ hoặc phân tầng;
- Do sự lưu thông nước ngầm làm trôi vữa ximăng, chỉ còn lại hạt cốt liệu.

1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Qua nghiên cứu tổng quan, ta thấy được rằng sự tồn tại của công trình, đặc biệt là các công trình xây dựng lớn gắn liền với sự xuất hiện và phát triển của đời sống xã hội loài người. Khoa học kỹ thuật phát triển dẫn đến sự phát triển của hình thức và quy mô công trình, điều đó đòi hỏi nền móng công trình phải được xử lý kỹ lưỡng hơn để tránh các sự cố công trình do nền móng bị phá hoại.

Một trong những biện pháp được xử lý nền đất yếu phổ biến nhất hiện nay là sử dụng móng cọc khoan nhồi. Cọc khoan nhồi là một trong những giải pháp xử lý nền móng các công trình xây dựng rất có hiệu quả, song chất lượng của chúng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố bất thường, đòi hỏi phải hiểu rõ, nắm chắc mọi điều kiện, yếu tố có liên quan khác nhau đến chất lượng cọc, trong đó phải kể đến vấn đề kiểm soát các quá trình công nghệ thi công cọc khoan nhồi trong các điều kiện địa kỹ thuật khác nhau để đảm bảo chất lượng cọc trong công trình, góp phần nâng cao tuổi thọ công trình.

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ LUẬN KIỂM SOÁT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỌC KHOAN NHỒI

2.1. CƠ SỞ PHÁP LÝ ĐỂ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG

2.1.1. Văn bản pháp lý Nhà nước

a) Luật:

- Luật xây dựng 2014 số 50/2014/QH13
- Luật đất đai 2013 số 45/2013/ QH13, quy định về việc sử dụng đất

b) Văn bản dưới luật

- NĐ 15/2013/NĐ – CP về quản lý chất lượng công trình xây dựng
- NĐ 45/2013/NĐ – CP về an toàn lao động, vệ sinh lao động
- TT 10/2013/TT – BXD về quản lý chất lượng công trình

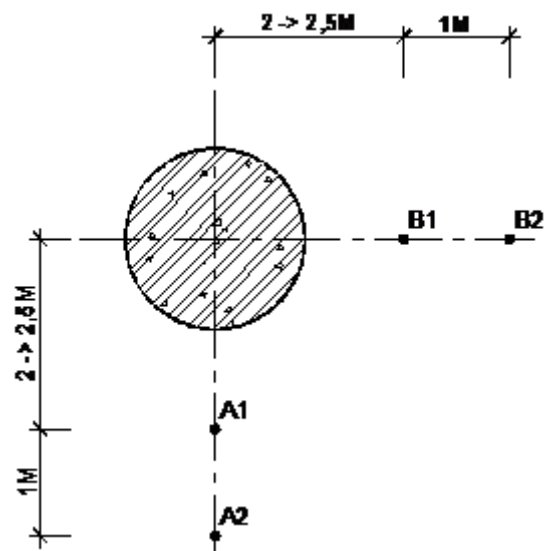
2.1.2. Văn bản pháp lý địa phương

- Các văn bản, Quyết định của UBND thành phố Hải Phòng về việc quy định trách nhiệm quản lý chất lượng công trình Xây dựng trên địa bàn.

2.2. QUY TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI [7]

2.2.1. Định vị cọc (Định vị công trình và hố khoan)

Dựa vào mốc giới do bên A bàn giao tại hiện trường, căn cứ vào tọa độ gốc và hệ tọa độ của các cọc thi công. Dùng máy toàn đạc điện tử định vị các lỗ khoan chuẩn bị thi công. Các trục được đánh dấu cẩn thận và được gửi ra các vị trí cố định xung quanh công trường để thường xuyên kiểm tra tìm cọc trong thời gian



Hình 2.1. Định vị cọc, hạ ống vách (ống casine)

thi công và bàn giao sau này.

- Tim cọc được xác định bằng bốn tim mốc kiểm tra A1, A2 và B1, B2 được đóng bằng các cọc tiêu thép $D = 14$, chiều dài cọc 1,5 m vuông góc với nhau và đều cách tim cọc một khoảng cách bằng nhau được bố trí như hình vẽ (hình 2.1).
- Trước khi hạ casing cho mỗi lỗ khoan phải gửi 4 cọc mốc vuông góc và thẳng hàng với nhau cách tim cọc $2 \div 2,5\text{m}$ để hạ casing đúng vị trí.
- Sau khi hạ xong casing dùng 4 mốc gửi, kết hợp máy toàn đạc như hình vẽ để kiểm tra tim cọc.

Ống vách có tác dụng:

- Định vị và dẫn hướng cho máy khoan;
- Giữ ổn định cho bề mặt hố khoan và chống sập thành phần trên hố khoan;
- Bảo vệ tránh đất đá, thiết bị rơi xuống hố khoan;
- Làm sàn đỡ tạm và thao tác để buộc nối và lắp dựng cốt thép, lắp dựng và tháo dỡ ống đỡ bê tông.

Sau khi định vị xong vị trí tim cọc, quá trình hạ ống vách được thực hiện bằng thiết bị rung. Có 2 loại đường kính ống $D = 1\text{ m}$ và $1,2\text{ m}$. Máy rung kẹp chặt vào thành ống và từ từ ấn xuống; khả năng chịu cắt của đất sẽ giảm đi do sự rung động của thành ống vách. Ống vách được hạ xuống độ sâu (6m). Trong quá trình hạ ống, việc kiểm tra độ thẳng đứng được thực hiện liên tục bằng cách điều chỉnh vị trí của máy rung thông qua cầu, ống vách được hạ xuống độ sâu đỉnh cách mặt đất 0,5m.

2.2.2. Khoan tạo lỗ

Trước khi khoan phải kiểm tra độ thẳng đứng theo dây dọi của thân dẫn hướng của cần khoan để lỗ khoan không bị xiên lệch quá độ nghiêng cho phép (1/100).

Để kiểm tra độ lệch xiên trên hiện trường tiện lợi nhất là xem việc lắp

ráp các đoạn ống đổ bê tông. Khi lỗ khoan bị lệch nghiêng thì không thể đưa ống đổ xuống đáy hố được, tự thân ống bằng kim loại sẽ xuống theo đường dây dọi do trọng lượng bản thân của nó.

Khoan gần cọc vừa mới đổ bê tông xong:

Khoan trong đất bão hoà nước khi khoảng cách mép các lỗ khoan < 1.5 m nên tiến hành cách quãng 1 lỗ; khoan các lỗ nằm giữa 2 cọc đã đổ bê tông nên tiến hành sau ít nhất 24 giờ từ khi kết thúc đổ bê tông.

Cao độ dung dịch khoan trong lỗ phải cao hơn mực nước ngầm ít nhất là 1.5 m. Khi có hiện tượng thất thoát dung dịch trong hố khoan thì phải có biện pháp xử lý kịp thời.

Đo đạc trong khi khoan: Gồm kiểm tra tim cọc, đo đặc độ sâu các lớp đất qua mùn khoan lấy ra và độ sâu hố khoan theo thiết kế. Các lớp đất theo chiều sâu khoan phải được ghi chép trong nhật ký khoan và hồ sơ nghiệm thu cọc. Cứ khoan được 2 m thì lấy mẫu đất 1 lần. Nếu phát hiện thấy địa tầng khác so với hồ sơ khảo sát địa chất thì báo ngay cho thiết kế và chủ đầu tư để có biện pháp điều chỉnh, xử lý kịp thời.

Sau khi khoan đến chiều sâu thiết kế, dừng khoan 30 phút để đo độ lắng. Độ lắng được xác định bằng chênh lệch chiều sâu giữa 2 lần đo lúc khoan xong và sau 30 phút. Nếu độ lắng vượt quá giới hạn cho phép thì tiến hành hút cho tới khi đạt yêu cầu.

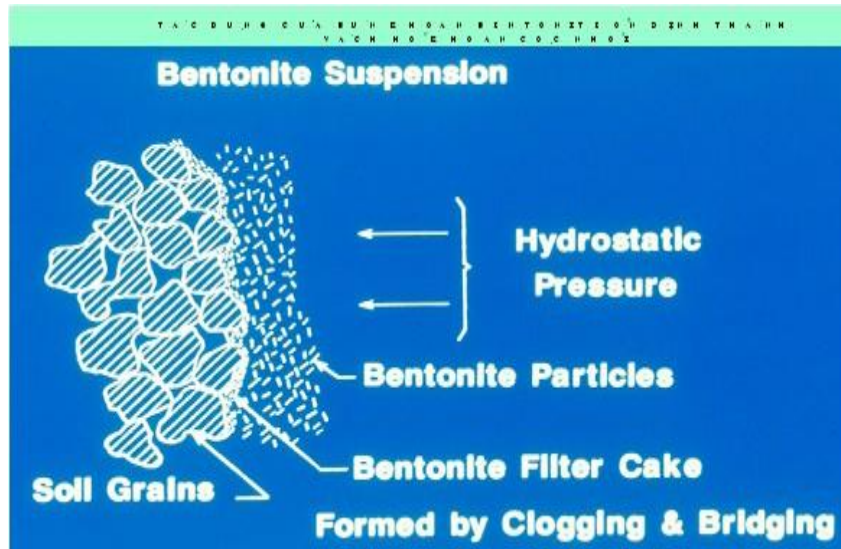
a) Dung dịch khoan:

Dung dịch khoan: Là dung dịch gồm nước sạch và các hoá chất khác như Bentonite, Polime ..., có khả năng tạo màng cách nước giữa thành hố khoan và đất xung quanh, đồng thời giữ ổn định thành hố khoan.

Tuỳ theo điều kiện địa chất, thuỷ văn, nước ngầm để chọn phương pháp giữ thành hố khoan và dung dịch khoan thích hợp. Dung dịch khoan được chọn dựa trên tính toán theo nguyên lý cân bằng áp lực ngang giữa cột dung

dịch trong hố khoan và áp lực của đất nền và nước quanh vách lỗ.

Khi khoan trong địa tầng dễ sụt lở, áp lực cột dung dịch phải luôn lớn hơn áp lực ngang của đất và nước bên ngoài.



Hình 2.2. Dung dịch khoan

Dung dịch Bentonite dùng giữ thành hố khoan nơi địa tầng dễ sụt lở. Khi mực nước ngầm cao (lên đến mặt đất) cho phép tăng tỷ trọng dung dịch bằng các chất có tỷ trọng như Barit, cát Magnetic...



Hình 2.3: Khoan tạo lỗ, bơm dung dịch Bentonite giữ thành

Kiểm tra dung dịch Bentonite từ khi chế biến cho đến khi kết thúc đổ bê tông từng cọc, kể cả việc điều chỉnh để đảm bảo độ nhớt và tỷ trọng thích hợp. Dung dịch có thể tái sử dụng trong thời gian thi công nếu đảm bảo được các chỉ tiêu thích hợp, nhưng không quá 6 tháng.

b) *Nhiệm vụ của dung dịch:*

Chuyển bùn tự nhiên lên hố lắng, cân bằng thủy tĩnh để thành vách hố khoan không bị sập. Trong trường hợp ngừng thi công (do thời tiết hay hết giờ làm) người kỹ thuật phải đảm bảo trong hố khoan có đầy dung dịch và không bị thấm đi trong thời gian ngưng thi công.

2.2.3. Kiểm tra địa tầng

Kỹ thuật viên đọc kỹ hồ sơ khảo sát địa chất để nắm rõ chiều dày các lớp đất mà cọc phải đi qua, tính chất của các lớp đất.

Tại mỗi lỗ khoan: Dựa vào tốc độ xuống của mũi khoan, màu sắc của dung dịch, thành phần của bùn kỹ thuật viên xem và ghi rõ trong “Hồ Sơ Lý Lịch Cọc”. Nếu địa tầng thực tế có khác nhiều so với hồ sơ khảo sát địa chất thì giám sát thi công báo cáo cho bên tư vấn biết.

2.2.4. Kiểm tra độ sâu của hố khoan



Hình 2.4. Kiểm tra độ sâu hố khoan

Dùng thước dây có treo quả dọi thả xuống hố khoan hoặc đo theo chiều dài của cần khoan hay ống đổ bê tông.

Trong khi khoan một số mùn khoan còn nằm lại trong hố khoan nên không thể thả dọi để kiểm tra được do đó lúc này sẽ kiểm tra cao độ hố khoan dựa vào chiều dài và số lượng cần khoan để tính, chiều dài mỗi cần khoan là 3.05m.

Sau khi dùng mũi khoan úp B kéo hết mùn khoan lên thì thả dọi để

kiểm tra hố khoan sau đó mới thả lồng thép vào ống đổ bê tông.

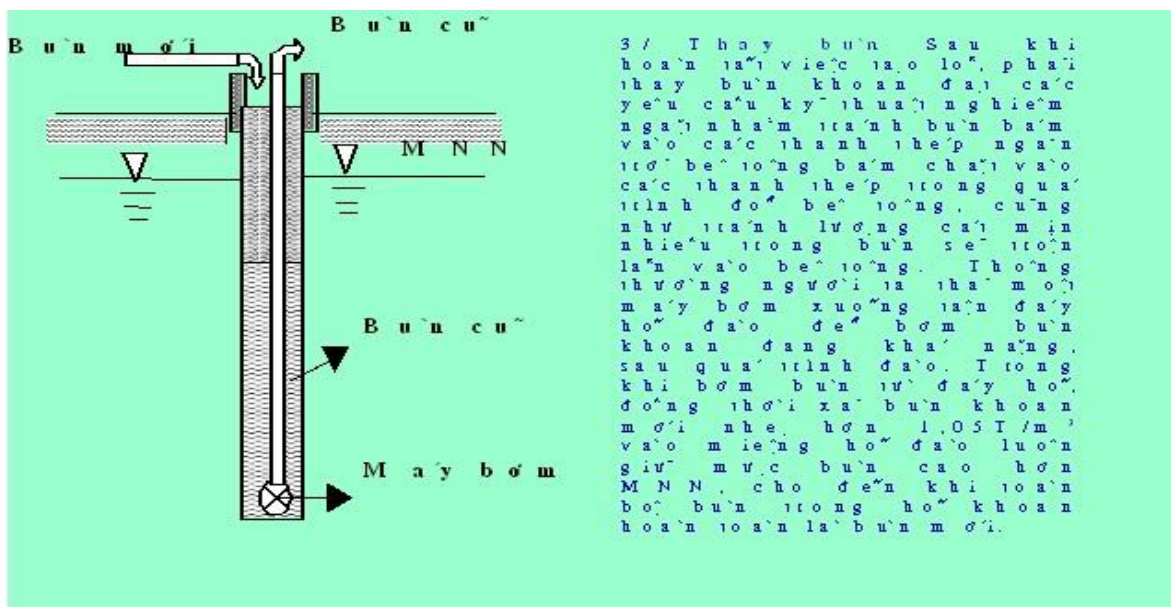
Sau khi thả xong lồng thép và ống đổ bê tông, tiến hành thả dọi đo lại cao độ hố khoan để xác định chiều dày lớp cặn lắng.

Tiến hành thổi rửa vệ sinh hố khoan xong, thả dọi đo cao độ hố khoan một lần nữa để xác định lại lớp cặn lắng phải đảm bảo $< 10\text{cm}$.

Nếu trường hợp thổi rửa vệ sinh xong mà chưa có bê tông đổ ngay thì trước khi đổ bê tông phải kiểm tra lại lần nữa để đảm bảo lớp cặn lắng nằm trong giới hạn cho phép.

2.2.5. Vệ sinh hố khoan

Đây là công đoạn quan trọng nhất trong quá trình thi công cọc khoan nhồi. Sau khi khoan đến độ sâu thiết kế lượng phôi khoan không thể trôi lên hết. Khi ngừng khoan, những phôi khoan lơ lửng trong dung dịch sẽ lắng trở lại trong đáy hố khoan, hoặc những phôi khoan có kích thước lớn mà dung dịch không thể đưa lên khỏi hố khoan được.



Hình 2.5: Vệ sinh hố khoan

Các công đoạn xử lý như sau:

Dùng ống PVC hoặc ống kim loại có đường kính từ 60 – 100 mm (càng

lớn càng dễ bơm) đưa xuống tới đáy hố khoan, dùng khí nén bơm ngược bùn tự nhiên trong hố khoan ra ngoài, các phôi khoan có xu hướng lắng xuống sẽ bị đẩy ngược lên và thoát ra ngoài lỗ khoan cho đến khi không còn cặn lắng lẫn lộn là đạt yêu cầu.

Trong quá trình bơm khí nén, hố khoan phải luôn luôn được cấp đầy dung dịch để xác định độ sạch hố khoan. Có thể làm cụ thể như sau: Đổ vào hố khoan một số đá 1x2, khi bơm lên dùng lưới hứng lại để kiểm tra. Nếu lượng đá 1x2 được bơm lên gần bằng với lượng đá bỏ xuống thì công đoạn vệ sinh hố khoan đạt yêu cầu.

Các cặn lắng lại trong đáy hố khoan được xử lý theo 2 bước

Các đánh đoạn xử lý cặn lắng như sau:

Bước 1: đầu tiên là phải xử lý cặn lắng là những hạt phôi khoan có đường kính lớn Ngay sau khi tạo lỗ khoan xong thì phải xử lý cặn lắng ngay. Khi hăng khoan u tông tới lòng cao váng kể thì nối tục phóng đại nước thải loại từ bắn lên và có chứa được nâng ngay váng bị khoan lên. Tiếp theo đây là kéo mũi đất khoan lên và đem mũi khoan có xô B xuống. Việc kéo mũi đất khoan này nhằm kéo những cặn lắng có khối lượng, đường kính to như những cục đất keo kết lên. Thực hiện giờ đánh tác này liên tục biểu đến khi chả thấy còn bắn được kéo lên nữa (thường thì mũi xô B chỉ được kéo lên 1-2 lượt)

Bước 2: Xử lý các cặn lắng là những hạt phôi khoan có đường kính nhỏ

Trước khi đổ u tông thời người đánh nhân cần xử lý các cặn lắng là những hạt phôi khoan nhỏ. Sau khi các cặn lắng là những hạt phôi khoan to được xử lý thời ta đem lồng thép và ống dùng để đổ u tông xuống đáy hố khoan. Khi đem đơn ống dẫn khí vào trong tâm ống đổ u tông thời ống dẫn khí phải xuể cách đáy 2m, rồi dùng khí nén phóng đại các dung nhách khoan ra bên ngoài kè đường ống đổ u tông. Các phôi khoan lắng xuống sẽ bị suýt vào trong ống đổ u tông và đem ra ngoài mồm ống. Quy trình này được thực hiện giờ cho tới

khi chĩa còn cặn lắng ở trong ống đổ u tông. Có dạng bạn quan tiền tâm: thang nâng hàng nặng Để kiểm buồng cặn lắng ngừ hồ khoan phải dùng thước có quả dọi 10cm Việc đổ u tông được thực hiện giờ ngay sau khi hăng xử lý xong cạc cặn lắng.

2.2.6. Công tác cốt thép [13]

Khung cốt thép của cọc được chế tạo tại hiện trường. Để đảm bảo độ dày của lớp bảo vệ 10cm thường có gắn ở mặt ngoài của lồng cốt thép các con kê. Con kê thường được làm bằng bê tông cấp độ bền B25 được gắn vào các vị trí xác định trên lồng cốt thép theo thiết kế.

Dùng cần cẩu nâng lồng cốt thép lên theo phương thẳng đứng rồi từ từ hạ xuống trong lòng hồ khoan, đến khi đầu trên của lồng cốt thép cách miệng ống vách khoảng 120 cm thì dừng lại. Dùng hai ống thép tròn $\Phi 60$ luồn qua lồng thép và gác hai đầu ống thép lên miệng ống vách.



Hình 2.6: Gia công lắp dựng cốt thép cọc

Tiếp tục cầu lắp đoạn lồng thép tiếp theo như đã làm với đoạn trước, điều chỉnh để các cây thép chủ tiếp xúc dọc với nhau và đủ chiều dài nổi thì thực hiện liên kết theo yêu cầu thiết kế.

Lồng thép được đặt đúng cos đài móng nhờ các thanh thép chò đặt cách đều theo chu vi lồng thép. Đầu dưới được liên kết với thép chủ còn đầu trên được hàn vào thành ống vách, các thanh thép này được cắt rời khỏi ống vách khi công tác đổ bê tông kết thúc.

Để tránh sự đẩy nổi lồng cốt thép khi thi công đổ bê tông cần đặt ba

thanh thép sắt hình tạo thành một tam giác đều hàn vào ống vách để kìm giữ lồng thép lại.

2.2.7. Xử lý cặn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ bê tông (thổi rửa đáy lỗ khoan lần 2)

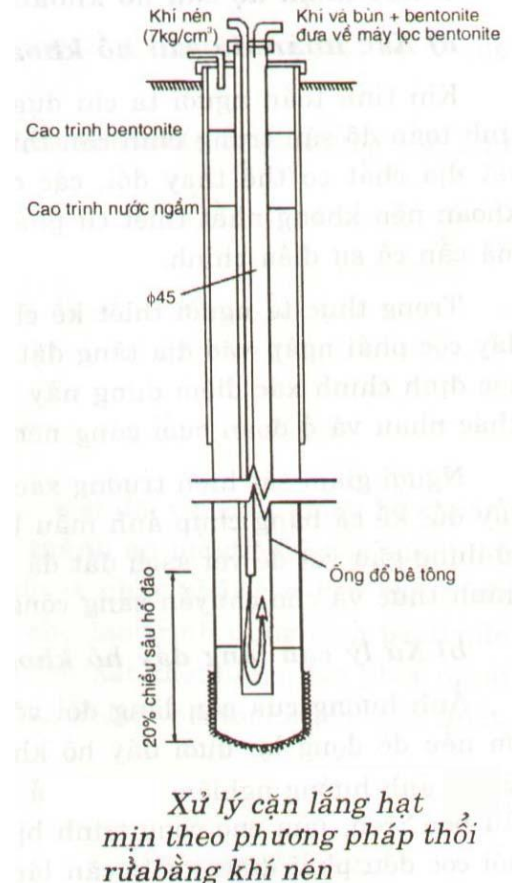
Dùng ngay ống đổ bê tông để làm ống xử lý cặn lắng. Sau khi lắp xong ống đổ bê tông người ta lắp đầu thổi rửa lên đầu trên của ống. Đầu thổi rửa có 2 cửa, một cửa được nối với ống dẫn để thu hồi dung dịch bentonite và bùn đất từ đáy hố khoan về thiết bị lọc dung dịch, một cửa khác được thả ống khí nén $\phi 45$, ống này dài khoảng 80% chiều dài của cọc.



Hình 2.7: Ống Tremie, ống thổi rửa và lắp ống thổi rửa hố khoan

Khi bắt đầu thổi rửa, khí nén được thổi liên tục với áp lực 7kg/cm^2 qua đường ống $\phi 45$ đặt bên trong ống đổ bê tông. Khi khí nén ra khỏi ống $\phi 45$ sẽ quay trở lại thoát lên trên ống đổ tạo thành một áp lực hút ở đáy hố đưa dung dịch bentonite và cặn lắng theo ống đổ bê tông đến thiết bị lọc và thu hồi dung dịch. Trong suốt quá trình thổi rửa này phải liên tục cấp bù dung dịch bentonite để đảm bảo cao trình và áp lực của bentonite lên hố móng không thay đổi. Thời gian thổi rửa thường từ 20-30 phút. Sau khi ngừng cấp khí nén, người ta thả dây đo độ sâu. Nếu lớp bùn lắng $< 10\text{cm}$ thì tiến hành kiểm tra dung dịch bentonite lấy ra từ đáy hố khoan, lòng hố khoan được coi là sạch khi dung dịch ở đáy hố khoan thoả mãn:

- . Tỷ trọng $\gamma = 1,04-1,20\text{ g/cm}^3$
- . Độ nhớt $\eta = 20-30$ giây
- . Độ pH = 9-12.



Hình 2.7a Xử lý cặn lắng hạt mịn

2.2.8. Công tác bê tông [12], [14]

Đáy ống đổ bê tông phải luôn ngập trong bê tông $\geq 1.5\text{ m}$.

Dùng nút dịch chuyển tạm thời (nút cao su hay nhựa có vát côn) đảm bảo cho bề mặt bê tông đầu tiên không tiếp xúc trực tiếp với dung dịch khoan trong ống đổ bê tông và loại trừ khoảng chân không khi đổ bê tông.

Bê tông không được gián đoạn trong thời gian dung dịch khoan có thể giữ thành hố khoan (khoảng 4 giờ).

Mác Bê tông thường dùng là 250.

Cấp phối đá, cát, xi măng, nước, phụ gia (nếu có) phải đúng với mác bê tông.

Chất lượng của các vật liệu bê tông phải đảm bảo, tránh các tạp chất.

Độ sụt của bê tông khoảng 180mm.

Khối lượng bê tông thực tế so với kích thước lỗ cọc theo lý thuyết không được $> 20 \%$. Khi tổn thất bê tông lớn phải kiểm tra lại biện pháp giữ thành hố khoan.

Lấy mẫu bê tông để kiểm tra chất lượng của bê tông.

Quy trình đổ Bê tông:

Căn cứ tiết diện và chiều dài cọc thiết kế, kỹ thuật viên tính sơ bộ lượng bê tông cần thiết để lấp đầy lỗ khoan. Thực tế tiết diện cọc sẽ lớn hơn tùy theo tầng địa chất.

Để đảm bảo chất lượng và cường độ bê tông trong suốt chiều dài cọc, thì thời gian đổ bê tông cho 1 cọc không được kéo dài quá 6 giờ.

Quy trình cắt ống đổ bê tông: Kỹ thuật viên và giám sát có thể theo dõi cao độ của mức bê tông dâng lên trong hố khoan bằng cách tính sơ bộ lượng bê tông đổ qua từng mẻ.

Trước khi cắt ống đổ bê tông phải nâng ống đổ rồi thả chùng Cable để xác định “độ ngòi” của ống đổ trong bê tông, rồi cho cắt ống.

Khi bê tông dâng lên miệng hố khoan, dù công tác vệ sinh đã được làm kỹ lưỡng nhưng lớp bê tông trên cùng thường bị nhiễm bùn tự nhiên. Nên lớp bê tông trên cùng trào ra khỏi miệng hố khoan phải bỏ đi, khi thấy lớp bê tông kế tiếp đạt yêu cầu thì ngưng đổ.



Hình 2.8: Lắp ống đổ Bê tông, đổ bê tông trong dung dịch Bentonite và đo mặt dâng bê tông

Lắp đầu cọc:

- Tháo dỡ toàn bộ giá đỡ của ống phần trên
- Cắt các thanh thép treo lồng thép
- Lắp đá 1x2 và đá 4x6 vào đầu cọc, lấp bằng mặt đất tự nhiên.

Rút ống vách:

Dùng máy rung để rút ống lên từ từ. Để tránh trường hợp ống dẫn kéo lên không theo phương thẳng đứng làm thay đổi tiết diện cọc cần phải bố trí máy kính vĩ để theo dõi hai phương trong quá trình rút ống.

Sau khi rút ống vách phải lấp cát vào hố cọc nếu cọc sâu, lấp hố thu bentonite và rào chắn tạm bảo vệ cọc.

Không được phép rung động hoặc khoan cọc khác trong vòng 24 giờ kể từ khi kết thúc đổ bê tông cọc trong phạm vi 5 lần đường kính của cọc.

2.3. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG TRONG THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI [1]

2.3.1. Kiểm tra chất lượng cọc trong quá trình thi công

Trong giai đoạn thi công (trước khi hình thành cọc), các chỉ tiêu cần kiểm tra gồm có:

- Chất lượng lỗ cọc trước khi đổ bê tông
- Chất lượng và khối lượng bê tông đổ vào cọc
- Lồng cốt thép trong lỗ cọc

Nếu thi công bằng phương pháp ướt (dùng dung dịch sét hoặc hoá

phẩm khác để giữ ổn định thành lỗ cọc) thì phải kiểm tra chất lượng dung dịch: - Chế tạo dung dịch đạt chỉ tiêu kỹ thuật

- Điều chỉnh dung dịch theo điều kiện địa chất công trình, điều kiện địa chất thủy văn và công nghệ khoan cụ thể.

2.3.1.1. Kiểm tra dung dịch khoan

Dung dịch khoan phải được chuẩn bị trong các bồn chứa có dung tích đủ lớn, pha trộn với nước sạch, cấp phối tùy theo chủng loại Bentonite.

Bề dày lớp cặn lắng đáy cọc ≤ 10 cm (đối với cọc ma sát + chống).

Kiểm tra dung dịch khoan bằng các thiết bị thích hợp, việc đo lường dung trọng có độ chính xác 0.005 g/ml.

Trước khi đổ bê tông nếu kiểm tra mẫu dung dịch tại độ sâu khoảng 0.5 m từ đáy lên có khối lượng riêng > 1.25 g/cm³, hàm lượng cát $> 8\%$, độ nhớt > 28 giây thì phải thổi rửa đáy lỗ khoan để đảm bảo chất lượng lỗ khoan cọc nhồi. Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch cho trong bảng 2.1.

Bảng 2.1: Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch Bentonite.

<i>Tên chỉ tiêu</i>	<i>Chỉ tiêu tính năng</i>	<i>Phương pháp kiểm tra</i>
1. Khối lượng riêng	1.05 , 1.15 g/cm ³	Tỷ trọng kế hoặc Bomêkê
2. Độ nhớt	18 , 45 giây	Phễu 500/700cc
3. Hàm lượng cát	$< 6\%$	
4. Tỷ lệ chất keo	$> 95\%$	Đong cốc
5. Lượng mất nước	< 30 ml/30phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày áo sét	1,3 mm/30phút	Lực kế cắt tĩnh
7. Lực cắt tĩnh	< 0.03 g/cm ²	
8. Tính ổn định	< 0.03 g/cm ²	
9. Độ pH	7 , 9	Giấy thử pH

2.3.1.2. Kiểm tra lỗ khoan cọc nhồi

- Sai số cho phép về lỗ khoan cọc nhồi do thiết kế quy định.

Bảng 2.2: Các thông số cần kiểm tra về lỗ khoan cọc nhồi

TT	Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra
1	Tình trạng lỗ cọc	- Kiểm tra bằng mắt có thêm đèn dò - Dùng phương pháp siêu âm hoặc camera ghi chụp thành lỗ cọc
2	Vị trí, độ thẳng đứng và độ sâu	- Đo đạc so với mốc và tuyến chuẩn - So sánh khối lượng đất lấy lên với thể tích hình học của cọc - Theo lượng dùng dung dịch giữ thành vách - Theo chiều dài tời khoan - Quả dò - Máy đo độ nghiêng, phương pháp siêu âm
3	Kích thước lỗ	- Mẫu, calip, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính giữ ống thành - Theo mức độ của cánh mũi khoan khi mở rộng đáy
4	Tình trạng đáy lỗ và độ sâu của mũi cọc trong đất đá, độ dày lớp cặn lắng	- Lấy mẫu và so sánh với đất và đá lúc khoan, đo độ sâu trước và sau thời gian giữ thành không ít hơn 4 giờ. - Độ sạch của nước xối rửa - Phương pháp quả tạ rơi hoặc xuyên động - Phương pháp điện (<i>điện trở, điện dung...</i>) - Phương pháp âm

Bảng 2.2. trình bày các phương pháp khá đơn giản để kiểm tra chất lượng lỗ cọc, tuy nhiên trong hầu hết các trường hợp phải dùng thiết bị máy móc thích hợp mới thực hiện được các yêu cầu về kiểm tra chất lượng lỗ cọc.

2.3.1.3 Kiểm tra lồng thép

- Sai số cho phép về lồng thép do thiết kế quy định (bảng 2.3).

Bảng 2.3: Sai số cho phép cho lồng thép

<i>Hạng mục</i>	<i>Sai số cho phép, mm</i>
1. Cự ly giữa các cốt chủ	± 10
2. Cự ly cốt đai hoặc cốt lò so	± 20
3. Đường kính lồng thép	± 10
4. Độ dài lồng thép	± 50

2.3.1.4. Kiểm tra Bê tông [14]

Bê tông trước khi đổ phải lấy mẫu, mỗi cọc 3 tổ mẫu lấy cho 3 phần: Đầu, giữa, mũi cọc; mỗi tổ 3 mẫu. Kết quả ép mẫu kèm theo lý lịch cọc.

Cần kết hợp từ 2 phương pháp khác nhau trở lên để kiểm tra bê tông.

Khi cọc có chiều sâu > 30 lần đường kính thì phải dùng phương pháp kiểm tra qua ống đặt sẵn.

Khi phát hiện khuyết tật, nếu còn nghi ngờ cần kiểm tra bằng khoan lấy mẫu và các biện pháp khác để khẳng định khả năng chịu tải lâu dài của nó trước khi quyết định xử lý sửa chữa hoặc phải thay thế bằng các cọc khác. Quyết định cuối cùng do Thiết kế kiến nghị, Chủ đầu tư chấp thuận.

2.3.1.5. Kiểm tra sức chịu tải của cọc khoan nhồi đơn

Sức chịu tải của cọc đơn do thiết kế xác định. Tuy theo mức độ quan trọng của công trình và tính phức tạp của điều kiện địa chất công trình mà thiết kế quy định số lượng cọc cần kiểm tra sức chịu tải.

Số lượng cọc khoan nhồi cần kiểm tra sức chịu tải được quy định dựa trên mức độ hoàn thiện công nghệ của nhà thầu, mức độ rủi ro khi thi công, tầm quan trọng của công trình. Tối thiểu mỗi loại đường kính 1 cọc, tối đa là 2% tổng số cọc.

Kết quả thí nghiệm là căn cứ pháp lý để nghiệm thu móng cọc.

Phương pháp kiểm tra sức chịu tải của cọc đơn chủ yếu là thử tĩnh (nén tĩnh, nhổ tĩnh, nén ngang). Đối với các cọc không thể thử tĩnh được (cọc trên

sông, biển ...) thì nên dùng phương pháp thử động PDA, Osterberg, Statnamic ...

Tiến hành thử tĩnh cọc có thể trước hoặc sau khi thi công cọc đại trà. Đầu cọc thí nghiệm nén tĩnh phải cao hơn mặt đất xung quanh 20 – 30cm và có ống thép dày 5 – 6mm, dài khoảng 1m để đảm bảo không bị nứt khi thí nghiệm và phản ánh đúng chất lượng thi công.

2.3.2. Kiểm tra chất lượng cọc sau thi công

Chất lượng cọc sau khi thi công thường thể hiện bằng những chỉ tiêu chất lượng sau:

- Độ nguyên vẹn (tính toàn khối của cọc);
- Sự tiếp xúc giữa đáy cọc và đất nền;
- Sự tiếp xúc giữa thân cọc và đất đá xung quanh.

Hiện nay có rất nhiều phương pháp để kiểm tra chất lượng cọc sau thi công. Dưới đây trình bày một số phương pháp kiểm tra chất lượng cọc sau thi công đã được sử dụng trên thế giới và ở Việt Nam. Các phương pháp phổ biến như phương pháp thử động biến dạng nhỏ, phương pháp siêu âm truyền qua sẽ được tác giả trình bày kỹ. Một số phương pháp ít phổ biến hơn sẽ trình bày về nguyên lý và cách thức kiểm tra.

2.3.2.1. Phương pháp thử động biến dạng nhỏ

a) Nguyên lý hoạt động

Phương pháp thử động biến dạng nhỏ dựa trên nguyên lý phản xạ khi gặp trở kháng thay đổi của sóng ứng suất, gây ra bởi tác động của lực xung tại đầu cọc, khi truyền dọc thân cọc.

Tùy theo việc đo đạc và phân tích số liệu thu được mà có thể chia ra thành 2 phương pháp như sau:

****) Phương pháp phản hồi âm thanh (Sonic Echo Test – SET)***

Phương pháp phản hồi âm thanh được phát triển ở Trung tâm thí

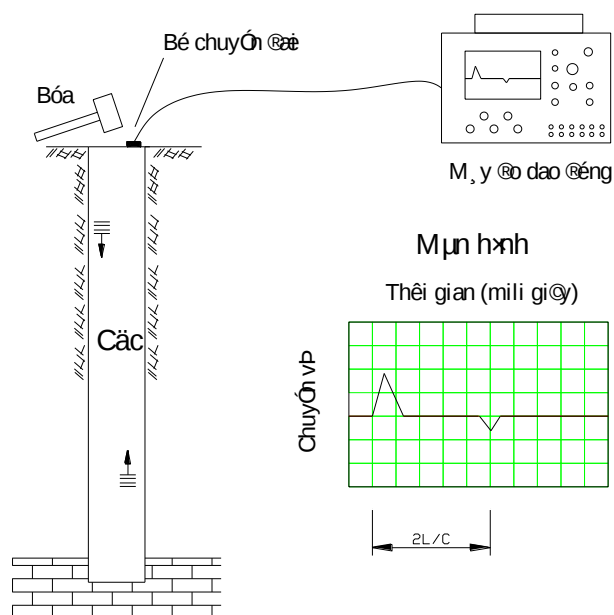
nghiệm Động lực học ở Delft, Hà Lan.

Ưu điểm của phương pháp này là việc kiểm tra được tiến hành nhanh, ít tốn kém và không phải can thiệp vào bên trong cọc. Những nghiên cứu của Finno năm 1995 cho thấy rằng ngay cả khi đầu cọc được bọc lại thì phương pháp này vẫn tỏ ra có hiệu quả.

Về lý thuyết phương pháp này khá đơn giản. Dùng búa gõ vào đầu cọc sẽ tạo ra sóng âm thanh truyền dọc theo chiều dài cọc xuống phía dưới (hình 2.9).

Sóng này khi gặp đáy cọc hoặc một khuyết tật trong cọc sẽ phản xạ trở lại và được thu bởi một máy đo gia tốc hoặc một bộ chuyển đổi khác phù hợp.

Thời gian hành trình của sóng xuống đến khuyết tật trên cùng hoặc đáy cọc và phản hồi lại lên đến đầu cọc được đọc từ tín hiệu hiển thị trên màn hình của máy đo dao động hoặc máy tính.



Hình 2.9: Mô hình phương pháp phản hồi âm thanh

Nếu biết được vận tốc của sóng âm thanh trong bê tông thì chiều dài cọc (hoặc khoảng cách từ đầu cọc đến một khuyết tật) sẽ được xác định theo công thức sau:

$$L = \frac{t.C}{2}.$$

Trong đó:

t – thời gian hành trình của sóng âm, giây;

L - Chiều dài cọc hoặc khoảng cách từ đầu cọc đến khuyết tật, m;

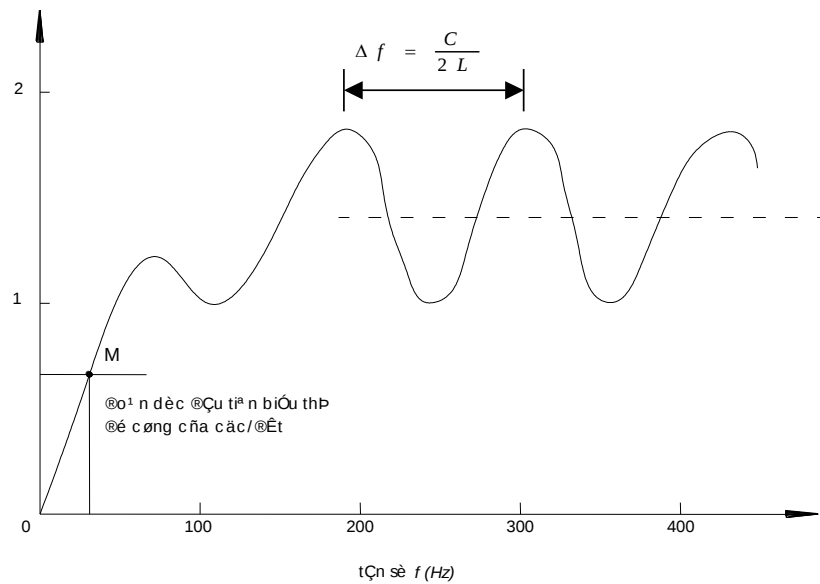
C – Vận tốc của sóng âm trong bê tông, m/giây.

Nếu có một khuyết tật trong cọc, giá trị L nhận được từ sự phản hồi đầu tiên sẽ nhỏ hơn chiều dài của cọc và sẽ là chiều sâu thực tế của khuyết tật. Trong hầu hết các thiết bị người ta thường lập trình để hiển thị số liệu chiều sâu này bằng việc nhân giá trị thời gian nhận được với C/2.

**) Phương pháp ứng xử nhanh (Transient Response Method – TRM)*

Phương pháp này cũng dùng để kiểm tra độ nguyên vẹn của cọc khoan nhồi tương tự như phương pháp phản hồi âm thanh, tuy nhiên việc xử lý số liệu của phương pháp này công phu hơn và do đó có thể cho kết quả tốt hơn.

Dùng búa tác động một lực va đập tác dụng được ghi lại theo thời gian. Hai tín hiệu này được xử lý trong máy tính bằng phần mềm phân tích sử dụng phương pháp biến đổi nhanh Fourier. Số liệu xử lý được xuất ra dưới dạng biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ vận tốc cọc (Vn)/ lực đầu cọc (Fn) và tần số giao động xung (f). Trên hình (2.10) thể hiện một dữ liệu đầu ra lý tưởng của phương pháp này.



Hình 2.10: Đầu ra lý tưởng của phương pháp ứng xử nhanh

Thứ nhất, đoạn dốc đầu tiên của đường cong có quan hệ với độ cứng dọc trục của cọc. Nếu độ dốc đoạn này bé hơn so với các cọc khác cùng kích thước đã được kiểm tra đạt chất lượng tốt, thì trong cọc này có thể đã xuất hiện khuyết tật. Từ số liệu này có thể xác định được độ cứng động mũi cọc theo công thức:

$$E = 2\pi f_M / (V/f)_M$$

Giá trị độ cứng động mũi cọc tăng theo độ phản xạ mũi cọc. Phản xạ mũi cọc thấp thường là do sức kháng của đất cao. Tuy nhiên, cũng có thể là các đặc trưng của cọc thay đổi lớn hoặc do sức cản động vật liệu cọc và nó chỉ liên quan gián tiếp đến sức chịu tải của cọc. Do đó giá trị E được tính toán để cung cấp một kết quả mang tính định lượng để đánh giá chất lượng cọc như:

- Tình trạng mũi cọc;
- Các vết nứt ngang;
- Độ cứng ngang của cọc;
- Các tính chất về độ ẩm, ma sát của đất.

Thứ hai, số gia tần số Δf giữa hai điểm lồi của đồ thị liên hệ với khoảng cách L từ đầu cọc tới điểm mà năng lượng sóng bị phản xạ trở lại (các khuyến

tật lớn hoặc đáy cọc) theo công thức:

$$\Delta f = \frac{C}{2L}.$$

Trong đó:

Δf – Thời gian hành trình của sóng âm, giây;

L – Chiều dài cọc hoặc khoảng cách từ đầu cọc đến khuyết tật, m;

C – Vận tốc của xung trong bê tông, m/giây.

Từ công thức này dễ dàng xác định được, chiều dài cọc hoặc vị trí của khuyết tật trong cọc.

Thứ ba, giá trị giới hạn trung bình (đường nét đứt) của đường cong số liệu ra có thể liên quan đến diện tích tiết diện ngang trung bình của cọc nếu cho rằng mô đun đàn hồi và tỷ trọng bê tông không thay đổi suốt chiều dài cọc.

b) Các thiết bị sử dụng:

Nói chung phương pháp này khá đơn giản về cả nguyên lý cũng như các thiết bị cần thiết. Hiện nay, trên thế giới có một số nhà sản xuất các bộ thí nghiệm biến dạng nhỏ như PDI – Mỹ, TNO – Hà lan... Nhưng bộ thiết bị được sử dụng rộng rãi nhất và được đưa vào trong tiêu chuẩn Mỹ ASTM D5882-96 là bộ thiết bị Pile Integrity Tester – PIT của hãng PDI Cleveland Ohio Mỹ.

Tuân theo tiêu chuẩn: ASTM D5882 - 07 (Phương pháp thử động biến dạng nhỏ).



Hình 2.11. Thiết bị kiểm tra

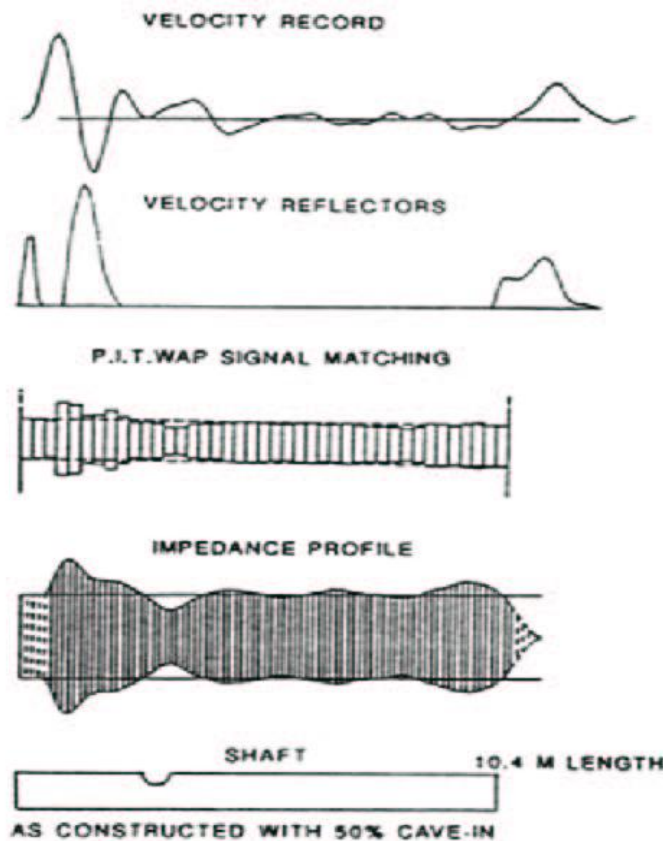
**) Thiết bị tạo va chạm:*

Thiết bị phải tạo ra một xung lực va chạm có độ dài nhỏ hơn 1ms và không gây ra bất cứ hư hỏng cục bộ nào của cọc trong khi va chạm. Thường dùng búa có đầu là chất dẻo rất cứng. Trọng lượng búa được dùng tùy theo chiều dài và kích thước hình học của cọc. Va chạm phải được đặt dọc theo trục cọc.

**) Bộ chuyển đổi (máy đo gia tốc):*

Dùng một hoặc nhiều hơn các gia tốc kế để thu nhận số liệu tốc độ, các tín hiệu gia tốc nhận được sau đó được phân tích thành tốc độ trong các thiết bị xử lý số liệu. Có thể chọn dùng các đầu đo tốc độ hoặc chuyển vị để thu nhận tốc độ, chúng tương tự nhau để tạo thành gia tốc kế chuyên dụng.

**) Thiết bị ghi, xử lý và trình diễn số liệu:*



Hình 2.12: Tín hiệu vận tốc âm thanh và mặt cắt dọc cọc

(Cần Việt hóa các ghi chú trên hình)

Các tín hiệu từ các gia tốc kế sẽ được chuyển đến thiết bị ghi, biến đổi và trình diễn số liệu theo một hàm của thời gian.

Với việc phân tích sâu hơn các số liệu thu được của các phương pháp trên, và cho rằng tỷ trọng và vận tốc sóng trong bê tông là không đổi, người ta có thể thể hiện được biểu đồ của diện tích mặt cắt ngang như là một hàm của độ sâu cọc.

Kết quả của việc phân tích số liệu này đưa ra được các mặt cắt dọc cọc cho thấy được đường kính trung bình của cọc theo độ sâu. Trên hình thể hiện các mặt cắt dọc của cọc đo được theo phương pháp này.

Ngoài bộ thiết bị kiểm tra độ đồng nhất thân cọc PIT của Mỹ, hiện nay ở Việt Nam đã có hệ thống thiết bị MIMP – I5 kiểm tra chất lượng cọc theo nguyên lý trở kháng cơ học (MIMP) của Pháp theo tiêu chuẩn NF 94- 160.4

(Nền: Khảo sát và thử nghiệm – Phần 4: Phương pháp dùng trở kháng).

Ngoài các thông tin về khuyết tật của cọc như phương pháp PIT, phương pháp này còn cho phép xác định được độ cứng đàn hồi của hệ cọc – nền, tham số dùng để tính móng trên nền đàn hồi.

c) Trình tự tiến hành

+ *Chuẩn bị đầu cọc:*

Việc chuẩn bị phần trên của đầu cọc nhằm mục đích:

- Tiếp xúc thuận tiện với đầu cọc (tháo bỏ cốt đai)
- Loại bỏ phần bê tông bị rỗ, xốp hoặc nứt, làm vệ sinh một mặt phẳng nằm ngang và không ngập nước
- Tạo được hai diện tích phẳng có đường kính từ 10cm đến 15cm, một ở tâm và một ở chu vi.

+ *Thử nghiệm:*

- Đặt thiết bị thu trên đầu cọc có dính một chất làm tiếp xúc để đảm bảo tiếp nhận tốt các sóng truyền cơ học.
- Kiểm tra ảnh hưởng của các nguồn dao động bên ngoài.
- Tác dụng một lực va đập lên mặt phẳng giữa tâm cọc theo hướng song song với trục cọc.
- Đo, xử lý và hiển thị các tín hiệu.

+ *Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:*

**Phương pháp thử động biến dạng nhỏ có 2 ưu điểm chính:*

- Thực hiện kiểm tra và xác định kết quả nhanh chóng, bình thường có thể thực hiện kiểm tra đến 20cọc/ ngày;
- Không cần phải đặt các ống riêng trong cọc.

** Hạn chế của phương pháp:*

- Quãng đường truyền sóng càng dài thì năng lượng sóng sẽ càng giảm đi, do đó các khuyết tật hoặc đáy cọc nằm sâu sẽ khó được phát hiện. Đối với các

thiết bị hiện đại thì chiều sâu giới hạn có hiệu quả của phương pháp này là khoảng 20m (66 fit);

- Năng lượng sóng sẽ không có khả năng phản xạ từ các khuyết tật trừ khi khuyết tật có kích thước tương đối lớn hoặc nó kéo dài gần hết toàn bộ mặt cắt ngang cọc, phương pháp này khó phát hiện ra được các khuyết tật có bề dày nhỏ hơn 0,4m;
- Trong hầu hết các trường hợp các khuyết tật hoặc đáy cọc nằm dưới khuyết tật trên cùng sẽ không tạo ra được các phản hồi để có thể phát hiện ra được;
- Ngay cả đối với cọc ngắn phương pháp này cũng thường đưa ra các kết quả sai lệch;
- Phương pháp này với các công nghệ hiện tại chỉ có thể đưa ra được độ sâu của khuyết tật mà không đưa ra được hướng của nó so với trục cọc. Đây là một hạn chế rất lớn của phương pháp này vì đối với cọc chịu cả lực ngang thì các vết nứt nhỏ ở vùng chịu nén sẽ bất lợi hơn trong vùng chịu kéo.

** Phạm vi áp dụng:*

- Phương pháp thử động biến dạng nhỏ được xem như là một phương pháp thô chỉ có thể xác định được các khuyết tật lớn như là đất lẫn vào cọc nhiều hoặc đáy cọc khoan chưa đến độ sâu thiết kế;
- Thích hợp với cọc có chiều dài nhỏ hơn 30 lần đường kính.



Hình 2.13. Khuyết tật nghiêm trọng mà phương pháp thử động biến dạng nhỏ có thể phát hiện được

2.3.2.2. Phương pháp siêu âm truyền qua (Crosshole Acoustic Tests)

a) Nguyên lý cơ bản

Siêu âm là dao động cơ học đàn hồi truyền đi trong môi trường vật chất với tần số dao động từ 20KHZ trở lên. Khi siêu âm truyền qua môi trường vật liệu bê tông được tạo thành từ nhiều thành phần như đá, sỏi, cát, xi măng... các hiện tượng phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ, khuyếch tán xảy ra đồng thời và được đặc trưng bằng sự khuyếch tán của năng lượng và vận tốc truyền sóng phụ thuộc vào độ đồng nhất, mật độ... của vật liệu hay còn gọi chung là chất lượng của vật liệu bê tông. Vì vậy khi tiến hành thu nhận sóng siêu âm sau khi đã truyền qua một phạm vi nghiên cứu có thể đánh giá được chất lượng vật liệu bê tông trong phạm vi truyền sóng siêu âm đó.

b) Cấu tạo thiết bị và phương pháp kiểm tra

Một đầu dò phát sóng dao động đàn hồi (xung siêu âm);

Một đầu đo thu sóng có cáp dẫn;

Một thiết bị điều khiển các cáp được nối với các đầu đo cho phép tự động đo chiều sâu hạ đầu đo;

Một thiết bị điện tử ghi nhận và điều chỉnh tín hiệu thu được;

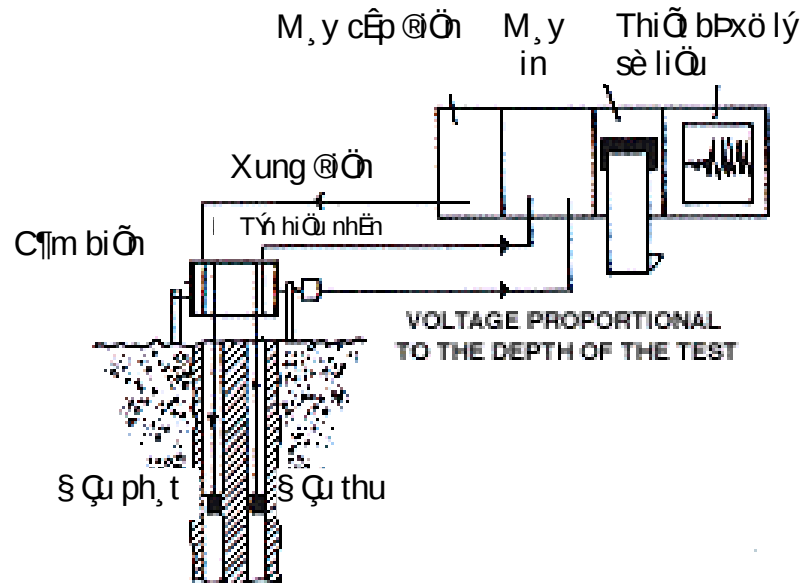
Một hệ thống hiển thị tín hiệu;

Một hệ thống ghi nhận và biến đổi tín hiệu thành những đại lượng vật lý đo được.

c) Các bước kiểm tra

- Các ống dẫn phải được đặt sẵn trước khi đổ bê tông cọc;
- Hạ đầu phát và đầu thu xuống hai ống chứa đầy nước sao cho chúng luôn ở cùng độ sâu;
- Phát xung siêu âm từ đầu phát và nhận tín hiệu từ đầu thu;
- Đo thời gian truyền sóng giữa hai đầu đo trên suốt chiều cao của ống đặt sẵn. Đồng thời thiết bị sẽ tự động ghi lại độ sâu của các đầu đo;

- Ghi lại biến thiên của tín hiệu thu được.



Hình 2.14. Sơ đồ bố trí phương pháp siêu âm truyền qua



Hình 2.15. Các thiết bị cần thiết trong phương pháp siêu âm truyền qua

* *Bố trí ống đo*

- Các ống thép hoặc nhựa được đặt dọc trong cọc nhờ việc gắn chúng với cốt thép dọc trước khi đổ bê tông;
- Nên đặt nhiều hơn 2 ống tuy nhiên không nên quá nhiều vì điều đó sẽ ngăn cản bê tông chảy xuống phía dưới trong quá trình thi công.

Theo các tiêu chuẩn của Việt nam cũng như các nước thì số lượng ống

chủ yếu phụ thuộc vào đường kính cọc.

Theo TCXD 206:98 Cọc khoan nhồi – yêu cầu chất lượng thi công, điều 5.6 quy định như sau:

$D \leq 600\text{mm}$: 2 ống (hoặc 1 ống nếu ở giữa cọc khi đầu phát và đầu thu nằm trên cùng một trục); $600 < D < 1200$: 3 ống; $D > 1200\text{mm}$: 4 ống.

Theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM – D6760 quy định số ống tối thiểu cho trong bảng 2.4.

Bảng 2.4. Số lượng ống tối thiểu trong phương pháp siêu âm theo ASTM – D6760.

<i>Đường kính cọc</i>	<i>Số lượng ống</i>	<i>Khoảng cách các ống</i>
$D \leq 0,75\text{m}$	2 ống	180 độ
$0,75 \leq D \leq 1,0\text{m}$	3 ống	120 độ
$1,0 \leq D \leq 1,5\text{m}$	4 ống	90 độ
$1,5 \leq D \leq 2,5\text{m}$	6 ống	60 độ
$D \geq 2,5\text{m}$	8 ống	45 độ

Ống phải có đường kính phù hợp để cho phép đặt các đầu dò vào trong nó (từ 25 đến 52mm, phụ thuộc vào kích thước của đầu dò), và thường được kéo hết chiều dài của cọc và được bịt phía dưới để ngăn không cho bê tông chui vào.

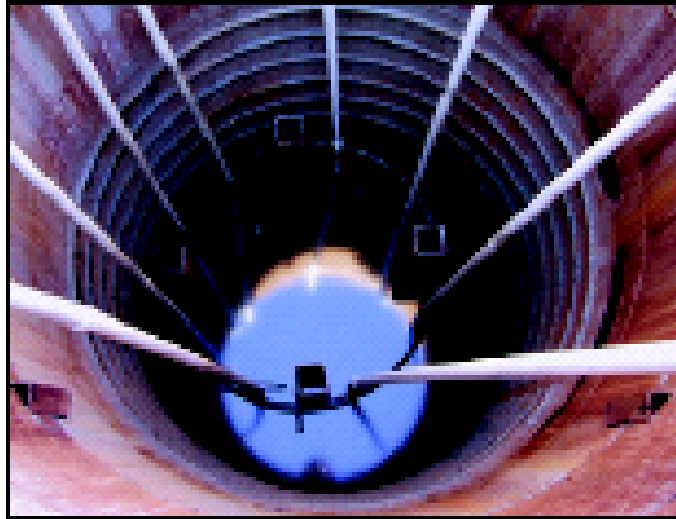
Các ống thép thường được dùng nhiều hơn ống nhựa bởi vì bê tông có xu hướng tách ra nhanh hơn đối với ống nhựa. Nếu sử dụng ống nhựa thì thời gian thực hiện rất nhanh chỉ vài giây sau đó đổ bê tông ngay.

Trước khi kiểm tra các ống phải được đổ đầy nước để cho năng lượng có thể truyền từ thành ống đến các bộ dò và ngược lại, nước trong ống cũng giúp giữ ổn định nhiệt độ trong ống để tránh sự bong của bê tông ra khỏi ống.

**) Tỷ lệ cọc cần kiểm tra*

Tuân theo các tiêu chuẩn đã trình bày ở phần trên số lượng cọc cần

kiểm tra không ít hơn 25% số cọc thi công và có kết hợp với các phương pháp kiểm tra khác.



Hình 2.16: Hạ các đầu dò xuống lỗ khoan

Tuy nhiên, theo các khuyến nghị thì nên đặt sẵn ống ở tất cả các cọc thi công, còn số lượng chính xác các cọc cần kiểm tra thì sẽ được quyết định bởi kỹ sư.

**) Báo cáo kết quả đo*

Báo cáo kết quả đo phải bao gồm tối thiểu các thông tin sau:

- Tiêu chuẩn sử dụng
- Tên cơ quan và người chịu trách nhiệm thực hiện đo
- Mặt bằng công trình và vị trí, ký hiệu móng và cọc thí nghiệm
- Đặc điểm của cọc thí nghiệm
 - + Ngày đổ bê tông và sự cố (nếu có) đã xảy ra
 - + Cao độ mặt bằng và cao độ đáy cọc đã đưa về hệ cao độ quy ước
 - + Kích thước tiết diện cọc kèm theo các biên bản thi công và nghiệm

thu trên hiện trường

+ Xác định vị trí các ống đo đã được đánh số trên bản vẽ, có ghi cao độ chính xác và gắn theo hướng Bắc chuẩn hoặc hướng thượng lưu sông

- + Các số liệu quy về cao độ quy ước của các đầu đo trên của các ống đo
- + Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa thời gian truyền tín hiệu và đầu thu và chiều sâu đo
- + Nhận xét có liên quan đến kết quả thí nghiệm đặc biệt là sự giảm của biên độ tín hiệu thu được; các sự cố và các thao tác trong quy định không lường được trước và có khả năng ảnh hưởng đến kết quả đo
- + Hồ sơ kiểm định (so với chuẩn) của thiết bị đo.

**) Phân tích kết quả đo*

Từ kết quả đo kiểm tra theo phương pháp này có thể đánh giá được độ đồng nhất thân cọc cũng như phạm vi khuyết tật.

+ Đánh giá độ đồng nhất thân cọc

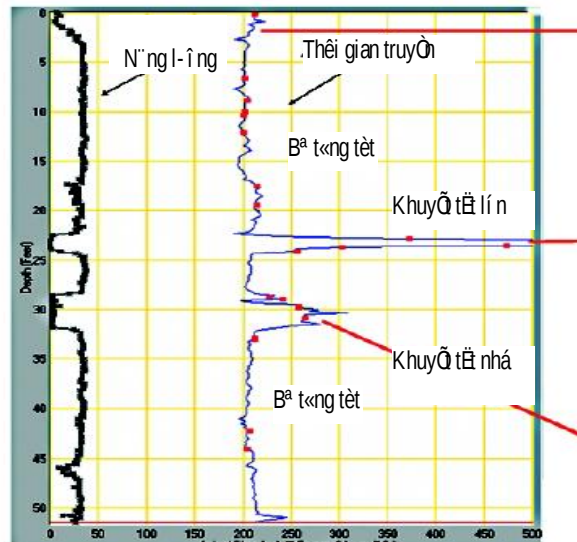
Sự đồng nhất thân cọc được hiểu là đồng đều về mặt chất lượng bê tông thân cọc dọc theo chiều dài cũng như trên toàn tiết diện ngang của cọc. Để đánh giá sự đồng nhất người ta dựa vào các đặc trưng âm ghi nhận được như: vận tốc, biên độ, năng lượng và thời gian truyền hoặc dựa vào hình dáng của sóng âm thu nhận được (bảng 2.5).

Bảng 2.5. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc theo đặc trưng sóng âm

<i>Chất lượng</i>	<i>Thời gian truyền</i>	<i>Biên độ</i>	<i>Hình dạng sóng</i>
Tốt	Đều đặn, không đột biến	Không bị suy giảm lớn	Bình thường
Phân tầng	Tăng lớn	Có suy giảm	Biến đổi lạ
Nứt gãy	Tăng đột biến	Suy giảm rõ rệt	Biến đổi lạ

Theo các tiêu chuẩn của Mỹ, nếu biểu đồ vận tốc (thời gian) truyền sóng âm biến đổi cục bộ lớn hơn 20% thì có thể là có khuyết tật lớn. Tuy nhiên các tiêu chuẩn này cũng có lưu ý là khi kiểm tra thấy hiện tượng này thì phải tiến hành kiểm tra lại một cách kỹ lưỡng với bước kiểm tra ngắn hơn.

Ngoài ra có thể do sai sót khi lắp đặt ống, ống không thẳng dọc theo chiều dài cọc do đó với mức độ biến đổi khoảng 20% thì vẫn còn có thể chấp nhận được.



Hình 2.17. Đánh giá chất lượng bê tông qua tín hiệu thu được

**) Xác định vị trí và phạm vi khuyết tật*

Việc xác định vị trí khuyết tật bê tông thân cọc (hang hốc, nứt gãy, xốp rỗng, thay đổi tiết diện hay lẫn bùn đất...) được thực hiện trên cơ sở các biểu đồ biến đổi vận tốc truyền âm theo độ sâu.

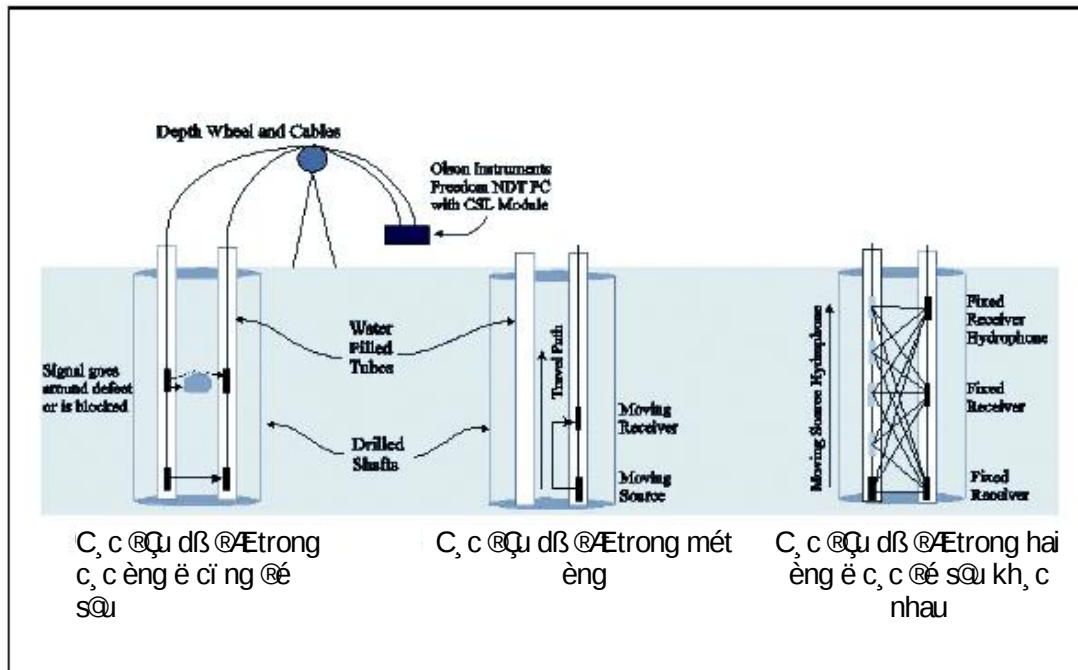
Dựa theo tung độ chỉ độ sâu có thể xác định được vị trí và phạm vi phân bố theo chiều sâu của khuyết tật đó trong phạm vi một mặt cắt đang xem xét.

Việc kết hợp nhiều mặt cắt khảo sát có thể xác định được phạm vi không gian của khuyết tật.

**) Xác định cường độ bê tông thân cọc*

Phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông cọc bằng siêu âm truyền qua không cho thông tin về cường độ (hoặc các đặc trưng cơ học khác như mô đun đàn hồi, hệ số Poisson). Muốn có được các thông tin này, ở các công trường lớn (với khối lượng bê tông nhiều) phải tiến hành xây dựng các tương quan

giữa đặc trưng cơ học nào đó (cần dùng nó trong kiểm soát chất lượng) với vận tốc siêu âm.



Hìn

h 2.18. Sơ đồ bố trí các phương án siêu âm truyền qua để xác định vị trí, kích thước khuyết tật [3]

Trong trường hợp cần có những số liệu sơ bộ về chất lượng hoặc cường độ bê tông thông qua các đặc trưng sóng âm có thể tham khảo các bảng đánh giá dưới đây.

Cần kiểm tra lại số liệu này trong điều kiện thực tế bằng cách lấy mẫu bê tông trước khi đổ bê tông vào cọc, khoan lấy lõi bê tông thân cọc hoặc dùng súng bịt nẩy với phần bê tông lộ trên mặt đất.

Năm 1966, Whitehurst đã xây dựng bảng đánh giá chất lượng bê tông thân cọc qua tốc độ xung siêu âm như bảng 2.6.

Bảng 2.6: Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc qua vận tốc xung

Tốc độ xung (m/s)	Đánh giá chất lượng
Trên 4570	Rất tốt
3660 ÷ 4570	Tốt

3050 ÷ 3660	Nghi ngờ
2135 ÷ 3050	Kém
Dưới 2135	Rất kém

Bảng các thí nghiệm trong phòng, trong các điều kiện khác nhiều so với thực tế, năm 1984, J.C Tijou đã xây dựng mối tương quan giữa cường độ bê tông và vận tốc âm như bảng 2.7.

Bảng 2.7. Quan hệ giữa cường độ bê tông và vận tốc âm

<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>	<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>
3750 ÷ 4000	35	3250 ÷ 3500	25
3500 ÷ 3750	30	3000 ÷ 3250	20

Theo tổng kết từ các kinh nghiệm thực tiễn, tiêu chuẩn Trung Quốc đã đưa ra bảng đánh giá chất lượng bê tông thân cọc theo vận tốc siêu âm truyền qua như bảng 2.8.

Bảng 2.8. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc qua vận tốc siêu âm

<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<2000	2000 ÷ 3000	3000 ÷ 3500	3500 ÷ 4000	>4000
Chất lượng bê tông	Rất kém	Kém	Trung bình	Tốt	Rất tốt
Cấp chất lượng cọc	V	IV	III	II	I

d) Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng

**) Ưu điểm:*

- Có thể xác định được độ đồng nhất thân cọc;
- Có thể xác định được vị trí của các khuyết tật theo chiều sâu cọc cũng như tiết diện thân cọc (nếu số lượng ống đặt trong chu vi cọc là đủ);
- Các kết quả có thể diễn tả được một cách trên màn hình;
- Số liệu được đo theo suốt chiều sâu thân cọc;
- Sử dụng các ống này còn có thuận lợi là nó có thể được dùng như là một ống

dẫn để lấy mẫu ở đáy cọc để kiểm tra tiếp xúc đáy cọc và đất nền, và chúng cũng có thể được sử dụng để bơm vữa đáy cọc nếu cần thiết;

- Nếu sử dụng nhiều hơn hai ống thì bằng việc thu nhận và phân tích các dữ liệu âm thanh giữa từng cặp ống với nhau thì có thể xác định được kích thước cũng như hướng của khuyết tật so với tim cọc.

**) Nhược điểm:*

- Phương pháp này không thể hiện chất lượng tiếp xúc mũi cọc với đất nền;
- Cần phải đặt sẵn các ống dò vào trước khi đổ bê tông làm khó khăn cho công tác đổ bê tông và tăng giá thành xây dựng;
- Khó có thể xác định được các khuyết tật nằm ở ngoài lòng cốt thép, cũng như các khuyết tật nằm ở xa đường thẳng giữa các đầu đo;
- Chỉ có thể xác định được các khuyết tật lớn.

**) Điều kiện áp dụng:*

- Khuyết tật nhỏ nhất có thể phát hiện được là vào khoảng $\frac{1}{4}$ bước sóng của tín hiệu truyền;
- Nếu các ống ở quá xa nhau hoặc vì một lý do nào đó bê tông truyền âm kém, hoặc nếu cốt liệu thô trong bê tông quá to thì sử dụng sóng âm (tần số bé hơn 20KHz) sẽ cho kết quả tốt hơn sóng siêu âm.

2.3.2.3. Phương pháp chấn động song song (Parallel Seismic Test)

Trong những trường hợp không tiếp cận được đầu cọc, hoặc cọc quá dài thì người ta phải sử dụng một phương pháp khác gọi là phương pháp chấn động song song.

Dùng búa tác động lên một điểm của kết cấu phía trên cọc, sóng tạo ra sẽ truyền dọc theo cọc xuống phía dưới. Một phần năng lượng của sóng trong cọc sẽ được truyền sang đất đá gần cọc. Thời gian truyền của năng lượng sóng trong đất sẽ được thu nhận bởi một đầu thu trong nước được đặt trong ống tại rất nhiều vị trí theo chiều sâu ống. Khi có sự thay đổi đột ngột của thời

gian truyền chứng tỏ đã có khuyết tật lớn trong cọc.

2.3.2.4. Phương pháp sóng ứng suất trong (*Internal Stress Wave Test*)

Phương pháp này có nguyên lý giống như phản hồi âm thanh. Điều khác biệt ở phương pháp này là các bộ thu nhận dữ liệu được bố trí ở các độ sâu khác nhau trong cọc.

Độ thu nhận tín hiệu của phương pháp này có ưu điểm hơn do giảm được độ nhiễu tín hiệu, có thể cài đặt được nhiều các bộ thu và tất nhiên cũng có thể bố trí bộ thu ở đáy cọc.

2.3.2.5. Phương pháp khoan và lấy mẫu (*Drilling and Coring*)

Phương pháp này đưa ra được tương đối xác thực các đặc điểm của bê tông trong một thể tích tương đối nhỏ của cọc, tuy nhiên nó lại mất nhiều thời gian và tốn kém, đôi khi cũng có thể nhầm lẫn.

2.3.2.6. Phương pháp tia gamma

Trong phương pháp này một nguồn phóng xạ ion được hạ xuống một ống dẫn (ống dẫn không nên làm bằng thép).

Số lượng photon của tia gamma trong một đơn vị thời gian được phát ra từ hạt nhân của các phân tử tác động vào vật liệu xung quanh ống và phản xạ tới bộ thu với một mức năng lượng nhất định có liên quan tới tỷ trọng của vật liệu xung quanh ống. Nếu tỷ trọng của bê tông giảm lớn so với tỷ trọng trung bình của bê tông trong một đoạn cọc thì có thể đã có các khuyết tật trong bê tông ở độ sâu đó.

2.3.2.7. Phương pháp nội soi bê tông (*Concreteoscopy*)

Đây là phương pháp tương đối mới. Người ta gắn ống nhựa trong suốt đường kính nhỏ (12.7mm) vào lồng cốt thép tại các khoảng cách đều nhau xung quanh lồng. Sử dụng các camera siêu nhỏ gắn trên một sợi cáp để quan sát bê tông xung quanh ống, phương pháp này giống phương pháp tia gamma nhưng kết quả không chỉ xác định được tỷ trọng mà còn đánh giá được chất

lượng của bê tông.

2.3.3. Xác định sức chịu tải của cọc khoan nhồi

Việc thử tải cọc có hai mục đích chính là:

Đảm bảo rằng cọc được kiểm tra có khả năng chịu được lực thẳng đứng (đôi khi có thể là lực ngang) theo tải trọng thiết kế;

Xác định các thông tin chi tiết về khả năng chịu lực ma sát thành bên và khả năng chịu lực của đáy cọc.

Cho đến những năm 1980, chỉ có một phương pháp để thực hiện thử tải cọc khoan nhồi đó là phương pháp thử tải tĩnh truyền thống. Tuy nhiên phương pháp này có giới hạn về khả năng tạo tải (khoảng 1500T) và yêu cầu thời gian lắp đặt và thử tải kéo dài.

Hiện nay, có 2 phương pháp mới để thử tải cọc khoan nhồi đã được phát triển mà không cần đến hệ thống phản lực (đối trọng).

Hơn nữa các phương pháp này (phương pháp thử tải Osterberg và STATNAMIC) có khả năng tạo tải lớn (3000 đến 6000T) và tốn ít thời gian lắp đặt thí nghiệm hơn so với phương pháp thử tĩnh truyền thống và điều đó làm cho chúng ít tốn kém hơn.

Phương pháp Osterberg là một hệ thống thử tải tĩnh thì phương pháp STATNAMIC là một hệ thống bán động (hay còn gọi là tĩnh - động).

Sự khác nhau cơ bản giữa các phương pháp thử tĩnh, thử động có thể được xem xét từ các yếu tố ứng suất, vận tốc và chuyển vị dọc theo chiều dài cọc.

Tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu tác giả vẫn không rời xa phương pháp thử tải tĩnh truyền thống để làm cơ sở phân tích cho dự án nghiên cứu của tác giả.

Tác giả sẽ trình bày kỹ về phương pháp thử tải tĩnh truyền thống, còn 2 phương pháp mới (thử tải trọng tĩnh bằng hộp tải trọng **Osterberg** và

STATNAMIC) tác giả chỉ xin giới thiệu sơ qua nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm của 2 phương pháp để so sánh.

2.3.3.1. Phương pháp thử tải trọng tĩnh truyền thống

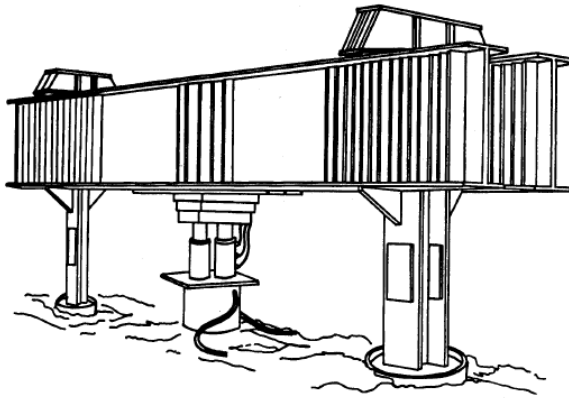
a) Giới thiệu chung

Phương pháp thử tải trọng tĩnh truyền thống là phương pháp trực tiếp xác định sức chịu tải của cọc, thực chất là xem xét độ lún trong điều kiện cọc làm việc như thực tế dưới tải trọng công trình. Phương pháp này sử dụng hệ thống cọc neo hoặc dùng các vật nặng chất lên phía đỉnh cọc là đối trọng để gia tải nén cọc.

Trong thí nghiệm này, cọc được gia tải theo từng cấp đến tải trọng thường bằng 1,5 – 2,0 tải trọng thiết kế. Dựa trên qua hệ tải trọng độ lún, sức chịu tải của cọc được xác định với một hệ số an toàn xác định bởi thiết kế.

Cho đến nay thì phương pháp này vẫn được coi là phương pháp có độ chính xác cao nhất, và được sử dụng phổ biến.

Sơ đồ bố trí thí nghiệm thử tải tĩnh được thể hiện như hình 2.19.



Hình 2.19. Sơ đồ bố trí thí nghiệm thử tải tĩnh [4]

Tải trọng thí nghiệm được cung cấp bởi các kích thủy lực. Các kích thủy lực này được bố trí trên cọc thí nghiệm và ở dưới đáy dầm ngang. Khi kích hoạt động truyền tải trọng nén xuống cọc thử đồng thời truyền tải trọng lên dầm ngang tạo một lực nhô lên các cọc neo giữ.

Khi thực hiện thí nghiệm ứng suất được truyền từ cọc phản lực xuống đất đá, các ứng suất này có thể gây ảnh hưởng đến sự làm việc của cọc thí nghiệm. Vì thế cọc phản lực nên đặt đủ xa cọc thử để giảm thiểu ảnh hưởng này.

Theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM D – 1143 thì khoảng cách tối thiểu giữa cọc phản lực và cọc thử là khoảng 5 lần đường kính cọc thử. Khi đó yêu cầu đầm ngang phải đủ dài và khỏe để chịu được phản lực thí nghiệm.

b) Quy trình thí nghiệm

Theo tiêu chuẩn 20 TCN 88- 82 phương pháp thí nghiệm hiện trường. Việc gia tải phải được tiến hành đồng đều, tránh các xung lực, phải theo từng cấp, trị số của các cấp tải trọng theo các chu trình thí nghiệm nhưng không lớn hơn 1/10 tải trọng lớn nhất tác dụng lên cọc đã ghi trong phương pháp thí nghiệm.

Khi ở chân cọc chống vào đất hòn lớn, đất cát có lẫn cuội sỏi ở trạng thái chặt, cũng như đất sét ở trạng thái cứng thì đối với 3 cấp tải trọng đầu, cho phép lấy bằng 1/5 giá trị cao nhất của tải trọng tác dụng lên cọc.

Với mỗi cấp tải trọng, ghi lại số đọc ở các thiết bị đo; ghi số liệu đầu tiên ngay sau khi đặt tải, 4 số ghi liên tiếp cứ 15 phút một lần, 2 số ghi sau đó cứ 30 phút một lần và sau đó là 1 giờ một lần cho đến khi chuyển vị (độ lún) đã tắt (gọi là độ lún quy ước).

Tốc độ lún (chuyển vị) được coi là ổn định quy ước như sau:

Không qua 0,1mm sau 1 giờ quan sát cuối cùng nếu chân cọc thí nghiệm đã đặt lên đất cát hoặc đất sét cứng đến dẻo;

Không qua 0,1mm sau 2 giờ quan sát cuối cùng nếu chân cọc thí nghiệm đã đặt lên đất sét dẻo mềm đến chảy.

Đối với cọc cho các móng cầu thì không quá 0,1mm sau 30 phút cuối cùng khi cọc tựa lên đất hòn lớn, đất cát, đất sét ở trạng thái cứng, hay sau 1

giờ cuối cùng khi chân cọc tựa lên đất sét ở trạng thái nửa cứng và gần cứng.

Cần phải chắt liên tiếp các cấp tải trọng thí nghiệm cho tới khi độ lún không nhỏ hơn 40cm.

Tiến hành dỡ tải sau khi đạt tải trọng lớn nhất.

Tiến hành quan trắc chuyển vị đàn hồi của cọc với mỗi cấp tải trọng trong vòng 15 phút.

Sau khi dỡ tải hoàn toàn đến 0, cần quan trắc chuyển vị đàn hồi trong vòng 30 phút trong trường hợp đất ở dưới chân cọc là cát, 1 giờ trong trường hợp đất ở dưới chân cọc là sét, cứ 15 phút ghi 1 lần.

Thời điểm dừng thí nghiệm và xác định tải trọng giới hạn, Q_{gh} được quy định như sau:

+ Nếu ứng với cấp tải nào đó mà độ lún Δ tăng liên tục (nhưng vẫn $< 20\text{mm}$) thì dừng thử và lấy cấp tải trọng đó là cấp tải trọng tới hạn cho tất cả các loại công trình;

+ Đối với công trình cầu, nếu tổng độ lún $> 40\text{mm}$ mà số gia độ lún ứng với một cấp tải trọng nào đó bằng hoặc lớn hơn 5 lần số gia độ lún của cấp tải trọng trước đó, hoặc độ lún không tắt trong một ngày đêm thì dừng thử và lấy cấp tải trọng trước đó làm tải trọng tới hạn;

+ Đối với các công trình còn lại, tải trọng giới hạn Q_{gh} của cọc khoan nhồi bằng cấp tải trọng mà dưới tác dụng của cấp tải trọng ấy có độ lún Δ .

c) Trình tự thực hiện [14]

Gia công đầu cọc và đặt hệ kích

Cắt tẩy đầu cọc đến phần bê tông đặc chắc, tạo phẳng bề mặt

Lắp đặt hệ kích và căn chỉnh

Gia cố nền và lắp đặt giàn tải trọng

Lắp đặt dầm chính, dầm phụ

Lắp đặt đôi trọng

Lắp đặt hệ đồng hồ đo chuyển vị

Lắp đặt máy trắc đạc (nếu có yêu cầu)

Lắp đặt hệ bơm, đồng hồ thuỷ lực

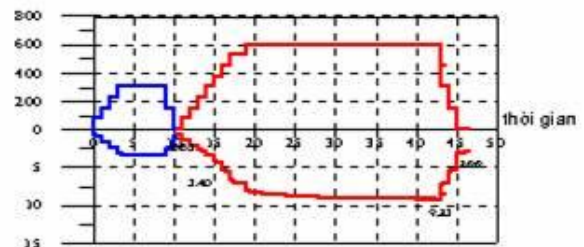
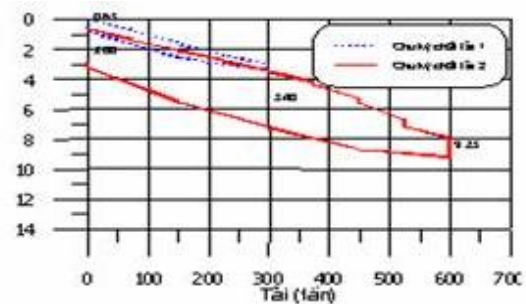
Gia tải theo phương pháp và ghi chép số liệu hiện trường.

Bảng 2.9. Phương pháp thí nghiệm theo TCXD189 – 190 – 1996 [15]

<i>TT</i>	<i>Tải trọng (% tải trọng thiết kế)</i>	<i>Thời gian gia tải</i>
<i>A</i>	<i>Gia tải bước 1:</i>	
1	25	Đến khi tốc độ lún nhỏ hơn 0,25mm trong 1 giờ
2	50	Như trên
3	75	Như trên
4	100	Như trên hoặc 24 giờ
5	50	Khi tốc độ hồi phục nhỏ hơn 0,25mm trong 1 giờ
6	25	Khi tốc độ hồi phục nhỏ hơn 0,25mm trong 1 giờ
7	0	Như trên cho đến lúc không đổi
<i>B</i>	<i>Gia tải bước 2</i>	
8	25	Đến khi tốc độ lún nhỏ hơn 0,25 mm trong 1 giờ
9	50	Như trên
10	75	Như trên
11	100	Như trên
12	125	Như trên
13	150	Như trên
14	175	Như trên
15	200	Như trên hoặc trong 24 giờ
16	175	Khi tốc độ hồi phục nhỏ hơn 0,25mm trong 1 giờ
17	150	Như trên
18	125	Như trên
19	50	Như trên
20	0	Như trên hoặc trong 6 giờ

d) Báo cáo kết quả thí nghiệm

- Tên, vị trí công trình
- Chủ đầu tư, tư vấn thiết kế/ giám sát, nhà thầu thi công, đơn vị thí nghiệm
- Hồ sơ cọc thí nghiệm
- Biểu đồ quan hệ tải trọng – độ lún
- Biểu đồ quan hệ tải trọng – độ lún và thời gian
- Các nhận xét trong đó có đưa ra tải trọng giới hạn.



Hình 2: Biểu đồ Lún - Thời Gian - Tải Trọng

Hình 2.20. Sơ đồ bố trí thí nghiệm thử tải tĩnh

e) Ưu nhược điểm, phạm vi áp dụng:

Phương pháp thử tải tĩnh truyền thống là phương pháp được sử dụng rất phổ biến. Cho đến nay thì phương pháp này vẫn được coi là phương pháp chính xác nhất để xác định sức chịu tải của cọc khoan nhồi.

Tuy nhiên không phải lúc nào cũng có thể thử tải tĩnh theo công nghệ truyền thống được vì các lý do sau đây:

- Chi phí cho thí nghiệm lớn, đặc biệt đối với các cọc không phải ở trên mặt đất tự nhiên
- Tốn thời gian cho công tác chuẩn bị và thí nghiệm nên ảnh hưởng đến thời gian xây dựng
- Khả năng tạo tải trọng thứ cấp, tối đa là khoảng 1000T
- Các công trình phụ trợ như dầm và neo phản lực là những kết cấu lớn, không phù hợp với các công trình có mặt bằng thi công chật hẹp
- Kết quả từ phương pháp thử tải tĩnh truyền thống có hạn chế là không thể hiện rõ được thành phần sức kháng thành bên và sức kháng mũi cọc mà chỉ có giá trị tổng cộng của hai thành phần đó. Do đó, đối với các cọc có tải trọng nhỏ và mặt bằng đủ rộng, nơi không có nước mặt thì phương pháp này tỏ ra thích hợp. Còn trong các trường hợp khác để thử tải cọc khoan nhồi phải sử dụng các phương pháp khác.

2.3.3.2. Phương pháp thử tải trọng tĩnh bằng hộp tải trọng Osterberg

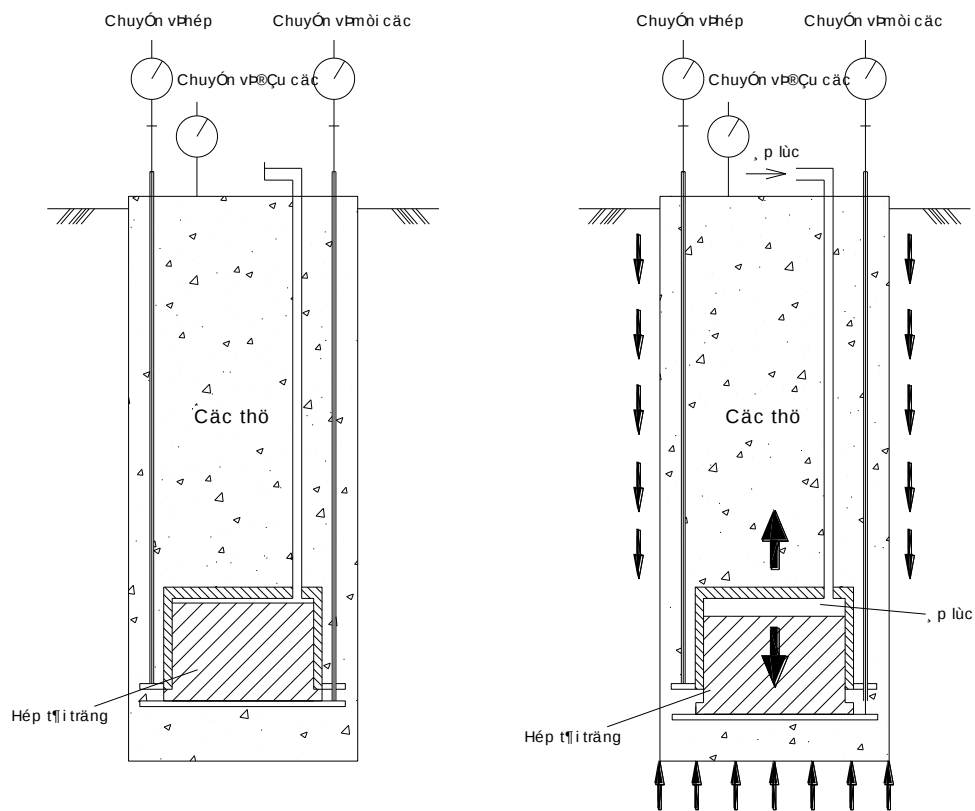
a) Nguyên lý của phương pháp

Về nguyên lý, phương pháp này khá đơn giản. Dùng một hay nhiều hộp tải trọng *Osterberg* (*hộp thủy lực làm việc như một kích thủy lực*) đặt ở mũi cọc hay ở hai vị trí mũi cọc trước khi đổ bê tông cọc khoan nhồi. Sau khi bê tông đủ cường độ tiến hành thử tải bằng cách bơm dầu thủy lực để tạo áp lực trong hộp kích. Đối trọng chính là trọng lượng cọc và sức chống ma sát hông.

Theo nguyên lý phản lực, lực truyền xuống đất mũi cọc bằng lực truyền lên thân cọc. Việc thử tải sẽ đạt tới phá hoại khi một trong hai phá hoại xảy ra ở mũi cọc và quanh thân cọc.

Dựa theo các thiết bị đo chuyển vị và lực gắn trong hộp tải trọng *Osterberg* sẽ vẽ ra được các biểu đồ quan hệ giữa lực tác dụng và chuyển vị mũi cọc và thân cọc. Từ các biểu đồ này tiến hành phân tích để xác định được

sức chịu tải của cọc.



Hình 2.21. Bố trí hộp tải trọng ở đáy lỗ khoan

b) Thiết bị kiểm tra

- Hộp tải trọng Osterberg
- Bơm áp lực và thiết bị đo lực
- Thiết bị đo chuyển vị
- Các thiết bị khác

c) Ưu nhược điểm của phương pháp

- Chi phí thấp hơn nhiều so với thử tải tĩnh truyền thống
- Tiết kiệm được thời gian
- Không chiếm dụng mặt bằng trên đầu cọc, có thể thực hiện được đối với các cọc trên sông nước
- Có thể thử tải đối với cả cọc xiên
- Có khả năng tạo được tải trọng thử lớn

- Xác định được một cách riêng rẽ thành phần kháng lực thành bên và sức kháng mũi cọc
- Cách xây dựng các chuẩn phá hoại của hai thành phần sức kháng thành bên và sức kháng mũi cọc khá khó khăn
- Khi cọc bị kéo lên, một vài hiệu ứng vật lý có thể khác so với tải trọng tác dụng thực tế của cọc.

2.3.3.3. Phương pháp thử tải tĩnh động STATNAMIC

I.1.1. *Phương pháp thử tải tĩnh động Statnamic :*

Phương pháp được tiến hành lần đầu tiên vào năm 1988 ở Canada với tải trọng thử là 10 T. Đến năm 1989 thì phương pháp này đã được áp dụng trên thực tế ở một số nước như Canada, Hà Lan, Mỹ, Nhật Bản,... Từ đó đến nay đã có các kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp Statnamic (STN) trong nhiều loại hình cọc ở các nước trên thế giới.

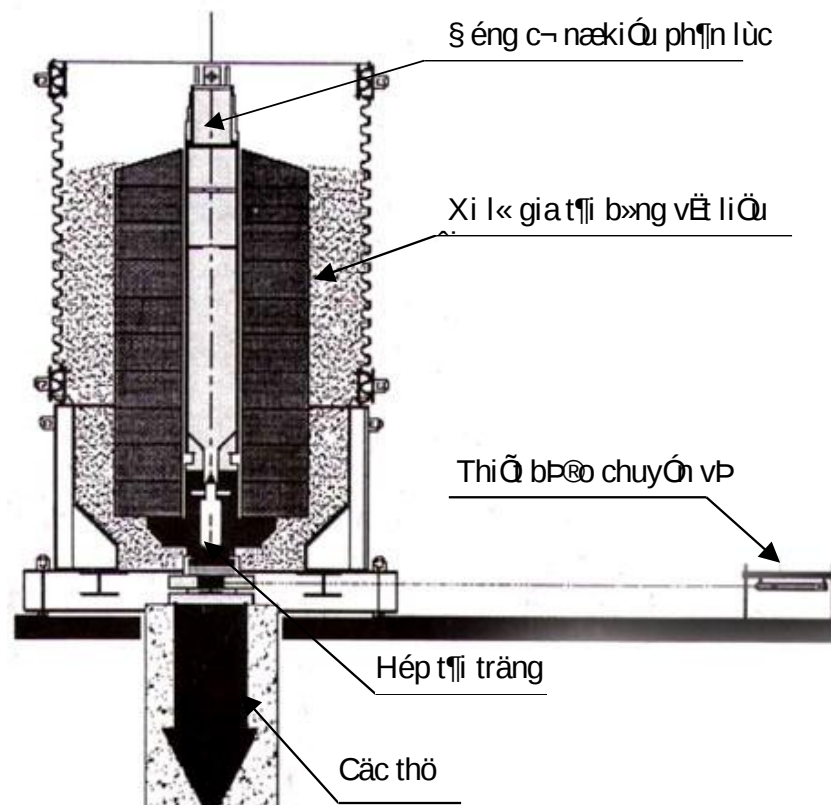
Phương pháp STN được thực hiện không cần đến các thiết bị chât tải tốn kém. Ưu điểm của phương pháp STN so với phương pháp hộp tải trọng Osterberg là không cần thiết bị tải trọng đặt sẵn trong cọc. Có nghĩa là phương pháp thử tải tĩnh động STN có thể thực hiện đối với các cọc không có kế hoạch thử tải trước khi thi công.

I.1.1.1. *Nguyên lý của phương pháp :*

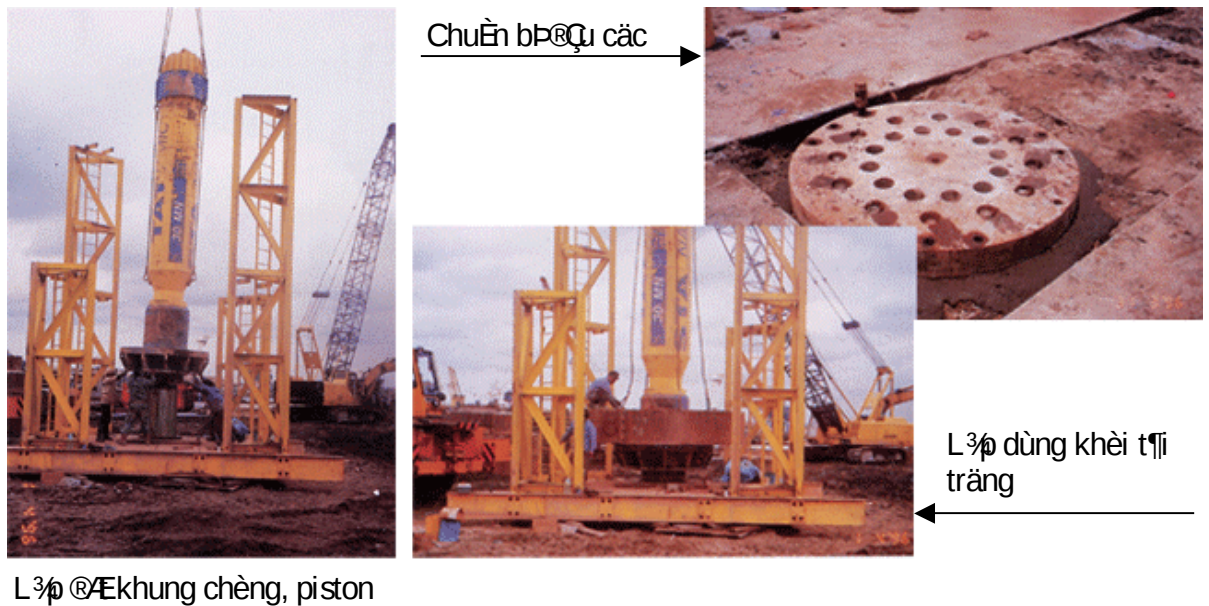
Phương pháp này được trình bày trên hình. Cũng giống như phương pháp Osterberg, phương pháp này khá đơn giản. Tải trọng tĩnh được đặt lên trên đầu cọc. Dưới tĩnh tải đặt một khối nhiên liệu rắn và một hộp tải trọng. Khối nhiên liệu này được đốt cháy tạo ra một lực lớn đẩy khối tĩnh tải phía trên. Khi đó đầu cọc sẽ nhận một phản lực bằng trọng lượng tĩnh tải nhân với gia tốc ban đầu gây ra bởi nhiên liệu bị đốt cháy. Lực này tăng dần trong thời gian từ 1 đến 120 mili giây, làm cho cọc lún xuống. Khi nhiên liệu được đốt hết, phản lực giảm một cách nhanh chóng và cọc sẽ

phục hồi vị trí. Độ lún của đầu cọc sẽ được đo bằng tia laze nhờ một gương đặt trên đầu cọc. Có thể vẽ được đồ thị quan hệ giữa tải trọng và thời gian cũng như độ lún ngay lập tức.

Với gia tốc ban đầu gây ra là 20g (*g* là gia tốc trọng trường) thì một khối tĩnh tải 30 T sẽ tạo ra được một áp lực lên cọc thử là 600T. Có nghĩa là để tạo ra được một tải trọng thử tương đương thì khối tĩnh tải theo phương pháp STN chỉ bằng 1/20 của khối tĩnh tải theo thí nghiệm truyền thống. Tải trọng STN được tăng tuyến tính và việc dỡ tải từ từ được đảm bảo do không chế áp suất tạo ra.



Phương pháp thử tải tĩnh động STN



Trình tự lắp đặt thiết bị thử tải STN

Phương pháp STN có thể được giải thích bằng một trong 3 định luật chuyển động của Newton như sau :

❖ Định luật 1 Newton (Định luật quán tính) :

Một vật sẽ giữ nguyên trạng thái đứng yên hoặc chuyển động đều mãi mãi nếu trừ khi có ngoại lực tác động làm thay đổi trạng thái đó.

$$\Sigma F = 0;$$

Trong thí nghiệm, có hai ngoại lực tác động lên cọc: tải trọng thử gây cho cọc chuyển động và sức kháng của cọc cản trở chuyển động ấy. Sức kháng của cọc là một hàm của khối lượng cọc với độ cứng của cọc và đất đá xung quanh dọc theo suốt chiều dài cọc và tại chân cọc. Bằng việc đo chuyển vị của cọc trong quá trình thử tải có thể xác định được sức kháng của cọc và do đó sự làm việc giữa đất và cọc cũng được xác định.

❖ Định luật 2 Newton (Định luật về gia tốc) :

Khi chịu một ngoại lực tác dụng, vật rắn sẽ được gia tốc theo phương

của ngoại lực đó và tỷ lệ với độ lớn của lực đó:

$$F = ma.$$



Khối tĩnh tải phía sau và khối tải STN tương đương

❖ ***Định luật 3 Newton (Định luật tác động và phản lực) :***

Mỗi tác động sẽ có một phản lực cân bằng và ngược hướng :

$$F_{1.2} = - F_{2.1}$$

Trong thử tải STN, buồng ứng suất tạo ra một lực đẩy lên trên khối tĩnh tải đồng thời một phản lực tương đương và ngược hướng sẽ tác động lên đầu cọc. Hơn nữa, vì phương của lực là dọc theo trục xi lanh nên tải trọng thử tác dụng lên cọc là hoàn toàn đúng tâm.

❖ ***Thời lượng chất tải :***

Mỗi phương pháp thử tải có một thời lượng tải trọng khác nhau. Thời lượng chất tải có ảnh hưởng đến kết quả của thí nghiệm thử tải.

Đối với tải trọng tĩnh thì do vận tốc và gia tốc gần như bằng không nên ảnh hưởng sức cản động và thế năng là không đáng kể. Tuy nhiên khi

thời lượng tải trọng giảm đôi với các thử tải tĩnh nhanh thì kết quả có thể khác so với thử tải tĩnh truyền thống do mức độ ứng suất phụ thuộc vào bản chất của đất.

Thời lượng tải trọng trong thử tải STN là 120 mili giây. Đây là thời lượng khá dài so với thử tải động biến dạng lớn.

Đối với thử tải động thì thời lượng tải trọng chỉ là 4 mili giây. Thời lượng tải trọng ngắn sẽ tạo ra sóng ứng suất trong cọc và do đó sẽ ảnh hưởng rất lớn đến sự làm việc của cọc và đất. Sức cản động và thế năng sẽ có ảnh hưởng lớn đến kết quả thí nghiệm và rất khó xác định.

Năm 1995, Middendorp đã đưa ra khái niệm về chỉ số sóng N_w được xác định như sau :

$$N_w = \frac{CT}{L} ;$$

Trong đó : T - thời lượng tải trọng, mili giây;

L - chiều dài cọc, m;

C - Vận tốc của xung trong bê tông, m/mili giây.

Nếu: $N_w < 6$ thí nghiệm được coi là động

$N_w > 1000$ thí nghiệm được coi là tĩnh

$N_w = (12 \div$ thí nghiệm STN

15)

12) $N_w = (6 \div$ thí nghiệm được coi là giả STN vì tồn tại vấn đề sóng ứng suất. Để giải quyết vấn đề này phải dùng phương pháp dỡ tải và các công cụ và

các công cụ phân tích truyền sóng ứng suất như trong phương pháp thử động biến dạng lớn.

❖ *Vấn đề sóng ứng suất trong thử nghiệm STN :*

Trong thử nghiệm chất tải tĩnh truyền thống, cọc được nén trong suốt quá trình chất tải và có thể được nghiên cứu như một vật rắn. Khi thời lượng chất tải giảm sẽ xuất hiện sóng ứng suất trong cọc và ảnh hưởng đến sự làm việc giữa cọc và đất. Sóng ứng suất truyền dọc theo chiều dài cọc với tốc độ âm thanh trong vật liệu cọc.

$$C = (E / \rho)^{1/2} ;$$

Trong đó : C - tốc độ sóng ứng suất, m/s;

E - mô đun đàn hồi của hệ cọc/đất;

ρ - tỷ trọng của hệ thống cọc đất.

Đối với các cọc bê tông cốt thép thì C vào khoảng 3500 đến 4000 m/s. Đối với các cọc tương đối dài thì sóng ứng suất ban đầu ở đỉnh cọc sẽ truyền tới mũi cọc trong vòng 6 mili giây, tương ứng với chu kỳ tự nhiên của cọc.

Thời lượng chất tải của phương pháp STN là 120 mili giây, dài hơn chu kỳ tự nhiên của ngay cả các cọc cứng nhất. Do đó ảnh hưởng của sóng ứng suất đã giảm nhiều và cọc được nghiên cứu như là một vật rắn và áp dụng các phân tích tĩnh truyền thống.

I.1.1.2. *Thu nhận và phân tích số liệu :*

❖ *Thu nhận số liệu :*

Các số liệu về tải trọng và chuyển vị được đo tại vị trí đầu cọc bởi

một hộp tải trọng và đầu đo laze. Số liệu đo này sẽ được xử lý bởi một hệ thống thiết bị thí nghiệm STN là hệ thống FPDS của Công ty xây dựng TNO (*Hà Lan*). Với hệ thống thiết bị đo đặc của phương pháp STN thì số liệu tải trọng có độ chính xác là 0,1% còn số liệu chuyển vị có độ chính xác là 0,1 mm. Các thiết bị ghi nhận số liệu gồm có:

- *Hộp tải trọng :*

Tải trọng thử STN được đo bằng hộp tải trọng đặt giữa piston và đầu cọc. Một số thiết bị đo biến dạng được gắn trên chu vi của hộp tải trọng để giảm ảnh hưởng của các tải trọng không đúng tâm. Các số liệu đo từ các thiết bị sẽ được trung bình hoá và khuếch đại trong hộp tải trọng để giảm sai số và lại được khuếch đại một lần nữa bằng FPDS.

- *Đầu đo laze :*

Người ta gắn một đầu đo laze kiểu ảnh điện thế vào tâm của đáy piston để đo các chuyển vị đầu cọc. Đầu đo này được điều khiển từ xa bởi một nguồn laze. Trong quá trình thử tải sự thay đổi vị trí tương đối của đầu đo laze so với nguồn laze cố định sẽ được ghi lại.

Trong suốt quá trình thử tải, các tín hiệu tải trọng và chuyển vị được số hoá và ghi vào một tệp số liệu điện thế thô. Sau khi thử tải xong, các tín hiệu thô này sẽ được chuyển đổi thành các giá trị tải trọng và chuyển vị. Ngay sau đó các đồ thị quan hệ tải trọng - chuyển vị sẽ được lập tại hiện trường. Các đồ thị bổ sung như đồ thị về vận tốc và gia tốc cũng được lập ra. Tất cả các số liệu được lưu giữ cho việc phân tích và tham khảo sau này.

- ❖ *Phân tích số liệu :*

Hiện nay đang có nhiều phương pháp để phân tích tín hiệu thu của STN. Tất cả các phương pháp đều mô hình hoá hệ cọc và đất như là khối

cọc đơn được giữ bởi một lò xo và một tụ song song (*Hình dưới*). Cọc được mô hình hoá như một khối cứng có khối lượng M . Lò xo thể hiện sự biến dạng của đất cũng như của cọc. Chuyển vị đầu cọc đo được sẽ coi là chuyển vị của lò xo. Phản lực hình thành trong lò xo thể hiện sức kháng tĩnh F_u . Tụ thể hiện sức kháng đất, $F_v = C.v$ phụ thuộc vào mức độ xuyên v của cọc. Tuy nhiên các phương pháp này lại sử dụng các cách tính các giá trị độ cứng lò xo K và sức cản động C khác nhau.

Mọi phương pháp nêu trên tuy có khác nhau nhưng đều sử dụng phương trình cân bằng sau :

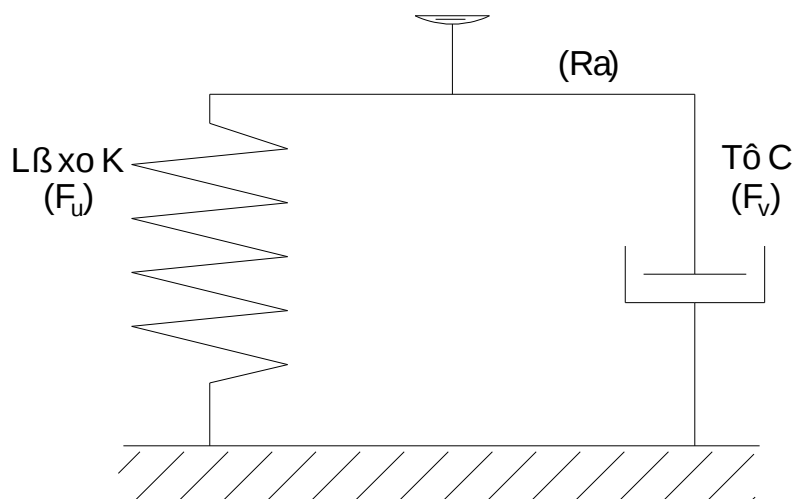
$$F_{STN} = F_{\text{đất}} + F_a = F_{\text{đất}} + M.\alpha;$$

Trong đó : F_{STN} - lực đặt vào đầu cọc khi thử tải STN;

$F_{\text{đất}}$ - sức kháng tổng cộng của đất;

$F_a = M.\alpha$ - lực ban đầu của cọc;

α - gia tốc của khối cọc.



Mô hình cọc và đất khi thử tải STN

Bảng: Các phương pháp phân tích tín hiệu STN

T	Phương pháp	ăm	Các tác giả	Lò xo	Tụ
	Phương pháp độ cứng ban đầu	993	Middendord và những người khác	Tuyển tính/ phi tuyến	Tuyển tính/ phi tuyến
	Phương pháp độ cứng ban đầu có sửa đổi	994 1995	Masumoto và những người khác	Tuyển tính/ phi tuyến	Tuyển tính/ phi tuyến
	Phương pháp khối thay thế	995	Uno và những người khác	Tuyển tính/ phi tuyến	Tuyển tính/ phi tuyến
	Phương pháp điểm cân bằng	993	Horvath và những người khác	Tuyển tính/ phi tuyến	Tuyển tính/ phi tuyến
	Phương pháp điểm dỡ tải	994	Nhóm nghiên cứu các phương pháp dỡ tải nhanh của Kusakabe	Tuyển tính/ phi tuyến	Tuyển tính/ phi tuyến

I.1.1.3. Các ưu nhược điểm của phương pháp STN :

Nhìn chung so với các phương pháp thử tĩnh và động đã trình bày, phương pháp thử tải STATNAMIC có những ưu điểm sau :

- ❖ Phương pháp STN có thể tạo ra lực thử tải lớn tới hơn 3000 T.
- ❖ Có thể thử tải móng cầu, cả nhóm cọc, cọc mở rộng đáy và các cọc ở ngoài biển.
- ❖ Có thể kiểm tra sức chịu tải ngang của cọc.
- ❖ Có thể kiểm tra các cọc không có kế hoạch kiểm tra trước đó.

- ❖ Có thể đo đặc trực tiếp tải trọng và biến dạng nhờ các hộp tải trọng và đầu dò lazer.
- ❖ Có thể lập được đồ thị tải trọng-biến dạng ngay lập tức tại công trường.

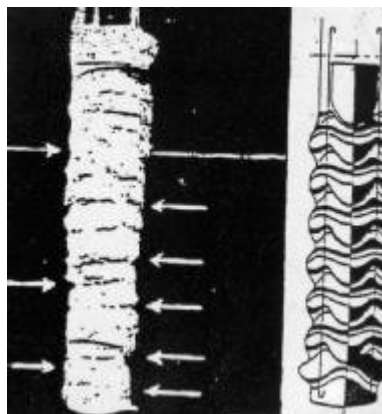
Nhược điểm lớn nhất của phương pháp này là tính chất động của nó và cần phải đánh giá lực động tạo ra trong quá trình thử tải.

II. Khuyết tật của cọc khoan nhồi– các vấn đề thường gặp, nguyên nhân và giải pháp khắc phục

II.1. Một số hình ảnh về khuyết tật trong cọc khoan nhồi

đối với cọc khoan nhồi, do bê tông được đổ tại chỗ (*thường là thi công trong dung dịch vữa khoan*) nên chất lượng bê tông thân cọc và khả năng làm việc thực tế của cọc phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa chất và phương pháp thi công cọc. Dưới đây là hình ảnh một số khuyết tật đối với cọc khoan nhồi:

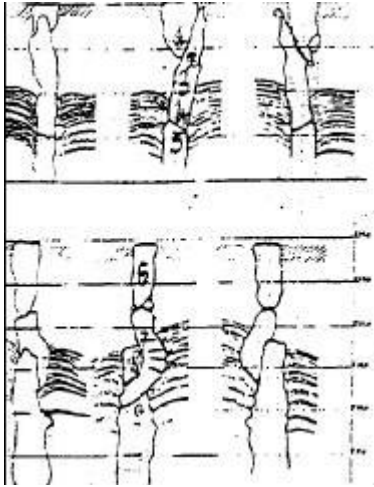
-Trong thi công cọc nhồi : công đoạn đổ bê tông cọc thường dễ làm sai qui trình thi công và để lại kích thước thân cọc hầu hết bị biến dạng thu hẹp, không thẳng.



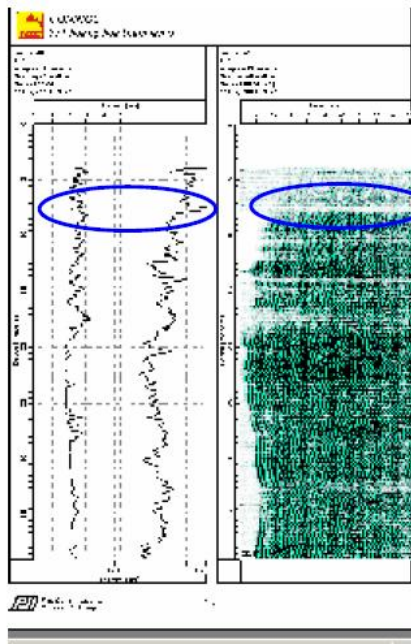
Hình1. Kích thước thân cọc bị biến dạng thu hẹp do áp lực nước ngầm cao

-Trục cọc biến dạng không còn thẳng, cường độ bê tông biến động giảm

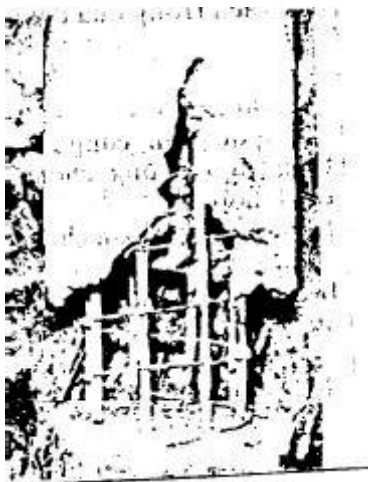
yếu trên suốt chiều dài thân cọc



Hình 2. Tình trạng bê tông thân cọc bị lồi lõm và không thẳng, giảm cường độ



Hình 3. Phương pháp siêu âm phát hiện thân cọc có khuyết tật.



Hình 4. Khuyết tật đáy cọc do sập vách cốt thép không bê tông bám dính



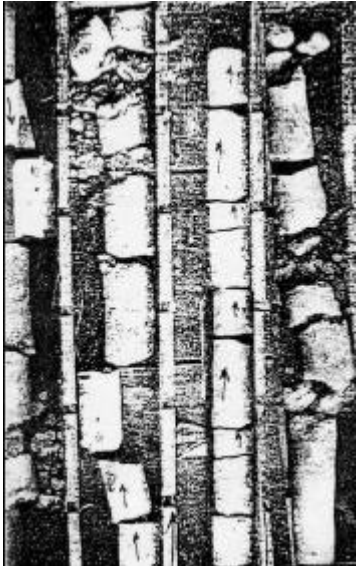
Hình 5. Thân cọc nhồi đứt đoạn trơ cốt thép do rút ống sai qui trình.



- Các ống chống lại đặt ở vùng biên cọc nên quá trình đổ bê tông cọc vừa xi măng khó chảy đến vùng biên hoặc khi bê tông chảy đến nơi mất hết xi măng

kết dính do ảnh hưởng bùn betonit tràn vào hoặc nước ngấm cuốn hết vữa xi măng làm trơ cốt thép cọc

Hình 6. Bê tông không chảy đến biên làm cọc trơ cốt thép



- Tại các cọc có lấy được mẫu lõi khoan cho thấy chất lượng bê tông không đều, nồn khoan bị gãy thành nhiều đoạn ngắn ở nhiều chỗ bê tông kết dính kém

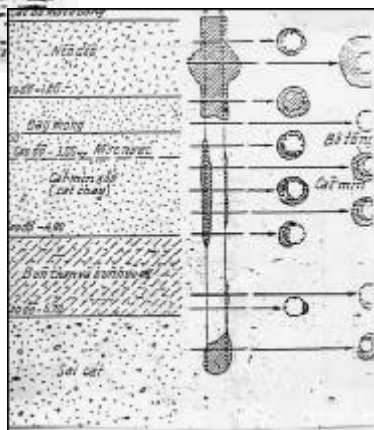
Hình 7. Các nồn khoan bị gãy khi khoan lấy mẫu từ cọc công trình ở Hà Nội.

- Đất dưới mũi cọc sau khi thi công bê tông cọc hầu như chỉ là cặn lắng mùn cát, betonit hoặc trống rỗng.



Hình 8. Mũi cọc bị rỗng không có bê tông.

ở công nghệ ướn đất cát hoặc cát lẫn khoan làm bê tông độ đặc chắc của bê



- Khuyết tật thường xảy ra dung dịch bentonite để giữ cuội sỏi trên thành vách thân cọc đứt đoạn, thu hẹp, tông cục bộ kém và lớp cặn

lắng ở dưới đáy hố khoan quá dày

Hình 9. Thân cọc bị hang hốc cát sỏi, đoạn gần đầu cọc nằm trong đất yếu bị phình và đáy cọc bị lắng mùn cát .



Hình 10. Phần cọc trong bùn thân cọc bị biến dạng và bị phình



Hình 12. Cọc nhồi thi công đạt chất lượng

2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Do sự phức tạp cũng như vai trò to lớn và giá thành của cọc khoan nhồi đối với công trình nên quy trình thi công cọc khoan nhồi, công tác kiểm tra chất lượng cũng như xác định sức chịu tải của cọc là hết sức quan trọng. Trong quá trình thi công, các công đoạn yêu cầu phải được thi công đúng quy

trình một cách nghiêm ngặt, bất cứ một sự hư hỏng nào cũng dẫn đến hậu quả khó sửa chữa hoặc nếu sửa được thì sẽ rất tốn kém.

Nhất thiết phải đề ra quy trình thi công cọc khoan nhồi và phải tuân thủ nghiêm ngặt quy trình đó.

Các phương pháp để kiểm tra cọc khoan nhồi phải được áp dụng một cách chính xác.

Việc nghiên cứu áp dụng các phương pháp mới để phát hiện và khắc phục các khuyết tật cọc khoan nhồi cần được đầu tư và cập nhật liên tục.

Chương sau sẽ nghiên cứu quy trình thi công và công tác kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi của một dự án nhà ở thu nhập thấp khu đô thị xã An Đồng, huyện An Dương do Công ty cổ phần tư vấn thiết kế đầu tư xây dựng AE thiết kế, từ đó đưa ra các giải pháp cụ thể để kiểm soát chất lượng cho công trình.

CHƯƠNG 3

ÁP DỤNG KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CỌC KHOAN NHỒI CHO CÔNG TRÌNH NHÀ Ở CAO TẦNG

3.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ DỰ ÁN

3.1.1. Giới thiệu công trình

Dự án **Công trình nhà ở thu nhập thấp** với quy mô: 7 tầng gồm 02 dãy nhà đối diện, diện tích xây dựng một dãy là 4000 m². Nằm trong khu vực xã An Đồng, huyện An Dương, thành phố Hải Phòng, đây là khu vực gần nội thành Hải Phòng.

Với vị trí nêu trên, khu nhà ở thu nhập thấp có vị trí đẹp, thuận lợi giao thông. Công trình sẽ là một điểm nhấn kiến trúc, đóng góp đáng kể vào bộ mặt của tuyến phố văn minh, hiện đại.

Kết cấu công trình: BTCT toàn khối, Đài, giằng móng BTCT, cos đáy đài sâu -2m.

Cọc của công trình là hệ thống cọc khoan nhồi BTCT đường kính = 600mm, sâu khoảng 36,80m so với nền đất hiện trạng, bê tông cọc mác 300.

Điều kiện địa hình, địa chất, hạ tầng khu vực xây dựng:

a) Địa hình, địa chất:

Khu đất hiện trạng là khu đất trống. Trên khu đất hiện có nền đất ổn định do quá trình sử dụng lâu dài. Địa hình tương đối bằng phẳng.

Nhìn chung, phạm vi gần mặt đất các lớp đất có sức chịu tải yếu đan xen các lớp đất có sức chịu tải trung bình, khá.

b) Điều kiện địa chất thủy văn:

Quanh khu vực khảo sát đã xây dựng hệ thống thoát nước hoàn chỉnh nối với hệ thống thoát nước chung. Nước mưa, nước mặt tiêu thoát nhanh, không gây ngập úng trong khu khảo sát khi có mưa lớn và dài ngày.

c) Điều kiện hạ tầng kỹ thuật:

Điện: khu vực dự kiến xây dựng công trình được cấp điện theo mạng lưới điện hạ thế của thành phố. Ngoài ra nhà thầu sử dụng một máy phát điện 250KVA dự phòng để đảm bảo phục vụ nhu cầu về điện liên tục trong công trường.

Cấp nước: nước cấp cho công trình dự kiến lấy từ đường ống hiện có. Ngoài ra nhà thầu khoan bổ sung các giếng khoan đường kính 100 mm, sâu từ 40 đến 60m phục vụ chủ động cấp đủ nước cho thi công, sinh hoạt, vệ sinh môi trường và các hoạt động khác trên công trường.

Thoát nước: hiện tại đã có đường ống thoát nước công hợp và xung quanh khu đường nội bộ công trường.

Thông tin liên lạc: tại đây đã có đầy đủ mạng lưới thông tin liên lạc, hữu tuyến. Hệ thống liên lạc vô tuyến cũng đã được phủ sóng.

Công trình thi công là hạng mục Cọc khoan nhồi cho kết cấu móng của một tổ hợp nhà ở giành cho người thu nhập thấp nằm trong khu đô thị mới được thiết kế quy hoạch phù hợp với nhu cầu của người sử dụng. Cọc của công trình là hệ thống cọc khoan nhồi BTCT đường kính = 600 mm, sâu khoảng 36,80 m so với nền đất hiện trạng, bê tông cọc mác 300.

Số lượng cọc: 152 cọc.

3.1.2. Biện pháp tổ chức mặt bằng thi công

3.1.2.1. Tiếp nhận mặt bằng

Sau khi nhận được thông báo trúng thầu, đơn vị cử cán bộ trực tiếp tiếp nhận mặt bằng và tìm mốc định vị. Tiến hành giác móng gửi tim cốt vào ít nhất là 4 điểm cố định.

Đơn vị sẽ liên hệ và gửi thông báo khởi công tới các cơ quan quản lý và chính quyền địa phương, xin phép và phối hợp cùng gìn giữ an ninh khu vực thi công.

3.1.2.2. Tổ chức mặt bằng thi công

Trong khu vực thi công đơn vị bố trí lán bảo vệ, kho tàng và văn phòng chỉ huy đảm bảo công tác bảo vệ công trình 24/24 giờ.

Các khu vực gia công, bố trí vật liệu, lán trại, nhà vệ sinh được thể hiện chi tiết khoa học như bản vẽ mặt bằng thi công để việc vận chuyển, tiếp nhận và giải phóng mặt bằng hợp lý.

Hệ thống điện thi công:

- + Hệ thống điện thi công được lấy từ trạm điện dẫn bằng cáp liên sợi treo cao trên các cột gỗ và tránh vướng đường vận chuyển.
- + Tại công trình, bố trí cầu dao tổng và các cầu dao nhánh cho hệ thống điện bảo vệ, điện thi công. Các cầu dao đều có hộp bảo vệ và đặt tại vị trí dễ đóng ngắt khi xảy ra sự cố.
- + Hệ thống điện thi công được thể hiện bằng bản vẽ. Có quy định việc sử dụng và an toàn về điện treo tại văn phòng và các điểm của công trình. Bố trí thợ điện có chứng chỉ thường xuyên trực, đầu nối và đóng ngắt mạch điện. Các máy thi công có sử dụng nguồn điện được đầu nối tiếp nhằm đảm bảo an toàn cho công nhân và công trình.

Nguồn nước:

- + Nguồn nước thi công và sinh hoạt được lấy từ nguồn cấp nước của thành phố hoặc giếng khoan đảm bảo nước sạch không ảnh hưởng tới chất lượng của công trình. Bố trí các bể nước tại các điểm cần thi công tập trung của công trình.
- + Hệ thống rãnh thoát nước thải thi công được dẫn quanh công trình và xử lý bằng các ga lắng đảm bảo nước sạch trước khi thoát xuống hệ thống chung.

Công tác phòng chống cháy nổ:

- + Để đảm bảo công tác phòng chống cháy nổ, tại công trình có các bảng nội quy, hướng dẫn công tác phòng chống cháy và trang bị các bình chữa cháy, câu liêm tại các vị trí kho tàng, nơi dễ xảy ra cháy nổ. Hàng ngày có cán bộ

phụ trách an toàn, chống cháy nổ thường xuyên kiểm tra nhắc nhở.

+ Các máy sử dụng vào công trình có đủ chứng chỉ, kiểm định, thường xuyên kiểm tra an toàn về tải trọng và hệ thống phanh hãm, tiếp điện chống lật vượt tải, đảm bảo vệ sinh môi trường khi máy vận hành.

+ Tại công trình có trang bị đầy đủ tủ thuốc, bông băng, cáng nẹp sơ cấp cứu, bố trí cán bộ y tế thường trực trong suốt quá trình thi công để kịp thời sơ cứu khi cần thiết.

+ Chuẩn bị đầy đủ về khối lượng vật tư, nguồn hàng đảm bảo đủ số lượng, phẩm cấp, chứng chỉ theo yêu cầu thiết kế và Tư vấn giám sát.

+ Đường vận chuyển vật tư, phế thải được thống nhất với ban quản lý dự án và các đơn vị thi công tránh ùn tắc, các ngày khô hanh đơn vị phun nước cho đường vận chuyển đảm bảo vệ sinh môi trường.

3.1.3. Tổ chức thi công tại công trường

Để tổ chức, quản lý và thực hiện thi công đạt chất lượng, đúng tiến độ và có hiệu quả, đơn vị tổ chức bộ máy cán bộ trực tiếp điều hành thi công tại công trình (có kèm theo danh sách, lý lịch, sơ đồ bố trí và bản cam kết thực hiện tốt nhiệm vụ được giám đốc giao tại công trình).

- *Chủ nhiệm công trình:*

Là kỹ sư có nhiều năm kinh nghiệm trong việc tổ chức và quản lý công trình có trình độ chuyên môn theo chuyên ngành xây dựng.

- *Cán bộ kỹ thuật thi công:*

Là kỹ sư xây dựng có đủ trình độ và kinh nghiệm về chuyên môn, đã trải qua thi công nhiều công trình lớn, công trình tương tự. Có tinh thần trách nhiệm cao.

- *Cán bộ giám sát công trình:*

Là kỹ sư có trình độ chuyên môn vững vàng, có tinh thần trách nhiệm cao, có quan điểm làm việc nghiêm túc, thẳng thắn. Là người chịu trách

nhiệm về chất lượng công trình, an toàn lao động vệ sinh môi trường phòng cháy chữa cháy.

- Kỹ sư trắc đạc:

Là người chịu trách nhiệm về độ chính xác của các tim trục, cao độ và lập các bản vẽ hoàn công từng công đoạn, từng phần thuộc phạm vi mình chịu trách nhiệm.

- Hệ thống cán bộ quản lý vật tư, thiết bị, xe máy thi công, hành chính:

Là các kỹ sư, cán bộ chuyên ngành, có kinh nghiệm chuyên môn và quản lý, giúp cho việc điều hành xuất nhập vật tư đúng chủng loại đảm bảo chất lượng theo yêu cầu thiết kế.

Điều hành kiểm tra xe máy đảm bảo tiến độ thi công, vận hành an toàn tiết kiệm.

Ngoài ra còn có hàng ngũ cán bộ kỹ thuật giám sát thi công, cán bộ chuyên trách an toàn, cán bộ vật liệu của công ty thường xuyên giám sát, kiểm tra hỗ trợ cho công tác thi công, an toàn, vệ sinh môi trường và phòng chống cháy nổ của công trình.

- Các tổ công nhân:

4 tổ thi công cọc khoan nhồi: 7 công nhân/tổ

1 tổ Bentonite : 5 công nhân/tổ

1 tổ sắt cơ khí : 8 công nhân/tổ

2 tổ bê tông: 5 công nhân/tổ

Công nhân công trình có tay nghề thợ từ bậc 4/7 trở lên, ngoài ra công trường còn tổ chức ký hợp đồng ngắn hạn với thợ bên ngoài khi cần thiết.

3.1.4. Biện pháp quản lý chất lượng [10];[11];[12];[13];[14]

Hệ thống tiêu chuẩn áp dụng trong toàn bộ quá trình thi công:

- Yêu cầu chung về sử dụng máy trong xây dựng TCVN- 4087-85
- Quy phạm thi công và nghiệm thu công tác đất TCVN- 4447-87

- Hướng dẫn pha trộn và sử dụng vữa trong XD TCVN- 4459-87
- Gia công và nghiệm thu cốt thép TCVN- 197-85 TCVN-198- 85
- BTCT toàn khối - Quy phạm- Nghiệm thu TCVN- 4453-95
TCVN- 3105-93
- Thi công và nghiệm thu công tác nền móng: TCXD-79-1980

Công tác ghi chép:

Việc ghi chép các số liệu về phần thi công cọc, phần móng được thực hiện đầy đủ, chi tiết, do một kỹ sư chuyên trách.

Về nhân lực:

Cán bộ tổ chức quản lý thi công là những kỹ sư có trình độ chuyên môn nghiệp vụ giỏi, có kinh nghiệm trong công tác tổ chức và quản lý thi công, có lương tâm nghề nghiệp, nhiệt tình trong công việc, yên tâm gắn bó với nghề, sẵn sàng lắng nghe và chia sẻ những kinh nghiệm trên tinh thần hợp tác, giúp đỡ...

Lực lượng công nhân được tuyển chọn kỹ lưỡng, sử dụng những công nhân có tay nghề cao, nhiều năm kinh nghiệm có tinh thần trách nhiệm với công việc được giao (nhất là những công việc đòi hỏi về kỹ thuật cao).

Số lượng công nhân luôn đáp ứng đủ theo yêu cầu của công việc để đảm bảo thực hiện tiến độ.

Về thiết bị xe máy và dụng cụ thi công:

Tất cả thiết bị máy móc và dụng cụ thi công đảm bảo chất lượng tốt, công suất phù hợp với khối lượng công việc và điều kiện thi công.

Số lượng luôn đáp ứng đủ theo yêu cầu thi công. Ngoài ra, với những loại máy móc và dụng cụ hay bị hỏng hoặc có vai trò quan trọng cần phải dự trữ lượng thay thế bổ sung khi cần thiết.

Về vật liệu:

Tất cả vật liệu đưa vào thi công công trình đều đảm bảo quy cách, tiêu

chuẩn thiết kế và có chứng chỉ của cơ sở sản xuất. Trước khi đưa vật tư vào sử dụng phải được BQLDA, tư vấn giám sát nghiệm thu và đồng ý. Có kế hoạch thu mua, tập kết vật liệu về công trường đáp ứng về yêu cầu thi công.

Các vật liệu chính đưa vào công trình:

- + Bê tông thương phẩm mác 300#.
- +Thép Việt Hàn hoặc tương đương.

Những thành phẩm cần phải gia công chế tạo trước để đưa vào công trình lắp đặt đều có kế hoạch và biện pháp thi công trước để đảm bảo chất lượng sản phẩm và yêu cầu thi công.

Nhà thầu cam kết sử dụng vật tư đúng chủng loại, đảm bảo chất lượng, có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng, theo yêu cầu thiết kế và hồ sơ mời thầu.

- Về thi công:

Trong quá trình thi công phải tuyệt đối tuân thủ nguyên tắc quy trình và quy phạm kỹ thuật cụ thể như:

+ Thi công xong từng phần hoặc công việc gì phải tiến hành nghiệm thu đầy đủ chu đáo mới được thi công công việc tiếp theo. Mở sổ nhật ký công trình để ghi chép tình hình thực tế thi công hàng ngày tại công trình.

+ Lập hồ sơ hoàn công cho những bộ phận công trình xây lắp hoàn thành và toàn công trình.

+ Lấy mẫu và làm thử tục kéo nén để có kết quả chứng chỉ chất lượng vật liệu cũng như bán thành phẩm theo đúng qui phạm qui định.

+ Bố trí cán bộ thường xuyên giám sát chất lượng kỹ thuật, đôn đốc thi công, chấn chỉnh và khắc phục kịp thời những khiếm khuyết hoặc sai sót trong quá trình thi công.

Đơn vị sẽ thuê cơ quan tư vấn kiểm định có chức năng hành nghề đảm bảo phù hợp với các đặc điểm của công trình để kiểm định các chỉ tiêu cơ lý, xác định chất lượng, cường độ vật liệu, bán thành phẩm trong thi công.

3.2. QUY TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI CỦA DỰ ÁN

3.2.1 Công tác chuẩn bị

a) Trình tự các bước công nghệ:

Bước 1: Lắp dựng các thiết bị và chuẩn bị.

Lắp đặt các hệ thống phục vụ cấp, thoát nước, hệ thống điện phục vụ thi công, chiếu sáng và các thiết bị phục vụ thi công khác vào vị trí.

Bước 2: Định vị tim cọc

Nhà thầu sẽ định vị chính xác các điểm mốc, các cốt của cọc từ các mốc ranh giới tính toán hoặc các mốc định vị khác đã có tại công trường mà sẽ được Kỹ sư cung cấp.

Mốc định vị chính sẽ được hoàn thành trước khi khởi công công tác cọc.

Bước 3: Dùng khoan bằng gầu thùng lấy đất trong lòng cọc tới độ sâu thiết kế

Quá trình khoan: trong quá trình khoan phải duy trì mức dung dịch trong ống vách ở cao độ lớn hơn mực nước ngầm từ 1,5 - 2 m.

Kiểm tra độ lắng đọng cát và mùn trong hố khoan, đào.

Nghiệm thu chiều sâu hố bằng thước đo độ sâu.

Bước 4:

Lồng cốt thép được gia công thành các đoạn tại nơi gia công thép sau đó được đưa ra vị trí thi công.

Lắp đặt lồng cốt thép vào trong lỗ khoan bằng cầu phục vụ.

Định lồng cốt thép vào ống vách

Lắp đặt ống tremie.

Chuẩn bị các điều kiện để phục vụ công tác đổ bê tông.

Bước 5:

Bê tông dùng cho cọc được cấp bởi các nhà máy bê tông thương phẩm tại địa phương cung cấp và vận chuyển đến hiện trường bằng xe chuyên dụng.

Kiểm tra chiều sâu cọc.

Kiểm tra chất lượng bê tông.

Đổ BT cọc bằng ống dẫn thẳng đứng (ống tremie), đổ trực tiếp từ xe trộn sẵn.

Dọn vệ sinh mỗi cọc sau khi đổ bê tông xong.

Bước 6:

Hoàn thiện hồ sơ nghiệm thu cọc.

b) Vật liệu:

1- Bê tông

Bê tông sẽ được xây dựng phù hợp với các chi tiết nêu trong bản vẽ và đổ theo đúng với các tiêu chuẩn đi kèm.

2- Thép chịu lực

Cốt thép sử dụng phải đảm bảo yêu cầu của TCVN và theo đúng yêu cầu của Hồ sơ thầu.

3- Bentonite và dung dịch Bentonite

Tiêu chuẩn

Bentonite trước khi trộn phải đúng như yêu cầu kỹ thuật DFCEP 4 của Hiệp hội vật liệu các công ty dầu (Vật liệu dung dịch khoan - Bentonite) hoặc tiêu chuẩn 13A của Viện dầu khí Mỹ.

Bentonite dùng ở đây là Trugel 100 - Bentonite, sản xuất tại Australia.

Trộn Bentonite

Bentonite được trộn kỹ với nước sạch để tạo thành một dung dịch có thể duy trì được độ ổn định khi thi công cọc ở giai đoạn cần thiết để đổ bê tông và hoàn thiện cọc.

Trường hợp có muối hay chất bản hoá học ngấm ở dưới đất, cần phải có biện pháp phòng ngừa đặc biệt để điều chỉnh lượng Bentonite trong nước nhằm đảm bảo chất lượng thi công cọc.

Công tác thử dung dịch khoan

Trước khi bắt đầu công việc khoan, cần phải kiểm tra dung dịch khoan, phương pháp và quy trình lấy mẫu. Lịch kiểm tra có thể thay đổi tùy theo tính chất của kết quả sau mỗi lần thử. Phương pháp kiểm tra dung dịch lấy mẫu thử tại hố khoan, thử ba mẫu đối với một cọc thử.

Các công tác thử sẽ được thực hiện với dung dịch Bentonite có sử dụng các thiết bị cần thiết. Mật độ của dung dịch bentonite trộn tươi sẽ được đo lường hàng ngày dưới hình thức kiểm tra chất lượng dung dịch. Thiết bị đo lường sẽ được định cỡ để đọc trong giới hạn 0.01g/ml. Các cuộc thử nghiệm sẽ quyết định tỷ trọng, độ nhớt và nồng độ pH được áp dụng cho bentonite cung cấp cho cọc khoan nhồi. Đối với các điều kiện đo trung bình, các kết quả sẽ nằm trong dải thể hiện trong bảng dưới đây. Các cuộc kiểm tra sẽ được thực hiện cho đến khi lập được mẫu ổn định liên quan đến quy trình trộn dung dịch bentonite tươi và dung dịch bentonite trước khi sử dụng và bất cứ quy trình nào được sử dụng để tách các chất bẩn trong dung dịch bentonite trước khi đem dung dịch vào sử dụng. Khi kết quả cho thấy tính chất ổn định, không cần phải tiếp tục thử để tính nồng độ pH và các đợt thử để tính tỷ trọng và độ nhớt sẽ được thực hiện dưới sự đồng ý của Kỹ sư. Nhà thầu sẽ trình lên Kỹ sư duyệt phương pháp đề nghị lấy mẫu và kiểm tra Bentonite và để vệ sinh đế cọc.

Dung dịch sau khi được xử lý phải có kết quả như bảng sau là đạt tiêu chuẩn để duy trì độ ổn định của hố đào trên toàn bộ chiều dài của nó trong những điều kiện địa chất của công trình.

Bảng 3.1: Dung dịch sau khi được xử lý

<i>Yếu tố được đo lường</i>	<i>Phạm vi kết quả ở 20⁰C</i>	<i>Phương pháp kiểm tra</i>
Tỷ trọng	1,02 ÷ 1,15	Cân bằng tỷ trọng bùn

Độ nhớt	29-50s hoặc nhỏ hơn 20cP	Phương pháp hình nón Máy đo độ nhớt Fann
Khả năng chịu độ biến dạng (10 phút độ bền gel)	1,4 đến 10,0N/m ² hoặc 4 đến 40N/m ²	Máy đo độ biến dạng
Độ tách nước	$\leq 40\text{cm}^3$	
Hàm lượng cát	$\leq 6\%$	
pH	7 ÷ 9	Giấy hiển thị độ pH hoặc máy đo pH điện

3.2.2. Quy trình thi công

3.2.2.1. Xác định vị trí tim cọc

Vị trí tim cọc được kiểm tra trước khi khoan và được xác nhận lại ngay sau khi thi công xong.

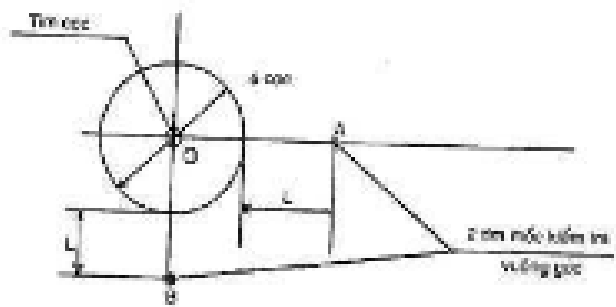
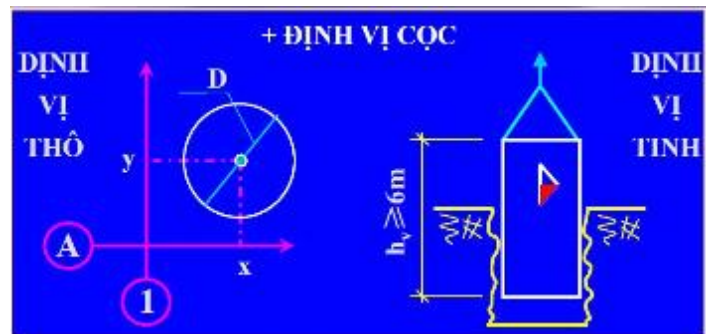
Dùng máy toàn đạc điện tử định vị các lỗ khoan chuẩn bị thi công. Các trục được đánh dấu cẩn thận và được gửi ra các vị trí cố định xung quanh công trường để thường xuyên kiểm tra tim cọc trong thời gian thi công và bàn giao sau này.

Tim cọc được xác định bằng bốn tim mốc kiểm tra A1, A2 và B1, B2 được đóng bằng các cọc tiêu thép D = 14, chiều dài cọc 1,5 m vuông góc với nhau và đều cách tim cọc một khoảng cách bằng nhau được bố trí như hình vẽ:

Trước khi hạ casing cho mỗi lỗ khoan phải gửi 4 cọc mốc vuông góc và thẳng hàng với nhau cách tim cọc $2 \div 2,5\text{m}$ để hạ casing đúng vị trí.

Sau khi hạ xong casing dùng 4 mốc gửi, kết hợp máy toàn đạc để kiểm tra tim cọc.

Sai số toạ độ cho phép $\Delta x < 5\text{cm}$; $\Delta y < 5\text{cm}$



Hình 3.1: Định vị cọc

3.2.2.2. Khoan, đào tạo lỗ

Sau khi đã có vị trí tìm cọc, tiến hành đưa máy khoan vào vị trí, căn chỉnh cho máy đúng vị trí, thẳng đứng.

Dùng gầu thùng để khoan mồi.

Hạ ống vách bằng cầu phục vụ, sau đó tiến hành kiểm tra lại vị trí của ống vách cũng như cao độ sau khi đã hạ xong và trước khi tiến hành khoan đến cao độ thiết kế.



Hình 3.2: Hạ ống vách

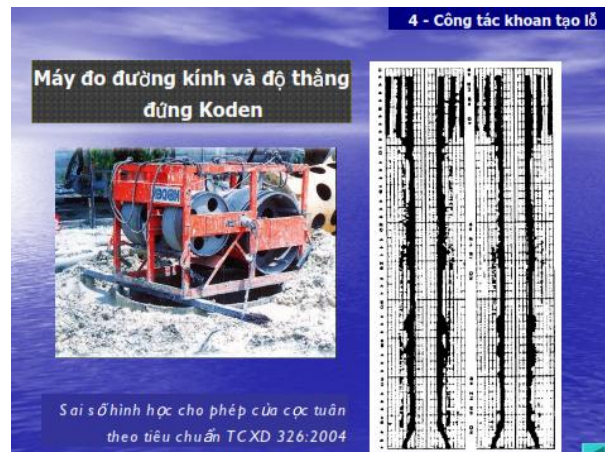
Trong quá trình thi công cọc phải thường xuyên theo dõi các lớp địa chất mà mũi khoan đi qua và đối chứng với tài liệu khảo sát địa chất.

Trong quá trình khoan dung dịch Bentonite luôn được bổ sung sao cho dung dịch trong hố luôn cao hơn mức nước ngầm từ $1,5 \div 2\text{m}$ để đảm bảo độ ổn định của địa tầng cho đến khi bê tông được đổ xuống, dung dịch Bentonite được kiểm tra liên tục. Trường hợp dung dịch bentonite bị tiêu hao nhanh chóng trong lúc tạo lỗ thì sẽ phải xử lý ngay theo sự chỉ dẫn của Kỹ sư.



Hình 3.3: Cung cấp Bentonite

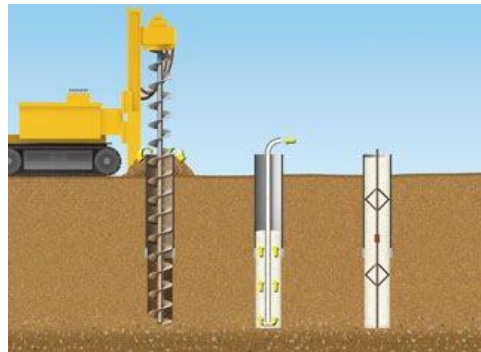
Phải thường xuyên theo dõi độ thẳng đứng của cọc, độ ổn định của ống vách để không làm ảnh hưởng đến chất lượng cọc. Ta kiểm tra độ thẳng đứng và hiện tượng sạt lở hố đào thường xuyên một cách đơn giản bằng dây dọi với đầu dây là quả dọi đủ nặng.



Hình 3.4: Theo dõi độ thẳng đờng của cọc

Công tác đào phải được tiến hành liên tục và không được phép nghỉ nếu không có sự cố gì về máy móc và thiết bị đào.

Không được thi công các cọc sát với cọc vừa mới đúc mà thời gian ninh kết chưa đạt để tránh làm giảm chất lượng cọc hoặc làm hỏng cọc.



Hình 3.5: Khoan tạo lỗ



Hình 3.6: Gầu đào

Trong điều kiện địa chất phức tạp cần phải điều chỉnh độ nhớt của dung dịch bentonite theo bảng sau:

Bảng 3.2: Trị số độ nhớt thích hợp của dung dịch

Tình hình địa chất công trình		Phương pháp sử dụng dung dịch	Tầng đất	Độ dính thích hợp (500/500cc) S	Biện pháp	
					Khi độ nhớt thấp quá	Khi độ nhớt cao quá
Khi điều kiện công trình rất bình thường	Nước ngầm ít	Phương pháp tuần hoàn	Bùn tích lẫn cát, Cát, Cuội sỏi	23-27 28-35 37-45	Trộn thêm 1-2% sét bentonite hoặc 0,005-0,1% CMC	Thông thường thì trộn thêm 0,05 - 0,1% chất giảm nước, trộn vào đất sét thấy độ dính tăng thêm thì cho thêm nước.
	Nước ngầm nhiều	Phương pháp tĩnh	Bùn tích lẫn cát, Cát, Cuội sỏi	4-28 32-40 45-55		
	Nước ngầm nhiều	Phương pháp tuần hoàn	Bùn tích lẫn cát, Cát, Cuội sỏi	23-27 28-35 37-45	Trộn thêm 1% sét Bentonite	Trộn thêm 0,1 - 0,2% chất giảm nước, thêm nước sẽ không

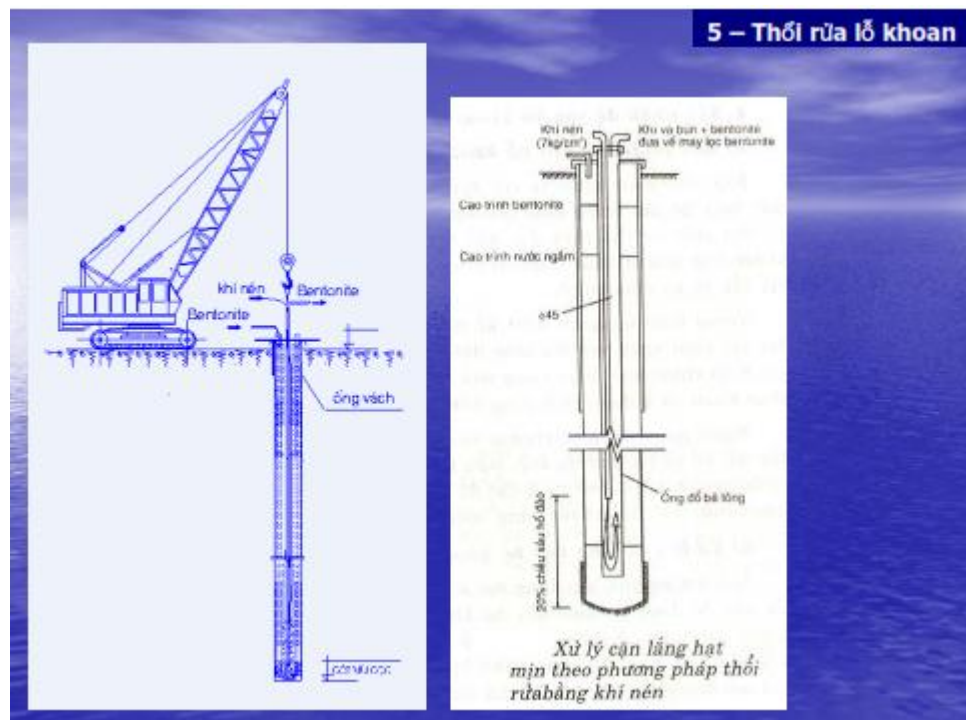
		Phương pháp tĩnh	Bùn tích lẫn cát, Cát, Cuội sỏi	4-28 32-40 45-55	đồng thời trộn thêm 0,1-0,2% CMC, sau đó thí nghiệm ngay để xác nhận độ dính.	thích hợp nữa
--	--	------------------	---------------------------------	------------------------	---	---------------

Trong đó: dung dịch CMC có gốc Na, Mg, Xenlulô gốc A có tác dụng tăng thêm độ dính, chống bị bóc lở thành.

3.2.2.3. Làm sạch hố đào

Sau khi công tác tạo lỗ kết thúc cần phải tiến hành làm sạch hố đào, làm sạch đáy cọc bằng cách thay hoặc bổ sung bentonite mới theo phương pháp tuần hoàn hoặc có thể chờ 30 phút rồi vét lại.





Hình 3.7: Vết lắng gầu, thổi rửa lỗ khoan

Phương pháp làm sạch phải giảm thiểu được ảnh hưởng tới tầng đất dưới đế cọc.

Lượng chất bồi lắng đáy hố sau khi đã vệ sinh hố đào không được dày quá 10cm. Nếu độ dày của lớp lắng đọng quá quy định cho phép, phải tiến hành vệ sinh lại bằng cách dùng bơm chìm để hút cặn lắng bằng đất, cát nhỏ lên. Còn cát to, cuội sỏi, đá vụn thì dùng gầu ngoạm vét sạch rồi đưa lên.

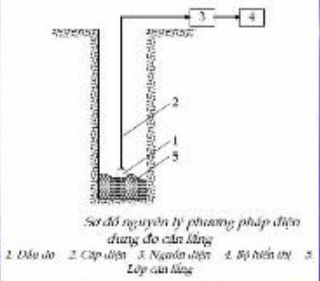
Lượng cặn lắng thường rất khó vét sạch được hoàn toàn, do đó trong thực tế có thể cho phép chiều dày lớp cặn lắng dưới đáy hố đào $< 10\text{cm}$.

Việc thổi rửa đáy hố đào rất quan trọng và hết sức cẩn thận. Do đó phải sử dụng thiết bị chuyên dụng, thích hợp và bố trí người thực hiện có tay nghề cao, có kinh nghiệm và có tinh thần trách nhiệm. Đảm bảo được đáy hố càng sạch thì sức chịu tải của cọc càng tốt.

5 – Thối rửa lỗ khoan

Phương pháp kiểm tra độ lắng cặn

Phương pháp điện dung



Sơ đồ nguyên lý phương pháp điện dung để đo cặn lắng

1. Đầu đo 2. Cáp điện 3. Nguồn điện 4. Bộ hiển thị 5. Lớp cặn lắng

Các phương pháp khác: thả cầu, điện trở, siêu âm

TT	Loại cọc	Sai số cho phép
1	Cọc chống	$h \leq 5 \text{ cm}$
2	Cọc chống + ma sắt	$h \leq 10 \text{ cm}$
3	Cọc ma sắt	$h \leq 20 \text{ cm}$

Kết thúc thổi rửa khi :

- Chất lượng bentonit hút lên đạt yêu cầu;
- Chiều dày lắng cặn nhỏ hơn quy định

Hình 3.8: Kiểm tra độ lắng cặn

Dung dịch bùn được đưa về trạm dung dịch xử lý lại để luân chuyển

3.2.2.4. Công tác vận chuyển đất

Sau khi khoan xong phải tiến hành dọn dẹp và vận chuyển đất thải ngay để đảm bảo mặt bằng được sạch sẽ và có thể thi công được phần tiếp theo.

Đất được xúc lên xe vận chuyển chuyên dụng bằng máy đào, trước khi ra khỏi công trường, xe chở đất được làm sạch bánh lốp để đảm bảo vệ sinh môi trường

3.2.2.5. Công tác cốt thép

Cốt thép đưa vào sử dụng phải đúng kích thước và chủng loại theo đúng yêu cầu của thiết kế.



Hình 3.9: Kiểm tra gia công lồng thép

Khung cốt thép cọc được chế tạo sẵn thành các khung theo đúng hồ sơ thiết kế sau đó đưa ra vị trí thi công tổ hợp và hạ xuống cao độ thiết kế.

Công tác hạ lồng cốt thép phải được làm hết sức khẩn trương để giảm tối đa lượng chất lắng đọng xuống đáy hố khoan cũng như khả năng sụt lở thành vách.

Công tác hạ cốt thép phải được tiến hành ngay sau khi vệ sinh hố khoan xong và tiến hành càng sớm càng tốt.

Sai số cho phép về kích thước hình học của lồng cốt thép chỉ được nằm trong khoảng sau:

- + Cự ly giữa các cốt thép chủ: $\pm 5\text{mm}$
- + Cự ly giữa các cốt thép đai: $\pm 5\text{mm}$
- + Kích thước cạnh ngắn tiết diện: $\pm 5\text{mm}$
- + Kích thước cạnh dài tiết diện: $\pm 10\text{mm}$
- + Độ dài tổng cộng của lồng cốt thép : $\pm 50\text{mm}$

Chiều dài của mỗi đoạn lồng cốt thép thường dài từ 6m đến 12m. Ngoài việc phải tổ hợp lồng cốt thép như thiết kế, tùy tình hình thực tế, nếu cần, còn có thể tăng cường các thép đai chéo (có đường kính lớn hơn cốt đai) để gông

lồng cốt thép lại cho chắc chắn, không bị xô xệch khi vận chuyển.

- Trong trường hợp khung cốt thép phải nối bằng mối nối hàn phải tận dụng tối đa khả năng của thiết bị hàn để rút ngắn thời gian hàn nối đến mức tối thiểu.
- Toàn bộ thời gian của công tác hạ lồng cốt thép không nên kéo dài.
- Việc hạ lồng cốt thép phải làm hết sức nhẹ nhàng tránh va đập mạnh vào thành hồ đào làm sụt lở vách.



Hình 3.10: Lắp dựng lồng thép

Sau khi lồng cốt thép đã được hạ đến cao độ yêu cầu phải tiến hành neo cố định lồng cốt thép để tránh chuyển vị trong quá trình đổ bê tông. Nối các đoạn lồng cốt thép với nhau khi thả xong từng đoạn có thể dùng phương pháp buộc.

Để cho khung cốt thép được đặt đúng vào tâm hố khoan trên khung cốt thép phải đặt sẵn các con kê có kích thước phù hợp và có khoảng cách giữa các tầng con kê từ 2-3m. Con kê đúc bằng bê tông nhưng không dễ bị vỡ. Nếu trong môi trường đất, mà nước ngầm hoặc nước mặt có tính ăn mòn yếu thì lớp bê tông chế tạo bằng xi măng bền sulfate.



Hình 3.11: Con kê

- Đối với các cọc có khối lượng thép rất lớn việc lắp dựng lồng thép vào lỗ khoan sẽ phải thực hiện như sau:

Gia công mỗi đầu lồng 4 móc cầu

Gia công mỗi đầu lồng 6 neo để giữ lồng thép vào thành mương dẫn khi nối lồng.

Gia công giá chữ thập bằng thép hình để cầu lồng thép

Khi cầu lồng thép phải dùng đồng thời cả 2 tời của cầu, thì lồng thép sẽ không bị cong.

Các mối nối thực hiện theo đúng yêu cầu kỹ thuật của công trình.

3.2.2.6. Công tác bê tông

Ngay sau khi hoàn thành công tác đào, công tác cốt thép được Kỹ sư duyệt, công tác bê tông được bắt đầu và phải được thực hiện liên tục không gián đoạn. Công tác bê tông được thực hiện bằng ống tremie.

Sau khi vét sạch đáy hố (trong dung dịch bentonite), trong khoảng thời gian không quá 3 giờ, phải tiến hành đổ bê tông. Đổ bê tông bằng phương pháp vữa dâng hay còn gọi là đổ bê tông trong nước.



Hình 3.12: Lắp ống đổ bê tông

3.2.2.7. Trộn bê tông

- Bê tông được trộn bằng trạm trộn cân đong tự động hoặc máy trộn có hệ thống định lượng có sai số không vượt quá 2%.
- Bê tông phải là một hỗn hợp kết dính có hoạt tính cao và độ sụt cực đại đo được là 200mm và phải $\geq 160\text{mm}$ đảm bảo quỹ độ sụt từ $4 \div 5\text{h}$.



Hình 3.13: Cung cấp bê tông

3.2.2.8. Ống tremie

- Ống đổ bê tông:

Ống đổ bê tông là ống thép có đường kính trong $D_1 = 23 - 25\text{cm}$ và phải đảm bảo kín nước từ trên xuống dưới trong suốt quá trình đổ bê tông.

Ống đổ bê tông được tổ hợp các đoạn ống có cùng đường kính, không bị móp méo và chiều dài từ 0,5-6m, đảm bảo tính linh hoạt trong quá trình thi công.

Mỗi nối ống đổ bê tông có cấu tạo dễ tháo lắp không lọt nước vào lòng ống.

Ống đổ bê tông phải có chiều dài đảm bảo đặt suốt chiều dài của cọc.

- Phễu đổ bê tông:

Phễu được thiết kế chuyên dùng cho công tác đổ bê tông nước, đảm bảo cho việc tiếp nhận bê tông là liên tục và vữa bê tông không bị tràn ra ngoài và rơi vào hố khoan.

Phễu phải có độ dốc hợp lý (2/1) đảm bảo cho vữa bê tông không bị dính lại trên phễu.

- Cầu ngăn nước:

Cầu ngăn nước có thể làm bằng cao su, bọt xốp hoặc mùn cưa.

Trước khi đổ bê tông vào trong phễu cầu ngăn nước được đặt vào miệng trên của ống (đáy phễu).

Kích thước của cầu phải đảm bảo sao cho cầu không bị rơi tự do vào trong ống và chìm xuống dưới tải trọng bản thân.

3.2.2.9. Đổ bê tông

- Tổ hợp và lắp đặt ống đổ bê tông vào trong lòng hố khoan sao cho ống được đặt suốt chiều dài hố đào.

- Dùng cầu để giữ ống đổ bê tông trong quá trình đổ.



Hình 3.14: Đổ bê tông

Khi bắt đầu đổ bê tông, đáy ống phải cách đáy hố 10 ÷ 15 cm để cầu ngăn nước có thể thoát ra khỏi ống cho phép bê tông bắt đầu tràn vào trong lòng cọc.



Hình 3.15: Kiểm tra đáy ống

- Bê tông được rót vào ống dẫn bê tông thông qua phễu trực tiếp từ xe trộn sẵn.
- Bê tông được cấp liên tục vào ống để đảm bảo áp suất cao hơn áp suất của nước.
- Trong quá trình đổ bê tông, đáy của ống luôn luôn phải ngập sâu trong bê

tông > 2,0m.

- Phải thường xuyên kiểm tra cao độ mặt bê tông trong lòng cọc bằng thước dây và dọi chuyên dùng để kịp thời điều chỉnh cao độ đáy ống dẫn cho phù hợp với đồ thị và độ dâng bê tông
- Trong quá trình đổ bê tông cọc, tránh không đổ bê tông tràn ra ngoài miệng phễu và rơi vào trong lòng cọc làm ảnh hưởng đến chất lượng bê tông cọc cũng như chất lượng dung dịch bentonite.
- Các thao tác nâng ống dẫn và tháo ngắn ống dẫn được thực hiện nhuần nhuyễn để rút ngắn thời gian đổ bê tông cọc.
- Cao độ đổ bê tông cuối cùng phải cao hơn cao độ cắt cọc tối thiểu là 1,5m để đảm bảo chất lượng bê tông đầu cọc và bê tông ở phía dưới là đồng nhất, xi măng không bị hoà nước làm hư hại, sau đó phá bỏ đi phần bê tông này.
- Trong trường hợp trời mưa, Nhà thầu sẽ căng lều bạt để giữ lỗ khoan được khô ráo và kê cả phần bê tông nữa.
- Tất cả các cọc khoan xong phải được đổ bê tông trong cùng một ngày.
- Khi đào hố thi công cọc và lúc đổ bê tông cọc phải chú ý không được thực hiện khi trong chiều sâu của cọc có dòng nước ngầm đang chảy, vì nó sẽ làm sụt lở thành hố và hỏng bê tông. Trong trường hợp này phải báo cho Tư vấn thiết kế để xử lý. Có thể xử lý bằng cách hạ ống vách bằng thép.
- Sau khi đổ bê tông xong phải rút ống vách sau 20 phút



Hình 3.16: Rút ống vách

3.2.2.10. Cốt mũi cọc

Trước khi bắt đầu đào cọc, cần phải tiến hành khảo sát công trường ở các vị trí cọc. Các hố đào phải theo đúng yêu cầu và quy trình của mục "Khảo sát địa chất" và đúng yêu cầu của Kỹ sư. Kỹ sư sẽ yêu cầu trình kết quả khảo sát ít nhất là 1 tháng trước khi thực hiện công tác khoan để khẳng định lại thiết kế cọc.

Kỹ sư sẽ quyết định cốt của mũi cọc sau khi đã kiểm tra các địa tầng mà cọc đi qua.

Trong quá trình thi công cọc, Nhà thầu sẽ phải lập "Nhật ký thi công cọc" để báo cáo độ sâu cũng như các loại địa tầng đã khoan qua. Đồng thời, phải lấy mẫu để trình lên Kỹ sư khi có yêu cầu.

Nếu trong quá trình thi công cọc, các điều kiện địa chất khác với kết quả khảo sát trước đó, Nhà thầu sẽ phải kịp thời thông báo với Kỹ sư tư vấn.

3.2.2.11. Độ lệch cọc

Độ lệch tâm cho mỗi cọc trong một nhóm cọc, theo mọi hướng là 75mm. Độ lệch tâm cho thép đối với cọc đơn không quá 40mm so với vị trí đúng của cọc và phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam.

3.2.2.12. Báo cáo

Nhà thầu sẽ phải báo cáo hàng ngày cho Kỹ sư biết chi tiết về quá trình thi công cọc.

3.3. MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM NÂNG CAO CÔNG TÁC KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI CỦA DỰ ÁN

Cọc khoan nhồi là giải pháp lựa chọn hợp lý cho móng các công trình có tải trọng lớn. Việc thi công thường gặp nhiều khó khăn do đó đánh giá chất lượng của cọc trở thành yêu cầu bắt buộc trước khi quyết định tiếp tục các công đoạn xây dựng tiếp theo.

Kỹ thuật kiểm tra không gây ra sự phá hoại bản thân cọc hiện nay được sử dụng phổ biến trên thế giới cũng như ở Việt nam bao gồm các phương pháp sau:

Phương pháp sóng ứng suất nhỏ kiểm tra tính toàn vẹn của cọc

Phương pháp thấu xạ sóng âm qua thân cọc kiểm tra chất lượng bê tông (Superonic Téting - SST)

Phương pháp thí nghiệm nén tĩnh cọc để xác định sức chịu tải của cọc theo phương dọc trục

Các phương pháp nêu trên khác nhau về phương thức thực hiện, thời gian thực hiện, kinh phí và độ tin cậy của kết quả do đó nên được kết hợp để cho kết quả tốt với kinh phí hợp lý nhất.

Nói chung, thí nghiệm sóng ứng suất biến dạng nhỏ không yêu cầu một sự chuẩn bị trước nào cũng như thời gian thực hiện là ngắn nhất, kinh phí thực hiện thấp nhất nên thường được sử dụng với số lượng lớn trong khi phương pháp thấu xạ âm đòi hỏi có sự chuẩn bị trước ngay từ khi thi công làm giảm tính khách quan của phép thử và phương pháp khoan lấy lõi cần thời gian thực hiện dài hơn và kinh phí lớn là nhưng phương pháp thường

được thực hiện với số lượng hạn chế hơn.

Số lượng các thí nghiệm theo TCXD 206:1998 của Việt Nam: Tập III, trang 468.

+ Thí nghiệm PIT : 50%

+ Thí nghiệm SST : 20%

+ Thí nghiệm nén tĩnh cọc cọc : (1 - 2)%

Các Tiêu chuẩn, Qui phạm sau đây sẽ được dùng để đánh giá chất lượng:

TCXD 206:1998; ASTM D5882-96; NF P94-160-4 (đánh giá theo kết quả thí nghiệm PIT).

TCXD 206:1998; ASTM C597-91; NF P94-160-1 (đánh giá theo kết quả thí nghiệm thấu âm).

Theo thiết kế số lượng các cọc thí nghiệm là:

Thí nghiệm PIT : 65 cọc

Thí nghiệm SST : 12 cọc

Thí nghiệm nén tĩnh cọc : 2 cọc

3.3.1. Phương pháp sóng ứng suất nhỏ kiểm tra tính toàn vẹn của cọc

3.3.1.1. Nguyên lý thí nghiệm

Tác động lên đầu cọc một lực va đủ để gây ra sóng ứng suất lan truyền dọc thân cọc nhưng không gây ra biến dạng đáng kể cho cọc. Thu nhận tín hiệu phản hồi của sóng ứng suất từ các vị trí khác nhau dọc thân cọc do sự thay đổi trở kháng của cọc và của đất để phân tích nhằm xác định vị trí và mức độ thay đổi đó cũng chính là vị trí và mức độ thay đổi tính toàn vẹn của thân cọc. Chất lượng cọc được đánh giá thông qua số lượng, vị trí và mức thay đổi nói trên so với cọc chuẩn theo thiết kế.

3.3.1.2. Ưu điểm của phương pháp:

Không cần có sự chuẩn bị trước đặc biệt nào cho cọc thí nghiệm mà chỉ cần tạo ra ở đầu cọc một diện phẳng đường kính chừng 5-10 cm là đủ;

Thiết bị thí nghiệm gọn nhẹ, thao tác thí nghiệm đơn giản (tạo lực và bằng búa tay), phân tích kết quả nhanh bằng phần mềm chuyên dụng cho kết quả hiện thị ngay lên màn hình.

3.3.1.3. Nhược điểm của phương pháp:

Vì lực va nhỏ, tín hiệu phản hồi chỉ thu được đến độ sâu không quá 30 lần đường kính cọc (đủ cho yêu cầu của công trình này)

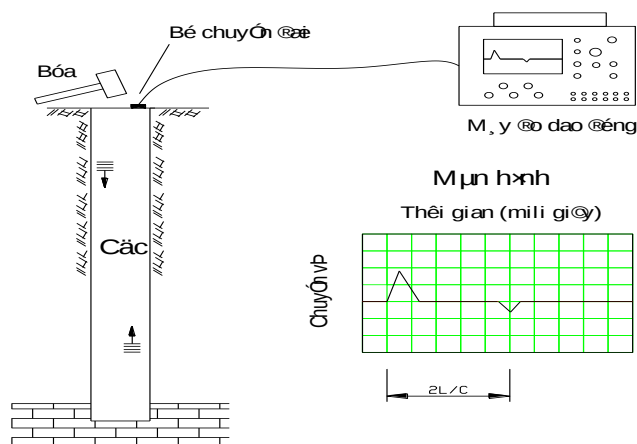
Sau khuyết tật đầu tiên, các khuyết tật tiếp theo khó đánh giá một cách tin cậy vì tín hiệu yếu.

3.3.1.4. Thiết bị thí nghiệm

Bộ thiết bị thí nghiệm chuyên dụng bao gồm

- Búa cầm tay để tạo lực và đầu cọc
- Gia tốc kế để xác định sự thay đổi gia tốc hạt ở đầu cọc do sóng ứng suất phản hồi gây ra
- Bộ vi xử lý ghi nhận sự thay đổi gia tốc và thời gian tương ứng, số hóa tín hiệu phục vụ lưu trữ và xử lý
- Máy tính và phần mềm xử lý số liệu và báo cáo

Thiết bị dùng hiện nay là bộ thiết bị PIT do Hãng PDI của Mỹ chế tạo; bộ thiết bị IFCO do Hãng TNO của Hà Lan chế tạo là những bộ thiết bị có nhiều tính năng ưu việt có thể dùng cho công trình.



Hình 3.17: Các thiết bị thí nghiệm

3.3.1.5. Thí nghiệm và báo cáo kết quả

a) Chuẩn bị thí nghiệm:

Chuẩn bị nguồn điện (điện sinh hoạt) đến gần vị trí thí nghiệm, lắp đặt thiết bị và kiểm tra sự hoạt động bình thường của thiết bị;

Tạo một diện phẳng, sạch trên đầu cọc với đường kính chừng 5-10cm, gán gia tốc kế vào diện đó (bằng keo chuyên dùng).

Cọc được đập đến phần bê tông cứng (hoặc đập hết đầu cọc), mặt bê tông được làm nhẵn.

b) Thí nghiệm

- Bật công tắc đưa bộ tiếp nhận tín hiệu vào trạng thái làm việc
- Vào các thông tin nhận dạng cọc
- Dùng búa cầm tay gõ lên đầu cọc và ghi nhận (tự động) tín hiệu
- Thay đổi vị trí gõ để thu nhận thêm thông tin

c) Xử lý và báo cáo kết quả

Tín hiệu đo được phân tích bằng phần mềm chuyên dụng để ghi nhận sự thay đổi vận tốc sóng truyền, xác định mức độ và vị trí của khuyết tật (nếu có) và in ra dưới dạng biểu chuẩn làm cơ sở cho Kỹ sư Tư vấn đánh giá chất lượng cọc.

Trong dự án này sau khi nhận được tín hiệu từ thiết bị trên màn hình không có những khuyết tật gì.

3.3.2. Phương pháp thấu xạ sóng âm qua thân cọc kiểm tra chất lượng bê tông (Superronic Teting – SST)

3.3.2.1. Nguyên lý thí nghiệm

Sử dụng một bộ đôi phát và thu sóng âm truyền qua tiết diện ngang cọc dọc theo thân cọc (gọi là bộ đầu dò), tính toán xác định vận tốc truyền sóng và dựa vào đặc tính truyền sóng của các loại vật liệu khác nhau để đánh giá chất lượng cọc. Sự thay đổi vận tốc truyền tại một vị trí nào đó là do ảnh hưởng

của sự thay đổi chất lượng vật liệu, chẳng hạn sự có mặt của bùn, đất, khe nứt... Vị trí thay đổi được xác định theo vận tốc và thời gian di chuyển đầu dò hoặc đo trực tiếp chính là các vị trí khuyết tật trong cọc.

Để có thể đưa được đầu dò vào thân cọc, thí nghiệm cần có sự chuẩn bị trước bằng cách đặt sẵn các ống rỗng dọc theo suốt chiều dài cọc. Số lượng các ống tùy thuộc vào kích thước tiết diện cọc. Với cọc nhồi đường kính 1200mm chỉ cần đặt 3 ống bố trí theo hình tam giác đều là đủ.

3.3.2.2. Ưu điểm của phương pháp

Cho phép thu nhận thông tin trực tiếp từ các vị trí cụ thể một cách nhanh chóng, chính xác; có thể giải tỏa nghi ngờ về tín hiệu bằng cách xác định lại ngay tại vị trí nghi ngờ một cách dễ dàng;

Khi kết hợp với các thông tin khác về cọc như điều kiện địa chất, kỹ thuật và chất lượng thi công ... thì có thể đánh giá tương đối chính xác chất lượng bê tông cọc trên suốt chiều dài cọc;

Có thể đánh giá sơ bộ cường độ của bê tông

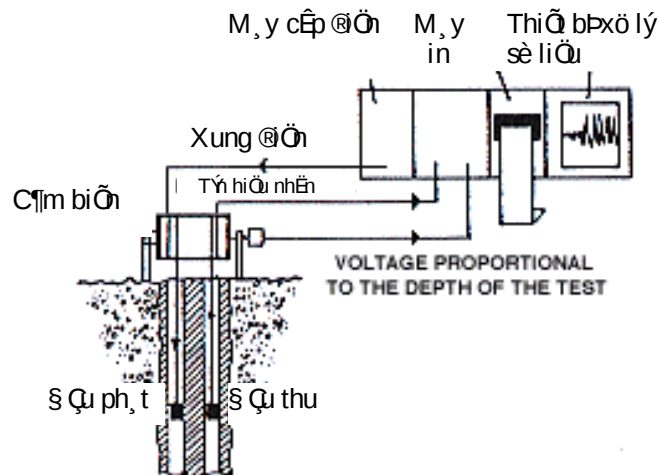
Nhược điểm của phương pháp

Không phát hiện được rõ chất lượng bê tông ngoài vùng đặt ống do đó chưa đánh giá được hết chất lượng bê tông trên toàn bộ tiết diện ngang

3.3.2.3. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm thấu âm bao gồm

- Bộ đầu dò (đầu phát và đầu thu)
- Bộ vi xử lý tiếp nhận tín hiệu, khuếch đại và hiện thị lên màn hình trực tiếp
- Máy tính và phần mềm chuyên dụng cho tính toán kết quả chất lượng cọc cũng như cường độ bê tông



Hình 3.18: Sơ đồ bố trí phương pháp siêu âm truyền qua



Hình 3.19: Các thiết bị cần thiết trong phương pháp siêu âm truyền qua

3.3.2.4. Thí nghiệm và báo cáo kết quả

a) Chuẩn bị thí nghiệm

Ngoài việc lắp đặt, chuẩn bị và kiểm tra sự hoạt động bình thường của thiết bị thí nghiệm, việc chuẩn bị đối với cọc thí nghiệm có những đòi hỏi đặc biệt

Cọc thí nghiệm phải được lắp đặt trước các ống rỗng theo suốt chiều dài cọc bằng các ống nhựa hoặc ống thép có đường kính thích hợp với đầu dò, đầu ống được bịt kín.

Kiểm tra sự thông suốt của ống và làm sạch ống

Bơm đầy nước vào trong ống để tạo môi trường liên tục cho sóng âm

Đưa thiết bị vào trạng thái làm việc, thả song song hai đầu dò vào hai ống và hiệu chỉnh thời gian, tần số để có được ảnh rõ nét

Đưa đầu dò xuống tận đáy ống

b) Thí nghiệm

Vào các thông tin nhận dạng cọc

Kéo đầu dò lên sao cho chúng luôn luôn ở cùng độ cao và với tốc độ thích hợp

Theo dõi ảnh trên màn hình và đánh dấu các vị trí nghi ngờ có vấn đề cho đến khi đầu dò lên đến mặt đất

Kiểm tra lại các vị trí có nghi ngờ với mức khuyếch đại cao để xác định chính xác khuyết tật (nếu có)

c) Báo cáo kết quả

Đưa số liệu lưu trong bộ vi xử lý sang máy tính có phần mềm chuyên dụng để tiến hành phân tích và xây dựng các mặt cắt dọc cọc theo từng đôi ống dẫn dưới dạng biểu chuẩn, in thành báo cáo làm cơ sở cho Kỹ sư Tư vấn đánh giá chất lượng cọc.

Cụ thể trong dự án số liệu thu được cho 20 cọc hầu hết có kết quả như sau:

Bảng các thí nghiệm trong phòng như sau

Quan hệ giữa cường độ bê tông và vận tốc âm

<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>	<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>
3750 ÷ 4000	35	3250 ÷ 3500	25
3500 ÷ 3750	30	3000 ÷ 3250	20

Như vậy dựa vào kết quả thí nghiệm thì cường độ của bê tông là 20Mpa, tương ứng với mác bê tông M300 của dự án

Kết luận: đạt yêu cầu.

Tuy nhiên có một cọc số 18 có kết quả là:

Quan hệ giữa cường độ bê tông và vận tốc âm

<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>	<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<i>Cường độ nén(Mpa)</i>
3750 ÷ 4000	35	3250 ÷ 3500	25
3500 ÷ 3750	30	3000 ÷ 3250	15

Như vậy cọc số 19 không đạt yêu cầu về cường độ, nhưng không vượt quá số lượng cọc cho phép(20%) , kết quả vẫn có thể coi là đạt yêu cầu

Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc qua vận tốc siêu âm

<i>Vận tốc âm (m/s)</i>	<200	2000 ÷ 3000	3000 ÷ 3500	3500 ÷ 4000	>4000
Chất lượng bê tông	Rất kém	Kém	Trung bình	Tốt	Rất tốt
Cấp chất lượng cọc	V	IV	III	II	I

Căn cứ vào bảng kết quả trên thì:

- Cấp chất lượng cọc đạt được là cấp III
- Chất lượng bê tông: trung bình

Như vậy theo phương pháp này bê tông cọc đạt yêu cầu

3.3.3. Phương pháp thí nghiệm nén tĩnh cọc để xác định sức chịu tải của cọc theo phương dọc trục.

3.3.3.1. Mục đích yêu cầu thí nghiệm:

- Dự án đầu tư được thiết kế theo giải pháp móng cọc khoan nhồi bê tông cốt thép với đường kính 1200mm

- Thí nghiệm nén thử tải trọng tĩnh cọc bê tông cốt thép trong công trình nhằm xác định khả năng chịu tải thực tế của cọc, qua đó đánh giá khả năng làm việc lâu dài của cọc trong công trình.
- Tải trọng yêu cầu thí nghiệm bằng 200% tải trọng thiết kế.

3.3.3.2. Công tác thí nghiệm

1. Cọc trong công trình được thí nghiệm bằng phương pháp:
Thí nghiệm thử bằng tải trọng tĩnh nén dọc trục.
2. Khối lượng cọc thí nghiệm theo chỉ định của thiết kế là 02 cọc.
3. Công tác thí nghiệm và xử lý số liệu được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam TCXD 189-190-1996 và một số tiêu chuẩn ngành có liên quan.
4. Phương pháp thí nghiệm là phương pháp duy trì tải trọng thí nghiệm tĩnh dọc trục trên đầu cọc thử trong từng cấp tải thí nghiệm.

3.3.3.3. Hệ thống thiết bị thí nghiệm:

1. Cọc thí nghiệm tải trọng tĩnh được tiến hành bằng phương pháp chát đối trọng.
2. Hệ thí nghiệm.

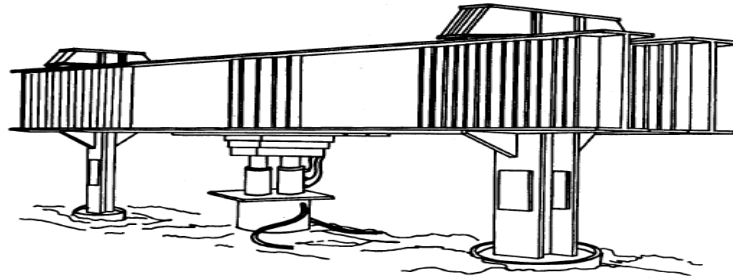
a) Hệ đối trọng:

Hệ đối trọng sử dụng trong công trình là một hệ bao gồm bằng các cọc bê tông cốt thép đúc sẵn và được xếp thành khối trên một hệ dầm thép. Hệ đối trọng bao gồm các khối BTCT đúc sẵn có trọng lượng tối thiểu bằng 1,25 lần tải trọng thí nghiệm, tức là 13750 tấn.

Hệ dầm giá chát tải thí nghiệm: là một hệ bao gồm 02 dầm chính I, dài 7m, 12 I, dài 12m và hệ gối đỡ. Hệ dầm này được tính toán đủ chịu lực và không biến dạng khi chát tải cũng như trong suốt quá trình thí nghiệm.

Hệ gối đỡ: Là một hệ bao gồm 16 khối bê tông cốt thép đúc sẵn đặt trên nền đất có tác dụng đỡ hệ dầm chát tải. Hệ gối phải được tính toán đủ tiết diện đảm bảo không gây lún khi chát tải trọng phục vụ thí nghiệm, không gây ảnh

hưởng đến sự làm việc của cọc cũng như các thiết bị khác trong quá trình thí nghiệm.



Hình 3.20: Sơ đồ bố trí thí nghiệm thử tải tĩnh

b) Hệ thống gia tải

Hệ thống gia tải thí nghiệm trong công trình sử dụng 04 kích thủy lực có sức nâng mỗi cái 500 tấn. Hệ kích này được đặt trên đầu cọc thí nghiệm, trục của kích nén trùng với trục cọc thí nghiệm. Trên đầu kích có tấm đệm bằng thép, có bộ phận tự điều chỉnh đảm bảo cho việc truyền lực nén luôn dọc theo trục cọc thí nghiệm.

Hệ thống đo lực: Hệ thống đo lực sử dụng đồng hồ thủy lực có dải đo 0-400kg/cm². Đồng hồ đã được Chi cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng Hà Nội kiểm định. Lực nén tác động lên đầu cọc thí nghiệm được tính thông qua số đọc đồng hồ thủy lực và hệ số sức nâng của kích thủy lực.

Hệ bơm dầu thủy lực: Hệ thống bơm dầu thủy lực được gắn liền kích thủy lực và cung cấp dầu vào kích nhằm điều chỉnh sức nâng của kích theo ý muốn. Lưu lượng bơm 3lít/phút, áp suất tối đa 400kg/cm²

c) Hệ thống đo biến dạng

Hệ thống đo biến dạng bao gồm 04 đồng hồ đo lún có dải đo 0-50 mm, chính xác 0,01mm gắn chặt lên thân cọc thí nghiệm thông qua một hệ gá đỡ và gông thép. Đồng hồ do Chi cục tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Hà nội kiểm định.

Hệ gá đỡ đồng hồ đo lún: Là hệ gá đỡ có chân từ tính bằng nam châm gắn chặt vào hệ gông thép gắn trên đầu cọc thí nghiệm.

Hệ gông đầu cọc: Hệ này được chế tạo bằng 1 khung thép hình đủ cứng và gắn chặt vào thân cọc bằng bulông, không bị ảnh hưởng của hệ thống gia tải nằm trên đầu cọc.

Hệ thống móc chuẩn: Hệ thống móc chuẩn dùng trong công trình là một thanh thép hình được chôn chân bằng bê tông. Độ cứng của thanh móc chuẩn đảm bảo không bị biến dạng trong quá trình thí nghiệm và không chịu ảnh hưởng do các tác động bên ngoài.

3.3.3.4. Quy trình thí nghiệm

1. Thí nghiệm nén thử tải trọng tĩnh cọc khoan nhồi BTCT đường kính $D=1200\text{mm}$ và được tiến hành theo tiêu chuẩn Việt Nam, TCXD189-190-1996.
2. Cọc được chỉ định thí nghiệm với tải trọng lớn nhất 1100 tấn (bằng 200% tải trọng tính toán của thiết kế).
3. Cọc đã đủ thời gian "nghỉ" theo quy định của thiết kế (07 ngày theo yêu cầu thiết kế).
4. Phương pháp gia tải: tải trọng thí nghiệm được chia thành từng cấp gia tải, mỗi cấp bằng 25% tải trọng thí nghiệm
5. Tăng tải trọng thí nghiệm: Tải trọng thí nghiệm được tăng theo hai chu trình thí nghiệm

Chu trình I các cấp tải trọng lần lượt tăng 25%, 50%, 75%, 100% tải trọng thí nghiệm. Mỗi cấp tải được duy trì và theo dõi trong thời gian tối thiểu là 1 giờ và đạt độ lún quy ước. Sau đó tải trọng được giảm theo các cấp 75%, 50%, 25%, 0% tải trọng thiết kế, khi hạ tải quan sát trong 10 phút.

Chu trình II các cấp tải trọng lần lượt tăng: 100%, 125%, 150%, 175%, 200% tải trọng thí nghiệm. Riêng cấp 100%, 200% quan sát trong 6 giờ. Sau đó tải

trọng thí nghiệm giảm, các bước giảm tải trọng thí nghiệm được tiến hành theo thứ tự 150%, 100%, 50%, 0% tải trọng thiết kế. Mỗi cấp giảm tải được theo dõi trong thời gian 15 phút, riêng cấp tải trọng 0% theo dõi trong 1 giờ.

Thời gian ghi chép kết quả như sau: ghi giá trị đầu tiên ngay sau khi tăng tải, ghi kết quả thứ 2 sau 15 phút, kết quả thứ 3 sau 30 phút, kết quả thứ 4 sau 45 phút, kết quả thứ 5 sau 60 phút,... Từ giờ quan sát thứ 2, ghi kết quả 30 phút 1 lần, giờ thứ 3 trở đi cứ 60 phút ghi 1 lần.

Độ lún ổn định quy ước: Độ lún của cọc được gọi là ổn định quy ước khi tốc độ chuyển vị lún của cọc trong đất không được quá 0,20mm trong một giờ quan sát cuối cùng.

Sự sai khác của các dụng cụ đo (đồng hồ đo lún) không vượt quá:

- + 50% khi độ lún nhỏ hơn 1mm
- + 30% khi độ lún từ 1 - 5 mm
- + 20% khi độ lún lớn hơn 5 mm

Việc thí nghiệm sẽ dừng khi chưa đạt tới tải trọng thí nghiệm lớn nhất mà độ lún tụt của cọc đã vượt quá 25mm.

Việc thí nghiệm sẽ dừng khi đầu cọc bị hỏng trong quá trình thí nghiệm.

Việc thí nghiệm sẽ dừng khi các thiết bị thí nghiệm bị hư hỏng hoặc sai lệch trong quá trình thí nghiệm.

Việc thí nghiệm sẽ dừng khi trong 1 cấp tải trọng thí nghiệm nào đó cọc không đạt yêu cầu về độ lún ổn định quy ước.

3.3.3.5. Phụ lục

Bảng 3.3: Quy trình thí nghiệm (Theo TCXD:189- 190-1996)

STT	Cấp tải trọng		Thời gian duy trì tải trọng TN	Thời gian theo dõi ghi chép số liệu
	%	Tấn		
1	25	137	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần

2	50	275	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
3	75	421	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
4	100	550	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
5	75	421	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
6	50	275	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
7	25	137	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
8	00	0	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
9	100	550	6 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
10	125	687	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
11	150	825	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
12	175	962	1 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
13	200	1100	6 giờ đạt độ lún quy ước	15 phút ghi 1 lần
14	150	825	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
15	100	550	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
16	50	275	10 phút	Ghi 2 lần sau và trước khi hạ tải
17	00	0	60 phút	15 phút ghi 1 lần

Bảng 3.4: Ghi thí nghiệm nén tĩnh cọc

Đơn vị thí nghiệm: Công ty CP Tư vấn TKCTXD Hải Phòng

Cọc số: 26, 78

Công trình: Nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương

Cụm nén số: 1,2

Tiết diện cọc: D1.2m

Độ sâu mũi cọc: 46,80m

Ngày thi công: T9- 2012

Ngày nén thử: T9 - 2012

Hệ số an toàn: 1,13

Sức chịu tải dự tính: tấn

Lực nén tối đa: 500tấn

Thực hiện:

N g à y	Giờ, phút	Thời gian	Tải trọng	Số ghi trên đồng hồ (mm)				Số gia chuyển vị (mm)				Tổng chuyển vị	Ghi chú
				A	B	C	D	A	B	C	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	14h	T9	500T	120				0,29				0,29	
	14h	T9	500T	120				0,3				0,43	

Dựa vào kết quả thí nghiệm trên nhận thấy cấp độ lún của 2 cọc thí nghiệm là ổn định

3.3.3.6. Vị trí cọc thí nghiệm

Theo bản vẽ mặt bằng cọc số KC: 01 do Công ty CP Tư vấn TKĐTXD AE lập tháng 9/2011)

3.3.3.7. Biện pháp kỹ thuật thi công nén tĩnh cọc

1. Công tác chuẩn bị thí nghiệm: Công tác này bao gồm nhiều bước tiến hành tuần tự nhằm phục vụ tốt cho công tác thí nghiệm. Các bước chuẩn bị bao gồm:

a) Kiểm tra và gia cố đầu cọc thí nghiệm: việc kiểm tra và gia cố đầu cọc thí nghiệm phải tuân theo quy định của tiêu chuẩn TCXD-88-82 và 190-1996

- Khi ra hiện trường kiểm tra, các cọc thí nghiệm đã đạt yêu cầu để tiến hành thí nghiệm và đã được gia cố lại mặt cọc theo yêu cầu của thiết kế.
- Tất cả các cọc thí nghiệm đều đã đạt yêu cầu về sai số độ nghiêng (nằm trong phạm vi sai số cho phép).

b) Kiểm tra hệ thống thiết bị thí nghiệm:

- Hệ thống thiết bị thí nghiệm khi chuyển đến công trình phải được kiểm tra chặt chẽ trước khi đưa vào sử dụng. Kích thủy lực phải được kiểm tra sức nâng, các đồng hồ được kiểm tra về độ nhạy.
- Hệ thống đối trọng phải kiểm tra về tổng tải trọng đảm bảo vượt tối thiểu bằng 1,25 lần tải trọng dự kiến thí nghiệm.
- Kiểm tra mức độ an toàn của hệ dầm giá chất tải và hệ gối đỡ.

c) Chất tải phục vụ thí nghiệm:

- Việc chất đối trọng phục vụ công tác thí nghiệm được thực hiện bằng cầu có sức nâng 12,5 tấn.
- Việc lắp đặt các gối đỡ phải đảm bảo theo quy định của quy phạm để đảm bảo không gây ảnh hưởng tới sự làm việc của cọc trong quá trình thí nghiệm đến hệ mốc chuẩn và các thiết bị khác (khoảng cách gần nhất của hệ gối đỡ tới vị trí tim cọc không nhỏ hơn 5 lần đường kính lớn nhất của cọc - trong trường hợp này cạnh lớn nhất của cọc là lớn hơn 1,5 mét tới tim cọc thí nghiệm).
- Sau khi lắp đặt xong hệ gối đỡ, tiến hành việc xếp hệ dầm chất tải. Hệ dầm này phải được kiểm tra các liên kết đảm bảo chắc chắn trước khi tiến hành chất đối trọng.

- Chất đối trọng: khi chất đối trọng bê tông lên giá thép, các khối bê tông được liên kết với nhau (dạng xếp kiêu gạch) thành khối vững chắc, đảm bảo an toàn khi thí nghiệm.

- Sau khi tiến hành kết thúc quá trình chất đối trọng phục vụ thí nghiệm, cán bộ kỹ thuật phụ trách thí nghiệm kiểm tra tính ổn định của toàn bộ hệ thống thiết bị thí nghiệm lần cuối cùng trước khi tiến hành thí nghiệm.

2. Tiến hành công tác thí nghiệm: Công tác thí nghiệm chỉ được tiến hành sau khi đã hoàn tất các bước nêu trên.

a) Sau khi chuẩn bị xong đầu cọc thí nghiệm phải báo cho chủ đầu tư, tư vấn giám sát công trình kiểm tra cọc đủ điều kiện tiến hành thí nghiệm mới được chuyển sang bước thi công tiếp theo

b) Sau khi thực hiện xong phần việc nêu trong điều 1.c ở trên, cán bộ thi công công trình có trách nhiệm thông báo cho chủ đầu tư, đơn vị tư vấn thiết kế và đơn vị tư vấn giám sát biết mới được tiến hành thí nghiệm.

c) Việc tiến hành thí nghiệm được thực hiện theo quy trình nêu trong điều 2-4 đã nêu ở trên.

d) Việc thí nghiệm phải được tiến hành liên tục cho đến khi kết thúc thí nghiệm. Khi có sự cố hoặc có những bất thường trong quá trình thí nghiệm, kỹ thuật thi công công trường có trách nhiệm thông báo kịp thời cho chủ đầu tư, đơn vị thiết kế và tư vấn giám sát để có biện pháp xử lý thích hợp.

e) Các số liệu ghi chép phải đầy đủ, rõ ràng không tẩy xóa và được chuyển về văn phòng xử lý kịp thời.

f) Nhân lực bố trí thí nghiệm: Trong mỗi hệ thí nghiệm bố trí 02 người theo dõi (01 kỹ thuật viên ghi chép kết quả, 01 công nhân phụ việc).

g) Phải dùng bạt che chắn khu vực thí nghiệm tránh các ảnh hưởng của thời tiết cũng như các tác động khác từ bên ngoài ảnh hưởng tới kết quả thí nghiệm.

Các biện pháp an toàn thi công cọc:

1. Trước khi thi công phải tổ chức học tập cho những người tham gia thi công nắm vững: Quy trình kỹ thuật và quy trình an toàn lao động. Phải làm cho mọi người hiểu rõ an toàn lao động là mục tiêu cao nhất, có ý thức bảo vệ mình.
2. Trong quá trình thi công mọi người đều phải ở vị trí của mình, tập trung tư tưởng để làm việc, điều khiển máy chính xác. Cấm ngắt bỏ chỗ làm việc.
3. Khi làm việc phải có đầy đủ trang bị bảo hộ lao động theo quy định.
4. Thường xuyên kiểm tra tời, cáp, phanh, dụng cụ thao tác các loại máy, các hệ thống truyền lưu của cả động cơ , nhất thiết phải được bao cho kín để đảm bảo an toàn.
5. Các vùng nguy hiểm ở trên công trường phải đặt biển báo và có người canh gác.
6. Hệ thống dây điện, cáp điện ở hiện trường phải bố trí hợp lý, nghiêm chỉnh chấp hành các quy định về an toàn sử dụng điện. Phải có công nhân chuyên môn phụ trách hệ thống điện.
7. Ở công trường ngoài trách nhiệm của đội trưởng, tổ trưởng chỉ định thêm người làm công tác bảo đảm an toàn lao động.
8. Mỗi ca làm việc trưởng ca phải chịu trách nhiệm toàn bộ quá trình công việc. Khi đổi ca phải bàn giao chi tiết cho trưởng ca mới và có sổ bàn giao ký nhận.
9. Phải ghi đầy đủ vào nhật ký thi công cọc khoan nhồi.
10. Làm việc ban đêm phải có đầy đủ các đèn chiếu sáng, ở nơi tập trung lao động và lao động nặng nhọc phải được chiếu sáng bằng đèn pha.
11. Tuân theo tất cả các quy định về an toàn tại công trường yêu cầu.
12. Bố trí tường rào, hệ thống chiếu sáng, trực bảo vệ và trông coi các hạng mục công trình thực hiện cho đến lúc hoàn thành và nghiệm thu.

13. Nhà thầu luôn có sự cân trọng hợp lý để đảm bảo an toàn và sức khỏe của nhân lực nhà thầu. Phối hợp với cơ quan y tế địa phương khi cần thiết đồng thời có sự sắp xếp phù hợp để đáp ứng các yêu cầu về vệ sinh, phúc lợi cần thiết và phòng chống các dịch bệnh.

14. Nhà thầu sẽ chỉ định một an toàn viên ở công trường, chịu trách nhiệm về đảm bảo an toàn và phòng tránh tai nạn cho nhân lực làm việc trên công trường.

Vệ sinh môi trường:

Nhà thầu sẽ thực hiện các bước hợp lý để bảo vệ môi trường (cả trên và ngoài công trường) hạn chế thiệt hại, ảnh hưởng tới con người và tài sản do ô nhiễm, tiếng ồn và các ảnh hưởng khác từ hoạt động của Nhà thầu.

Nhà thầu đảm bảo các khí thải, chất thải trên mặt đất và dòng thải do hoạt động của nhà thầu không vượt quá mức quy định trong các hồ sơ yêu cầu kỹ thuật và không vượt quá mức quy định của Luật hiện hành.

Để đảm bảo vệ sinh môi trường trong quá trình thi công cọc tường và tăng hầm các biện pháp được áp dụng như sau:

- Làm hàng rào kín quây quanh công trường để tránh bụi, ồn
- Làm cầu rửa xe trước khi thi công đại trà: tất cả các phương tiện trước khi ra khỏi công trường đều được rửa sạch sẽ. Cầu rửa xe được thiết kế cả hệ thống bể lắng và tràn để khỏi ảnh hưởng đến hệ thống thoát nước thành phố.
- Dùng xe phun nước quanh phạm vi công trường trong trường hợp xảy ra bụi bẩn.
- Đất thải trong quá trình thi công được vận chuyển đi ngay trong ngày.

Dung dịch bẩn sau khi đã xử lý được vận chuyển để đổ đi bằng xe chuyên dụng.

3.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Trong chương 3 tác giả đã giới thiệu về công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương là một công trình có ý nghĩa hết sức quan trọng trong quá trình phát triển của đô thị hiện nay, đặc biệt là các đô thị lớn như Hải Phòng. Các công trình nhà ở thu nhập thấp đã giải quyết vấn đề về chỗ ở, không gian, hạ tầng đô thị.... Tuy nhiên nếu chất lượng công trình không đảm bảo sẽ ảnh hưởng tới cảnh quan kiến trúc, đời sống của người dân, thậm chí còn ảnh hưởng tới cả tính mạng của con người. Chính vì lý do đó để nâng cao chất lượng thi công công trình, trong chương này tác giả đã đưa ra các giải pháp áp dụng cụ thể để kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi của dự án.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

A. KẾT LUẬN

1. Khái quát chung:

Trong phạm vi nghiên cứu của luận văn, tác giả đã tập trung nghiên cứu những vấn đề liên quan đến công tác kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi. Áp dụng cụ thể cho công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương. Qua quá trình thu thập số liệu và phân tích tác giả thu được các kết quả nhất định:

Chương 1 tác giả đề cập đến một số vấn đề tổng quan về công tác kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi. Nội dung chủ yếu của chương, tác giả đã trình bày khái niệm, ưu nhược điểm của các loại cọc khoan nhồi, những sự cố xảy ra do quá trình thi công cọc ảnh hưởng đến chất lượng nền móng của công trình để từ đó đưa ra các biện pháp để kiểm soát chất lượng của công trình

Chương 2 tác giả đã trình bày cơ sở lý luận trong việc kiểm soát chất lượng cọc khoan nhồi. Để đáp ứng yêu cầu chất lượng trong quá trình thi

công nền móng của công trình bằng cọc khoan nhồi, tác giả đã nêu ra những cơ sở pháp lý để quản lý chất lượng, quá trình thi công cọc khoan nhồi, các phương pháp để kiểm tra nghiệm thu cọc.

Chương 3 tác giả đã áp dụng những cơ sở nghiên cứu để kiểm tra cọc khoan nhồi áp cho công nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương, tác giả giới thiệu về dự án, quy trình thi công nền móng bằng cọc khoan nhồi của dự án, một số giải pháp để nâng cao công tác kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công của dự án.

2. Kết quả đạt được:

Sau một thời gian giới hạn nghiên cứu luận văn với Đề tài: **“Kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi. Áp dụng cụ thể cho công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương – TP Hải Phòng”**. tác giả đã đạt được mục đích đề ra:

Tổng quan về sự phát triển nhà ở thu nhập thấp trong các đô thị về hình thức, quy mô, vật liệu. Nhận thấy được sự quan trọng của yếu tố nền móng khi xây dựng các công trình nhà ở thu nhập thấp . Bên cạnh đó, những yếu tố kỹ thuật và yêu cầu về nền móng của công trình được xem xét rất kỹ lưỡng.

Nhận biết được hậu quả, thiệt hại về người trong các vụ hư hỏng công trình do việc xử lý nền móng công trình không triệt để gây lên. Nguyên nhân chủ yếu vẫn là do sức chịu tải của nền móng. Một trong các biện pháp hiệu quả nhất trong xử lý nền móng là sử dụng cọc khoan nhồi.

Tác giả cũng khái quát được những sự cố thường gặp của cọc và đưa ra được các phương pháp để kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc.

Ứng dụng các phương pháp trên để phân tích quy trình thi công, đưa ra các biện pháp kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công bằng cọc khoan nhồi của dự án công trình nhà ở thu nhập thấp .

Kết quả tác giả đã đưa ra các giải pháp thông dụng nhất, hữu hiệu nhất (VD: phương pháp sóng ứng suất nhỏ, phương pháp thấu xạ sóng âm qua thân cọc, phương pháp thí nghiệm nén tĩnh cọc) để kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi của công trình nhà ở thu nhập thấp do Công ty TNHH Hoàng Huy làm chủ đầu tư tại huyện An dương – TP Hải Phòng.

Tuy nhiên bên cạnh những kết quả đạt được, luận văn vẫn còn những hạn chế thiếu sót không thể tránh khỏi

3. Những hạn chế trong luận văn:

Dựa trên sự phân tích của các phương pháp kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công cọc khoan nhồi, tác giả mới chỉ đề xuất được các giải pháp thông dụng nhất, hữu hiệu nhất mà chưa phân tích, so sánh ưu nhược điểm với các phương pháp khác.

Chưa có sự phân tích để phối kết hợp cả ba phương pháp sóng ứng suất nhỏ, thấu xạ sóng âm qua thân cọc, nén tĩnh cọc để xác định sức chịu tải của cọc theo phương pháp dọc trục để đạt được kết quả cao nhất.

B. KIẾN NGHỊ

Cần phân tích các phương pháp khác kỹ lưỡng hơn nữa để biết được ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng của các phương pháp kiểm soát chất lượng khi thi công cọc khoan nhồi.

So sánh các phương pháp kiểm soát chất lượng khi thi công cọc khoan nhồi.

Đơn vị thi công phải tuyệt đối tuân thủ nghiêm ngặt quy trình thi công cọc khoan nhồi đã đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ xây dựng - Cục giám định nhà nước về *chất lượng công trình xây dựng, Giáo trình đào tạo nghiệp vụ về kiểm định công trình xây dựng.*
2. Bộ xây dựng *TT10/2013/TTBXD về quản lý chất lượng công trình.*
3. Chính phủ nước cộng hoà Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam (2013), *Nghị định số 15/2013 ND-CP Về quản lý chất lượng công trình xây dựng.*
4. Chính phủ nước cộng hoà Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam (2013), *Nghị định số 45/2013 ND-CP Về an toàn lao động, vệ sinh lao động.*
5. GS.TS.Nguyễn Văn Quảng, *Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi* - NXB Xây dựng 1998.
6. TCXDVN 326 : 2004 *Cọc khoan nhồi tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.*
7. TCXD 358 - 359- 2005 *Phương pháp xung siêu âm cọc kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp động biến dạng.*
8. TCXD 269 – 2002 *Phương pháp ép dọc trực bằng tải trọng tĩnh.*
10. TCVN- 4087-85 *Yêu cầu chung về sử dụng máy trong xây dựng.*
11. TCVN- 4447-87 *Quy phạm thi công và nghiệm thu công tác đất.*
12. TCVN- 4459-87 *Hướng dẫn pha trộn và sử dụng vữa trong xây dựng*
13. TCVN- 197-85 TCVN-198- 85 *Gia công và nghiệm thu cốt thép*
14. TCVN- 4453-95; TCVN- 3105-93 *Bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm - Nghiệm thu.*
15. TCXD 189-190-1996 *Tiêu chuẩn Việt Nam.*
16. TCXD-79-1980 *Thi công và nghiệm thu công tác nền móng.*
17. 20TCN 88-82 *Phương pháp thí nghiệm hiện trường.*