

Cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ: Thiết bị, quy trình công nghệ thi công và kiểm nghiệm chất lượng

ThS. NGUYỄN VĂN MẠNH; ThS. NGUYỄN NGỌC NHÌ
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT: Sử dụng cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ làm cọc chịu lực, cọc tường vây chắn đất chống sụt lở thành hố đào trong các công trình có qui mô từ 2 - 3 tầng hầm, chiều cao tầng từ 9 - 15 tầng đã trở nên phổ biến tại các đô thị lớn tại Việt Nam. Thiết bị thi công nhỏ gọn, phù hợp với địa hình chật hẹp là một ưu thế để cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ được nhân rộng một cách nhanh chóng. Tuy nhiên, thiết bị thi công được các đơn vị thi công tự chế bằng kinh nghiệm, hơn nữa qui trình thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ chưa được chuẩn hóa và qui định bởi các tiêu chuẩn, qui phạm do các cơ quan quản lý nhà nước ban hành. Do đó, chất lượng thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ vẫn khiến các chủ đầu tư, đơn vị tư vấn thiết kế lo ngại. Bằng phương pháp nghiên cứu thống kê, thực nghiệm và so sánh, bài báo giới thiệu thiết bị, qui trình thi công và kiểm nghiệm chất lượng của "cọc nhỏ đường kính nhỏ".

TỪ KHÓA: Cọc nhỏ đường kính nhỏ, thiết bị thi công, qui trình công nghệ, kiểm nghiệm chất lượng.

ABSTRACT: Using small diameter bored piles as bearing piles, diaphragm wall piles to prevent landslides into excavated pits in works with a scale of 2 - 3 basements, stories height from 9 - 15 floors has become popular in major cities in Vietnam. The compact construction equipment suitable for tight terrain is an advantage for the small diameter bored piles to be rapidly replicated. However, the construction equipment is self-made by the construction units by experience, moreover, the construction process of small-diameter bored piles has not been standardized and regulated by standards and regulations managed by the authorities state-issued. Therefore, the quality of construction of small-diameter bored piles still worries investors and design consultants. By methods of statistical research, experimentation, and comparison. The article introduces equipment, construction process, and quality testing of "small diameter bored piles".

KEYWORDS: Small diameter bored piles, construction equipment, technological process, quality testing.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ được ứng dụng thực tiễn trong công trình xây dựng đầu tiên tại TP. Hồ Chí Minh và được nhân rộng triển khai tại Hà Nội, Hải Phòng... từ năm 2007 (Hình 1.1a, Hình 1.1b), bước đầu đã được thực tiễn thị trường xây dựng chấp nhận sử dụng, nhân rộng phát triển. Hiện nay, công nghệ xử lý nền móng bằng cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ đã được các đơn vị tư vấn thiết kế áp dụng cho khá nhiều công trình xây dựng dân dụng có qui mô vừa và nhỏ: nhà dân, khách sạn, văn phòng..., những công trình có chiều cao tầng phổ biến từ 9 - 12 tầng, có từ 1 - 3 tầng hầm.

Cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ bao hàm các ưu điểm nổi trội của cọc khoan nhỏ đường kính lớn và do đặc thù thiết bị công nghệ và địa chỉ ứng dụng cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ còn có các ưu điểm riêng, có thể kể đến: thiết bị thi công nhỏ gọn nên có thể thi công trong điều kiện xây dựng chật hẹp, không gây ảnh hưởng đến nền móng, kết cấu, lún nứt các công trình liền kề. Chiều sâu khoan cọc tối đa (40 - 45)m, do đó điều kiện chống lật của nền móng được đảm bảo.

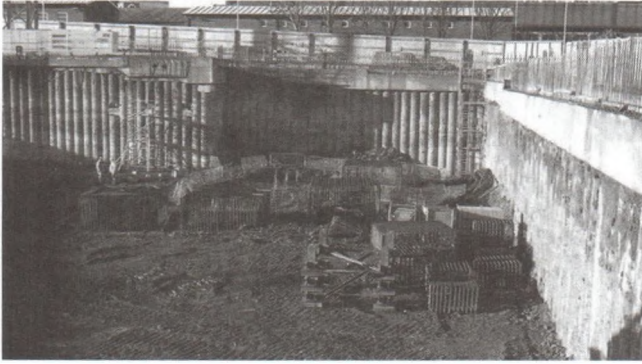


Hình 1.1a: Thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ ở Việt Nam



Hình 1.1b: Sử dụng cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ làm tường chắn đất ở Việt Nam

Ngoài ra, có thể thi công cọc sát mép tường bao công trình liền kề, với khoảng cách từ mép công trình lân cận đến mép cọc từ (0,1 - 0,15)m. Đặc biệt, giá thành thi công cọc rẻ hơn so với các phương pháp móng cọc khác, nhờ vào khả năng chịu tải trên mỗi đầu cọc lớn nên tổng số lượng cọc trong hệ móng giảm. Tổng giá thành xây dựng của móng cọc khoan nhồi bê tông cốt thép chỉ tương đương với tổng giá thành của móng ép cọc bê tông cốt thép...



Hình 1.1c: Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất trên thế giới



Hình 1.1d: Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất trên thế giới

Trên thế giới, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đã được áp dụng từ khá lâu, ở một số nước trong khu vực châu Á như Malaysia, Thái Lan, Ấn Độ [7] và các nước châu Âu như Đức, Pháp, New Zealand [5], Sudan [4], Anh [3]... chủ yếu sử dụng vào mục tiêu làm tường chắn đất thay thế cho tường barret hoặc cử Larsen (Hình 1.1c, Hình 1.1d), mà chưa đề cập tới khả năng sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm cọc chịu lực cho công trình. Các tài liệu mô tả tính năng, hướng dẫn vận hành, qui trình thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ theo tìm hiểu của tác giả còn rất ít và chưa phổ biến.

Ở trong nước, theo hiểu biết của tác giả và qua nghiên cứu tài liệu, thông tin giới thiệu về công nghệ thi công cọc nhồi đường kính nhỏ rất ít, cho đến hiện tại vẫn chưa có quy phạm, tiêu chuẩn thiết kế, thi công, giám sát và nghiệm thu riêng cho phù hợp với đặc thù của công nghệ thiết bị của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ. Do vậy, còn thiếu tính đồng bộ, chưa phù hợp với đặc thù công nghệ của thiết bị, công tác thi công và thiết bị thi công còn mang tính tự phát.

2. THIẾT BỊ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ

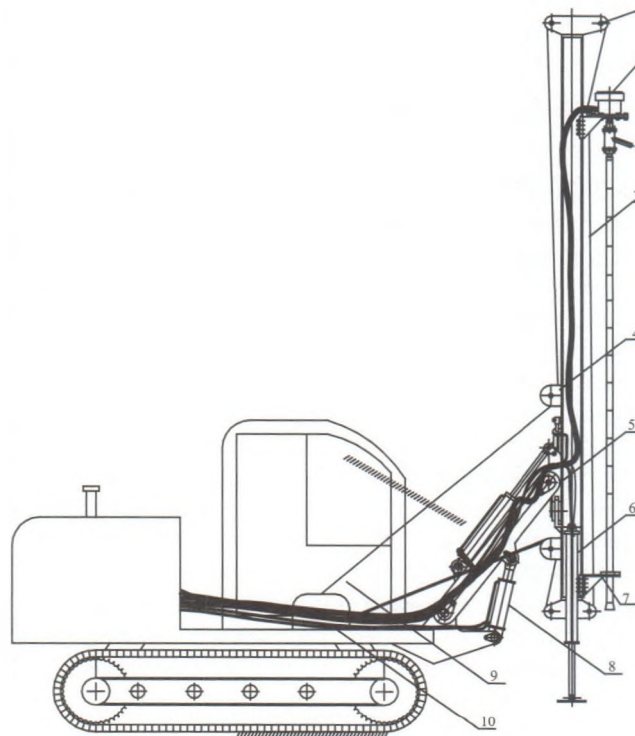
Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ có 2 dạng nguồn dẫn động: dẫn động thủy lực và dẫn động

điện. Cấu tạo của thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được mô tả trên Hình 2.1a và Hình 2.1b [2].

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ sử dụng hệ thống di chuyển của máy kéo bánh xích - dẫn động thủy lực, có một số ưu điểm nổi bật kể đến bao gồm: khả năng cơ động cao, di chuyển được trên mọi địa hình phức tạp, lầy lội, làm việc bền bỉ, ổn định, hiệu suất làm việc cao, không phụ thuộc vào nguồn điện lưới. Mô-men dẫn động đầu khoan lớn nên thiết bị có khả năng khoan thủng các địa tầng cứng, phức tạp, chiều sâu khoan lớn.

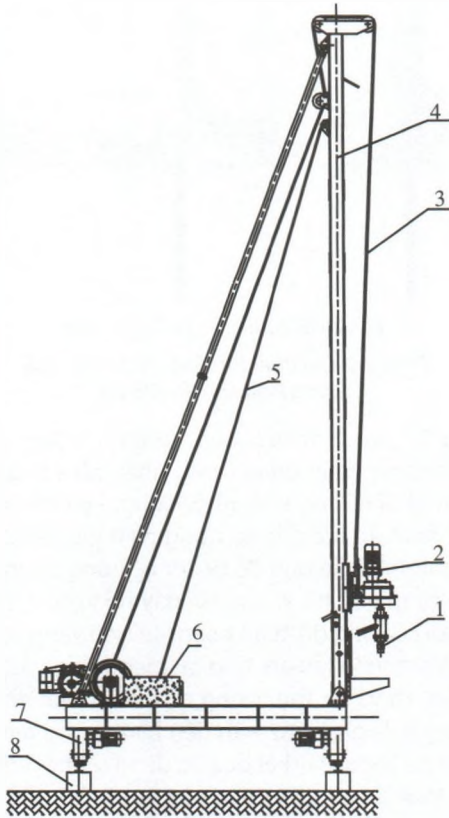
Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ sử dụng hệ di chuyển trên ray - dẫn động điện, có ưu điểm: thiết bị có thể di chuyển một cách dễ dàng, nhẹ nhàng và ổn định; dễ dàng vận hành, không đòi hỏi trình độ cao của công nhân vận hành, cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, chi phí đầu tư thiết bị rẻ hơn rất nhiều so với sử dụng hệ thống di chuyển trên các máy đào làm máy cơ sở. Tuy nhiên, phụ thuộc vào nguồn điện lưới, bị hạn chế về kích thước thi công diện và chiều sâu khoan cọc. Cấu tạo của mũi khoan và dạng lưỡi cắt và cần khoan (Hình 2.2a và Hình 2.2b) [2, 8].

Thiết bị thi công khoan tạo lỗ cọc khoan nhồi đường kính nhỏ không sử dụng cần kelly như những thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn mà sử dụng các đoạn cần khoan nối lại với nhau bởi liên kết ren trong. Cần khoan có cấu tạo dạng ống có đường kính (0,075 - 0,09)m rỗng, hai đầu được tiện ren để liên kết với lưỡi cắt và nối các đoạn cần, khi khoan người vận hành nối từng đoạn cần cho tới khi đạt cao độ thiết kế. Năng lượng sử dụng để tháo, lắp cần khoan được dẫn động bởi đầu khoan (Hình 2.2b) [2].



1 - Puli đầu cần; 2 - Giá đỡ mô-tơ thủy lực; 3 - Tháp dẫn hướng; 4 - Giá đỡ tháp dẫn hướng; 5 - Cần đỡ chính; 6 - Cụm xi-lanh cân bằng cần đỡ chính; 7 - Giá kẹp cần khoan; 8 - Xi-lanh điều chỉnh cần đỡ chính; 9 - Máy cơ sở; 10 - Tang cuốn cáp

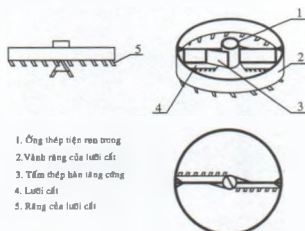
Hình 2.1a: Thiết bị cọc khoan nhồi đường kính nhỏ - dẫn động thủy lực



1 - Khớp nối cần; 2 - Cụm dẫn động đầu khoan; 3 - Cáp nâng hạ cần khoan; 4 - Tháp dẫn hướng; 5 - Cáp nâng hạ tháp dẫn hướng; 6 - Ổn trọng; 7 - Cơ cấu di chuyển; 8 - Ray dẫn hướng; 9 - Cơ cấu nâng hạ cần khoan; 10 - Cơ cấu nâng hạ hộp dẫn hướng

Hình 2.1b: Thiết bị cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ - dẫn động điện

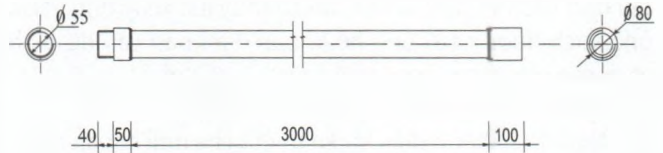
Công nghệ thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ có sự khác nhau đáng kể so với phương pháp thi công cọc khoan nhỏ đường kính lớn ở 2 điểm, đó là phương pháp cắt đất và lấy phoi đất khoan lên mặt đất. Làm rõ sự khác nhau này, cũng như xây dựng tiêu chí kiểm tra đánh giá chất lượng cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ tác giả sẽ trình bày ở nội dung tiếp theo.



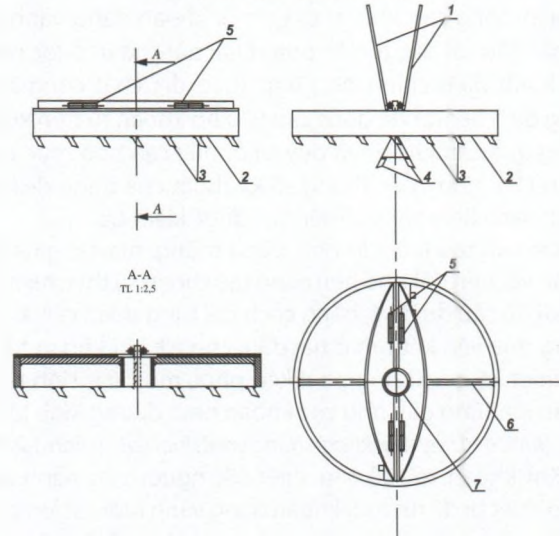
1. Ống thép tiện ren trong
2. Vành răng của lưỡi cắt
3. Tiêm thép bản lồng cứng
4. Lưỡi cắt
5. Răng của lưỡi cắt

1 - Ống thép tiện ren trong; 2 - Vành răng của lưỡi cắt; 3 - Thanh tăng cứng; 4 - Lưỡi cắt; 5 - Răng cắt

Hình 2.2a: Cấu tạo mũi khoan dạng vành dạng lưỡi cắt



Hình 2.2b: Cấu tạo cần khoan



1 - Cánh vét; 2 - Vành răng lưỡi vét; 3 - Răng cắt; 4 - Lưỡi cắt; 5 - Bản lề; 6 - Thanh gia cường; 7 - Ống thép tiện ren trong

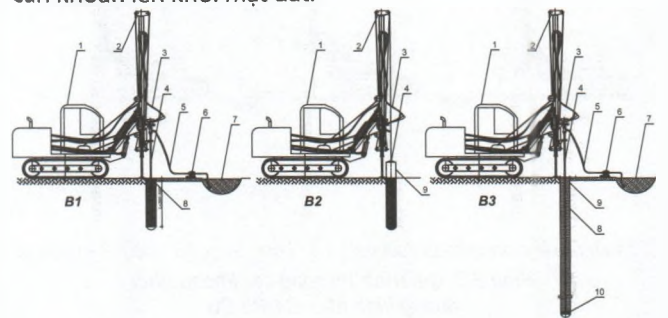
Hình 2.3: Cấu tạo cơ cấu lấy mùn khoan

3. QUI TRÌNH THI CÔNG CỌC KHOAN NHỎ ĐƯỜNG KÍNH NHỎ

Trước hết, người vận hành cần thực hiện công tác lắp dựng máy, vận hành kiểm tra không tải, kiểm tra hệ thống thiết bị trước khi làm việc. Đưa máy vào vị trí khoan, tiến hành định vị máy khoan, định vị tim cọc. Kiểm tra hệ thống điện nước và các thiết bị phục vụ, các thiết bị phụ trợ cho công tác khoan.

- Bước 1 - Khoan hạ ống casing (ống vách) - (Hình 3.1 - B1):

Điều khiển máy vào vị trí khoan, tiến hành khoan tạo lỗ đúng vị trí tim cọc bằng mũi vành dạng lưỡi cắt với đường kính bằng đường kính ngoài của ống vách khoan tới độ sâu tương đương chiều dài ống vách. Vét toàn bộ bùn, đất, đưa cần khoan lên khỏi mặt đất.



1 - Máy cơ sở; 2 - Cụm puli đầu cần; 3 - Hệ thống đường ống dẫn thủy lực; 4 - Cần khoan; 5 - Ống cấp dung dịch giữ thành hố khoan; 6 - Bơm cấp dung dịch giữ thành hố khoan; 7 - Bể chứa dung dịch giữ thành hố khoan; 8 - Hố khoan; 9 - Ống casing; 10 - Mũi khoan dạng vành lưỡi cắt

Hình 3.1: Quy trình thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ -B1-B2-B3

- Bước 2 - Hạ ống casing (ống vách) - (Hình 3.1-B2):

Người vận hành tháo cần khoan thay bằng thiết bị neo

giữ ống vách và điều khiển mô-tơ thủy lực xoay ống vách, ống vách được hạ xuống hố khoan đảm bảo cao độ đỉnh vách cao hơn cos nền tự nhiên từ (0,2 - 0,3)m.

- **Bước 3: Khoan tạo lỗ** - (Hình 3.1 - B3):

Người vận hành điều khiển thiết bị hạ mũi khoan dạng vành lưỡi cắt thẳng đứng xuống tâm hố khoan. Mô-tơ thủy lực dẫn động cần khoan xoay, mũi khoan dạng vành lưỡi cắt bắt đầu cắt đất, tốc độ quay của mũi khoan được người vận hành điều chỉnh phù hợp theo địa chất công trình. Dung dịch Bentonite được cấp vào hố khoan từ trên xuống thông qua cần khoan và duy trì ở mức cao hơn mực nước ngầm (1,5 - 2)m. Các thông số kỹ thuật của dung dịch giữ thành vách Bentonite sẽ liên tục được kiểm tra.

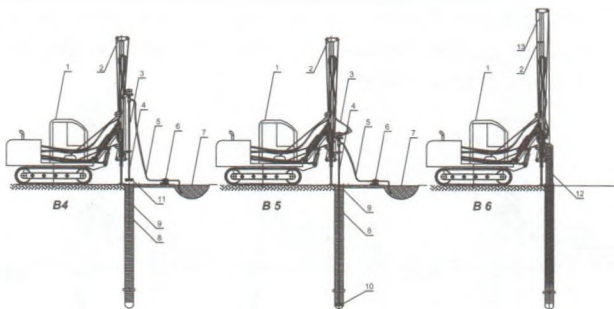
Do cấu tạo lưỡi cắt nhỏ, vành mỏng, ma sát giữa mũi khoan với nền đất nhỏ nên công tác khoan sẽ thực hiện liên tục tới độ sâu thiết kế, bằng cách dài từng đoạn cần khoan thông qua liên kết ren ở hai đầu, cho tới khi khoan tới độ sâu thiết kế mà không phải kéo phoi, mùn đất sinh ra khi khoan lên từng gầu như cọc khoan nhỏ đường kính lớn.

- **Bước 4 - Thay mũi khoan dạng vành lưỡi cắt** - (Hình 3.2 - B4):

Khi khoan tới độ sâu thiết kế, người vận hành điều khiển thiết bị để rút mũi khoan dạng vành lưỡi cắt lên bằng cách sử dụng tời kéo, đồng thời bơm dung dịch giữ thành vách Bentonite vào trong hố khoan nhằm tạo ra lực đẩy phản lực kéo mũi khoan lên được dễ dàng hơn, cùng với đó là công tác tháo rời từng đoạn cần khoan cho tới khi kéo được lưỡi cắt lên miệng hố khoan.

- **Bước 5 - Lắp đặt và đưa cơ cấu lấy mùn khoan xuống hố khoan** - (Hình 3.2 - B5):

Để lấy phoi đất trong hố khoan, người vận hành điều khiển thiết bị để thay mũi khoan dạng vành lưỡi cắt bằng cơ cấu lấy mùn khoan (lưỡi vét). Lưỡi vét mở ra khi đi xuống và đóng lại khi được kéo lên do trọng lượng bản thân của phoi đất tác dụng lên miệng lưỡi vét, do đó tất cả phoi đất trong hố khoan được đưa lên qua miệng. Ngay sau khi kết thúc vét lắng và phoi đất trong hố khoan, sử dụng thước cuộn đạt tiêu chuẩn để tiến hành đo chiều sâu hố khoan (lần chiều sâu hố khoan lần 1).

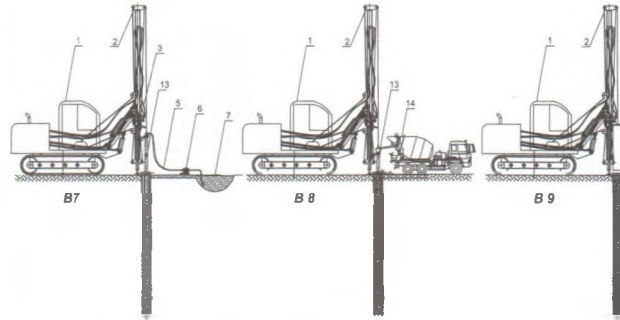


11 - Cơ cấu lấy mùn khoan (lưỡi vét); 12 - Lồng thép; 13 - Đoạn cần nối dài

Hình 3.2: Quy trình thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ -B4-B5-B6

- **Bước 6 - Hạ lồng thép, ống siêu âm, ống đổ bê tông** - (Hình 3.2 - B6):

Ngay sau khi làm sạch hố khoan bằng lưỡi vét, người vận hành, tổ đội thi công tổ chức công tác hành hạ lồng thép, ống siêu âm, ống đổ bê tông. Các đoạn ống đổ được nối với nhau bởi liên kết ren nhằm đảm bảo sự kín khít khi ống đổ bê tông được sử dụng làm ống thổi rửa và làm sạch hố khoan.



14 - Xe đổ bê tông; 15 - Cọc bê tông

Hình 3.3: Quy trình thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ -B7-B8-B9

- **Bước 7 - Làm sạch hố khoan** - (Hình 3.3 - B7):

Đây là công đoạn quan trọng nhất đối với công nghệ cọc khoan nhồi đường kính nhỏ. Người vận hành sử dụng hệ thống bơm áp lực cao ép dung dịch giữ thành vách tạt bề cấp bentonite vào ống đổ bê tông, luồng dung dịch này được đẩy từ miệng hố khoan tới đáy hố khoan, thoát ra miệng dưới của ống đổ, tuần hoàn lên trên vành xuyên giữ ống đổ và thành lỗ khoan, trào ra miệng ống vách và theo đường dẫn trở về bể thu. Trong quá trình thổi rửa vệ sinh sau khoảng thời gian từ 2 - 3h tiến hành công tác kiểm tra độ sâu của hố khoan lấy kết quả đo để so sánh với lần đo trước nhất. Tần suất đo tại thời điểm này là 15 - 30 phút/lần. Tần suất kiểm tra dung dịch bentonite duy trì cùng tần suất đo chiều sâu hố khoan. Nếu độ sâu của hố khoan đo được tại thời điểm này ở bất kỳ lần đo nào đảm bảo độ chênh lệch so với lần đo đầu tiên nằm trong khoảng từ (0,06 - 0,1)m thì cho phép tiến hành công đoạn thi công tiếp theo [1].

- **Bước 8 - Đổ bê tông cọc khoan nhồi đường kính nhỏ** (Hình 3.3 - B8):

Tiết diện cọc nhỏ trong khi tiết diện của ống đổ chiếm chỗ lớn, chiều sâu ống đổ luôn phải đảm bảo ngập trong bê tông từ (1,4 - 2)m, do vậy để đảm bảo bê tông “thoát” tốt trong quá trình đổ bê tông thì độ sụt của bê tông dành cho công nghệ thi công cọc đường kính nhỏ phải nằm trong khoảng từ (0,16 - 0,18)m.

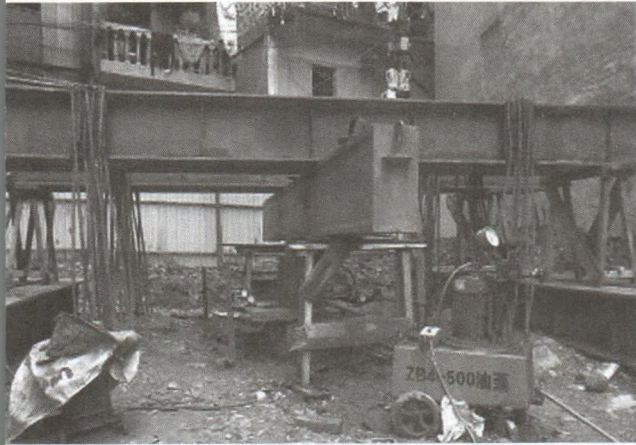
- **Bước 9 - Rút ống vách** (Hình 3.3 - B9):

Người vận hành sử dụng bộ tời gắn trên thiết bị khoan để rút ống casing lên mà không cần sự hỗ trợ của thiết bị ph trợ như công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn

4. PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG
4.1. Phương pháp kiểm tra đối với cọc thí nghiệm



Hình 4.1: Thí nghiệm nén tĩnh tải cọc khoan nhồi đường kính nhỏ



Hình 4.2: Thí nghiệm nén neo cọc khoan nhồi đường kính nhỏ

Có thể kể đến các phương pháp thí nghiệm kiểm tra sức chịu tải như: phương pháp nén tĩnh, phương pháp biến dạng lớn... Một số hình ảnh triển khai công tác thí nghiệm kiểm tra sức chịu tải của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ tại Việt Nam (Hình 4.1 và Hình 4.2).

4.2. Phương pháp kiểm tra với cọc đại trà

Kiểm tra độ đồng nhất của chất lượng bê tông bằng các phương pháp: phương pháp đo sóng ứng suất - phương pháp biến dạng nhỏ PIT, phương pháp siêu âm.

Bảng 4.1. Một số kết quả thí nghiệm kiểm tra sức chịu tải của cọc thu thập trong thực tế

TT	Đường kính cọc	Sức chịu tải của cọc (T)	Tải trọng thí nghiệm (T)
1	Cọc khoan nhồi tiết diện D400	(60-90)	(120-180)
2	Cọc khoan nhồi tiết diện D500	(80-140)	(160-2800)
3	Cọc khoan nhồi tiết diện D600	(100-160)	(200-320)

Bảng 4.1 chỉ ra khả năng chịu tải trọng của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được ghi nhận là đáp ứng các thông số đầu vào trong bài toán thiết kế đối với các công trình có qui mô vừa và nhỏ, các công trình xây chen. Khả năng chịu tải của nhóm cọc khoan nhồi đường kính nhỏ lớn hơn nhiều so với cọc ép bê tông. Quy trình tổ chức thi công là đảm bảo sự tin cậy.

5. KẾT LUẬN

Đóng góp của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ cho hệ nền móng các công trình xây chen, có qui mô vừa và nhỏ với điều kiện mặt bằng chật hẹp đã được ghi nhận trong thực tiễn. Trong bài báo này, tác giả giới thiệu chi tiết cấu tạo của thiết bị thi công, dây chuyền tổ chức thi công, để xuất qui trình thi công, phục vụ công tác thi công, nghiệm thu, giám sát thi công và kiểm định chất lượng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ sau thi công. Để công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được ghi nhận và phát triển mạnh mẽ hơn nữa, đề nghị các cơ quan chức năng có thẩm quyền phê duyệt, đưa ra các qui chuẩn, tiêu chuẩn qui phạm để làm căn cứ pháp lý trong công tác thiết kế, thi công, giám sát đảm bảo đúng theo qui định của pháp luật.

Tài liệu tham khảo

[1]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9395:2012 về cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu.

[2]. Nguyễn Văn Mạnh (2014), Nghiên cứu thiết kế thiết bị thi công "cọc khoan nhồi tiết diện nhỏ" cho phân khúc nhà xây chen, với điều kiện mặt bằng và hạ tầng thi công chật hẹp.

[3]. Elfatih M. A. Ahmed¹, Dr. Mohamed A. Osman², Mohamed E. M. Ali³ (2016), *Shoring for Deep Excavation in Urban Khartoum, Sudan* Khartoum, Sudan.

[4]. John Gannon (2015), *Primary firm secant pile concrete specification*, Geotechnical Engineering, Proceedings of the Institution of Civil Engineers.

[5]. Nick Wharmby Brian Perry Civil, Hamilton, Waikato, New Zealand (2010), *Development of Secant Pile Retaining Wall Construction in Urban New Zealand*.

[6]. Venkata Ramasubbarao GODAVARTHI*, Dineshbabu MALLAVALLI, Ramya PEDDI.

[7]. Neelesh KATRAGADDA and Prudhvikrishna MULPURU (2011), *Contiguous Pile Wall as a Deep Excavation Supporting System*, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologi.

[8]. Nguyễn Văn Mạnh (2021), *Thiết bị thi công cọc đường kính nhỏ*, Vật liệu và xây dựng.

Ngày nhận bài: 16/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 08/7/2022

Người phản biện: TS. Nguyễn Sỹ Nam

TS. Trần Đức Hiếu