

GIÁM SÁT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU NỀN VÀ MÓNG CÔNG TRÌNH

Người soạn và giảng bài : PGS,TS Lê Kiều

HÀ NỘI - THÁNG 3 NĂM 2006

GIÁM SÁT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU NỀN VÀ MÓNG CÔNG TRÌNH (CÓ LƯU TÂM CHO THUỶ ĐIỆN)

Người soạn và giảng : PGS Lê Kiều

I. MỞ ĐẦU

Giám sát thi công nền và móng công trình về mặt chất lượng, nói trong chương này, chủ yếu tập trung vào công tác đất, công trình đất, nền gia cố và công tác thi công móng cọc. Do yêu cầu cho chuyên ngành thuỷ điện nên bài giảng có giới thiệu một số đặc thù cho công tác đất khi thi công đập và nhà máy thuỷ điện. Sơ bộ giới thiệu một số phương pháp thử để biết.

Công trình thuỷ lợi thuỷ điện có những đặc thù về nền móng khác với công trình dân dụng và công cộng.

Một đập nhà máy điện



Nhà máy thuỷ điện



Nhà máy thủy điện đập công

1. Đặc điểm của công tác giám sát thi công nền móng.

Khác với các công trình trên mặt đất, công trình thi công nền móng có những đặc thù mà người kỹ sư tư vấn cần biết để công tác giám sát đạt kết quả cao và thi công có chất lượng, như là :

1) Thường có sự sai khác giữa tài liệu khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn nêu trong hồ sơ thiết kế thi công với điều kiện đất nền thực tế lúc mở móng; biết lường trước và dự kiến những thay đổi phương án thi công (có khi cả thiết kế) có thể xảy ra nếu có sự sai khác lớn;

2) Trong quá trình thi công thường bị chi phối bởi sự biến đổi khí hậu (nóng khô, mưa bão, lụt), điều này có ảnh hưởng lớn đến chất lượng thi công.

3) Công nghệ thi công nền móng có thể rất khác nhau trên cùng một công trình (nền tự nhiên, nền gia cố, nền cọc, đào trên khô hay dưới nước ngầm, trên cạn hoặc ngoài lòng sông, biển); nên phải có cách giám sát thích hợp;

4) Phải có biện pháp xử lý những vấn đề liên quan đến môi trường do thi công gây ra (đất, nước thải lúc đào móng, dung dịch sét khi làm cọc khoan nhồi, ồn và chấn động đối với khu dân cư và công trình ở gần, có thể gây biến dạng hoặc nội lực thêm sinh ra trong một phần công trình hiện hữu nằm gần hố móng mới vv....);

5) Móng là kết cấu khuất sau khi thi công (như móng trên nền tự nhiên) hoặc ngay trong lúc thi công (như nền gia cố, móng cọc) nên cần tuân thủ nghiêm ngặt việc ghi chép (kịp thời, tỷ mỉ, trung thực) lúc thi công để tránh những phức tạp khi có nghi ngờ về chất lượng (khó kiểm tra hoặc kiểm tra với chi phí cao).

2. Khối lượng kiểm tra.

Kiểm tra chất lượng ngoài hiện trường thường theo phương pháp ngẫu nhiên với một tập hợp các mẫu thử (hay đo kiểm, quan sát) có giới hạn. Do đó để kết quả kiểm tra có độ tin cậy cao cần phải thực hiện những phép đo/thử với một mặt

độ nhất định tùy theo xác suất bảo đảm do nhà tư vấn thiết kế (hoặc chủ đầu tư) yêu cầu (theo kinh nghiệm các nước tiên tiến, thông thường lấy xác suất bảo đảm $P = 0,95$).

Đối với móng, mật độ (%) lấy mẫu hay số lần kiểm tra có thể tham khảo theo bảng 7.1.

Bảng 7.1. Mật độ kiểm tra (%) trong 1 đơn vị móng bị kiểm tra khi xác suất bảo đảm $P = 0,95$ (theo quy định trong [1]).

Đơn vị bị kiểm tra	Sai số %		
	5	10	20
Móng	13	4	2

Chú thích :

(1) Khi tính toán các trị số kiến nghị trên đây bằng phương pháp thống kê toán học đã chấp nhận các giả định sau.

- Tỷ trọng các khiếm khuyết (sự sai lệch không hợp với yêu cầu của thiết kế hoặc tài liệu tiêu chuẩn) trong 1 đơn vị bị kiểm tra không vượt quá 10%;

- Số lượng các thông số kiểm tra thay đổi trong phạm vi 3 đến 15;

- Số lượng những đơn vị đồng nhất (một lô sản phẩm, 1 đợt sản xuất có cùng công nghệ và vật liệu) của sản phẩm đem kiểm tra không lớn lắm (20 đến 250);

- Tất cả các thông số kiểm tra là có giá trị như nhau và tất cả các yêu cầu của thiết kế và của Tiêu chuẩn đều được tuân thủ. Vậy hệ số biến đổi V_p (là tỷ số giữa sai số quân phương với trị trung bình số học, tính bằng %) để tính toán có thể lấy trong phạm vi 20 - 25%.

(2) Tùy theo phương pháp thử dùng trong kiểm tra chất lượng sẽ có qui định cụ thể các thông số kiểm tra và số mẫu cần kiểm tra cũng như có thể nêu những tiêu chí dùng để xử lý các khiếm khuyết như : chấp nhận, sửa chữa hoặc phá bỏ. Điều này do kỹ sư thiết kế hoặc tư vấn dự án quyết định.

3. Thực hiện kiểm tra.

- Theo giai đoạn kiểm tra, ta có :
 - Kiểm tra đầu vào : vật liệu, sản phẩm, tài liệu kỹ thuật, chứng chỉ ...;
 - Kiểm tra thao tác : theo công nghệ thi công hoặc ngay sau khi hoàn thành;
 - Kiểm tra để nghiệm thu : xem xét kết luận để làm tiếp hoặc đưa vào sử dụng;
- Theo khối lượng kiểm tra, ta có :
 - Kiểm tra tất cả sản phẩm từ chi tiết đến hoàn chỉnh;
 - Kiểm tra có lựa chọn theo yêu cầu của tiêu chuẩn, qui phạm
- Theo chu kỳ kiểm tra, ta có :

- Kiểm tra liên tục khi thông tin về thông số kiểm tra nào đó của quá trình công nghệ xuất hiện một cách liên tục;
- Kiểm tra định kỳ khi thông tin về thông số kiểm tra xuất hiện qua một khoảng thời gian nhất định nào đó;
- Kiểm tra chớp nhoáng thực hiện một cách ngẫu nhiên được chủ yếu dùng khi các kiểm tra nói trên (tất cả, định kỳ hoặc lựa chọn) tỏ ra không hợp lý (ví dụ kiểm tra độ chặt của đất khi lấp lại các hào móng);
- Theo phương pháp kiểm tra, ta có kiểm tra bằng dụng cụ thiết bị đo, bằng mắt, bằng thanh tra kỹ thuật và bằng phân tích các ghi chép trong quá trình thi công sản xuất.

Đơn vị thực hiện thí nghiệm (thường là các công ty hoặc phòng thí nghiệm có chuyên môn sâu) cần được xác định trước với sự chấp thuận của chủ dự án, tổ chức tư vấn giám sát và nhà thầu, thông thường gồm có : Phòng thí nghiệm của nhà thầu; phòng thí nghiệm trung gian; phòng thí nghiệm trọng tài (khi cần xử lý các tranh chấp).

II. MÓNG TRÊN NỀN TỰ NHIÊN.

1.1. Tiêu chuẩn dùng để kiểm tra thi công nền móng tự nhiên có thể tham khảo :

- TCXD 79-1980 : Thi công và nghiệm thu các công tác nền móng;
- TCVN 4195 ÷ 4202 : 1995 - Đất xây dựng . Phương pháp thử;
- Thí nghiệm đất tại hiện trường : xuyên tĩnh, xuyên động, xuyên tiêu chuẩn và cắt cánh;
- TCXD 193 : 1996, 210 và 211 : 1998 - Dung sai trong xây dựng công trình;
- Tiêu chuẩn Xây dựng Việt nam TCXDVN 286-2003 " Đóng và ép cọc-Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu do Bộ Xây dựng ban hành ngày 05 tháng 6 năm 2003 theo quyết định số 14/2003/QĐ-BXD của Bộ trưởng Bộ Xây dựng
- Công tác trắc địa trong xây dựng
TCXDVN 309 : 2004 " Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung "

- SNiP 3.02.01-87 : Công trình đất, nền và móng.

1.2. Các thông số và tiêu chí kiểm tra chất lượng hố móng và nền đất đắp (xem bảng 7.2)

Các sai lệch giới hạn nêu ở cột 3 của bảng 7.2 do thiết kế qui định, nếu không có thì có thể tham khảo ở cột này.

Bảng 7.2. Các thông số và yêu cầu chính dùng để kiểm tra chất lượng nền đất
(theo kiến nghị của [1]).

STT	Thành phần các thông số và yêu cầu kiểm tra	Sai số giới hạn so với thông số và yêu cầu của tiêu chuẩn
1	2	3
1	Đất và vật liệu dùng làm nền và công trình bằng đất	Thay đổi thiết kế chỉ khi được cơ quan thiết kế và người đặt hàng đồng ý
2	Tổ chức thoát nước mặt : - Khi có công trình thoát nước hoặc các kênh tạm và lỗ đất	Từ cạnh phía trên của hố đào
1	2	3
	- Khi có các bờ đắp ở những chỗ thấp	Làm các rãnh thoát ở phía thấp với khoảng cách không thưa hơn 50m (tùy tình hình mưa lũ)
3	Hạ mực nước ngầm bằng phương pháp nhân tạo	Việc tiêu nước cần phải tiến hành liên tục
4	Kiểm tra tình hình mái dốc và đáy hố/ hào đào khi hạ nước ngầm	Không cho phép nước kéo đất đi và sập lở mái dốc hố móng Phải theo dõi hàng ngày
5	Kiểm tra độ lún của nhà và công trình trong vùng có hạ nước ngầm	Trắc đạc theo các mốc đặt trên các nhà hoặc công trình. Độ lún không được lớn hơn độ lún cho phép trong tiêu chuẩn thiết kế nền móng.
6	Sai lệch của trục móng so với trục thiết kế	Không được lớn hơn 5cm
7	Kích thước hố móng và hố đào so với kích thước móng	Không được nhỏ hơn kích thước thiết kế
8	Khoảng cách giữa chân mái dốc và công trình (đối với hố móng đào có mái dốc)	Không nhỏ hơn 30 cm
9	Bề rộng tối thiểu của hào đào: - Dưới móng băng và kết cấu ngầm khác - Dưới các đường ống nước (trừ đường ống chính) theo độ dốc 1:0,5 và dốc hơn - Dưới các đường ống nước có mái dốc thoải hơn 1 : 0,5	Không được nhỏ hơn bề rộng kết cấu có tính đến kích thước cốt pha, lớp cách nước, chống đỡ + 0,2m mỗi bên Tùy thuộc vào kết cấu các mối nối đường ống Không được nhỏ hơn đường kính ngoài của ống cộng thêm 0,5m

10	Bảo vệ đáy hố móng/hào đào trong đất mà tính chất của nó bị ảnh hưởng của tác động thời tiết	- Để lại một lớp đất có chiều dày theo thiết kế Bảo vệ kết cấu tự nhiên của đất khi đào gần đến cốt thiết kế
11	Sai lệch cốt nền đáy móng so với cốt thiết kế	Không lớn hơn 5 cm
12	Sai lệch cốt đáy các hào đặt đường ống nước và đường cáp điện sau khi làm lớp lót	Không được lớn hơn 5 cm và không làm lở thành hào
13	Sai lệch về độ dốc thiết kế của hào đào	Không lớn hơn 0,5 cm/m
14	Bề rộng cho phép của nắp đáy khi thi công hào đào:	

1	2	3
	- Khi phủ bằng bê tông hoặc asphan - Khi nắp đáy không phải đúc sẵn - Khi nắp đáy đúc sẵn	Lớn hơn bề rộng hào đào mỗi bên 10 cm Lớn hơn bề rộng hào đào mỗi bên 25 cm Vừa đúng kích thước tấm.
15	Số lượng và kích thước các bậc trong phạm vi hố đào: - Hố đào trong nhà ở với đất đá cứng - Trong các đất khác Tỷ số chiều cao : rộng của bậc	Không lớn hơn 3 Không lớn hơn 5 Không bé hơn 1 : 2 trong đất sét và 1 : 3 trong đất cát
16	Yêu cầu dùng các loại đất đắp khác nhau khi đào hố móng : - Khi không có giải pháp thiết kế - Khi có giải pháp thiết kế	Không cho phép Mặt của lớp đất ít thấm nước ở bên dưới lớp thấm hơn phải có độ dốc 0,04 - 0,1 so với trục biên đất đắp
17	Độ ẩm W của đất đầm chặt khi lu lèn " khô "	$AW_0 < W < BW_0$ W_0 - độ ẩm tốt nhất A và B lấy theo bảng 6 của SNiP 3.02.01.87
18	Thí nghiệm đầm chặt đất đắp và đất lấp lại khe móng trong thiết kế không có những chỉ dẫn đặc biệt	Là bắt buộc khi thể tích lớn hơn 10 ngàn m ³ .
19	Sai số giữa cốt đất lấp khe móng và lớp tôn nền so với thiết kế:	

	<ul style="list-style-type: none"> - Phía bên ngoài nhà - Phía trong nhà ở chỗ cửa đi, cửa sổ, chỗ thu nước, máng nước 	<p>Không lớn hơn 5 cm</p> <p>Không lớn hơn 20 mm</p>
20	Chênh lệch cốt nền trong các nhà liền kề	Không lớn hơn 10mm
21	Độ cao đất lấp khe móng phía ngoài nhà	Đến cốt đảm bảo thoát được nước mặt
22	Chất lượng lớp phủ lấp đường ống nước và đường cáp khi trong thiết kế không có những chỉ dẫn đặc biệt	Bằng đất mềm : cát, cát sỏi không có hạt lớn hơn 50mm, gồm cả đất sét, loại trừ sét cứng.
23	Bề dày lớp đất lấp đường ống nước và cáp :	
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - Phía trên đường cáp - Phía trên ống sành, ống xi măng amiăng, ống polietilen - Phía trên các ống khác 	<p>Không nhỏ hơn 10 cm</p> <p>Không nhỏ hơn 50 cm</p> <p>Không nhỏ hơn 20 cm</p>
24	<p>Đất lấp lại cho các hào móng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khi không có tải trọng thêm (trừ trọng lượng bản thân đất) - Trong trường hợp có tải trọng thêm - Trong các khe hẹp, ở đáy không có phương tiện đầm chặt đến độ chặt yêu cầu 	<p>Có thể không chặt nhưng phải lấy theo tuyến và dùng ru lô đầm</p> <p>Đầm từng lớp theo chỉ dẫn của thiết kế</p> <p>Chỉ lấp bằng đất có tính nén thấp (mô đun biến dạng 20 MPa và hơn) đá dăm, hỗn hợp cát sỏi, cát khô và thô trung bình</p>
25	Nền đắp có gia cường cứng các mái dốc hoặc trong trường hợp khi độ chặt của đất ở mái dốc bằng độ chặt của thân nền đắp	Tiến hành theo công nghệ do thiết kế qui định
26	<p>Đắp nền không có đầm chặt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theo thiết kế - Khi không có thiết kế - Đắp bằng đá - Đắp bằng đất 	<p>Chỉ với chiều cao phòng lún;</p> <p>Theo chỉ dẫn đặc biệt</p> <p>Dự trữ chiều cao 6%</p> <p>Dự trữ chiều cao 9%</p>
27	Đầm chặt từng lớp đất đắp	Lớp sau chỉ được đắp khi lớp trước đã được đầm chặt đạt yêu cầu
28	Lớp chập phủ giữa các vệt đầm bằng cơ giới	0,1 - 0,3m

29	Sai số hình học của nền đắp :	
	- Vị trí trục nền đường sắt	+ 10 cm
	- Trục đường ô tô	+ 20 cm
	- Bề rộng nền phía trên và dưới (ở mặt và ở chân)	+ 15 cm
	- Cốt cao mặt nền	+ 5 cm
	- Độ nghiêng của mái đắp	Không cho phép tăng cao

1.3. Kiểm tra việc bảo vệ môi trường trong thi công công tác đất

Những thông tin cần biết và công việc cần xử lý có liên quan :

- Lớp đất màu dùng để trồng trọt phải được thu gom để tái sử dụng cho việc canh tác sau này. Không cần bóc bỏ lớp đất màu nếu chiều dày bé hơn 10 cm;
- Khi thi công đào đất mà phát hiện các di sản hoặc cổ vật thì phải tạm dừng việc đào đất và báo ngay cho chính quyền địa phương biết để xử lý;
- Điều tra công trình ở gần móng, đề phòng sự cố khi đào (vỡ hỏng đường ống dẫn điện nước, cáp thông tin, cống rãnh thoát nước, nhà ở gần);
- Những hạn chế về tiếng ồn và chấn động (theo tiêu chuẩn chung và theo qui định của địa phương);
- Thu dọn, xử lý rác, bùn, thực vật mục nát;
- Nơi đổ đất thải (khi đất bị ô nhiễm);
- Nước thải từ hố móng (phòng ô nhiễm nguồn nước mặt);
- Bụi bẩn / bùn đất khi vận chuyển.

Một số tiêu chuẩn có liên quan cần tham khảo :

- TCVN 5949 : 1998 Âm học. Tiếng ồn khu vực công cộng và dân cư. Mức ồn tối đa cho phép.
- TCVN 5942, 5944, 5525-1995. Chất lượng nước. Những yêu cầu về bảo vệ nguồn nước.
- GOST 12.1.012.78; CH 245-71; N⁰1304-75 (Liên Xô cũ) qui định về mức độ giao động có hại đến sức khỏe con người (có thể xem trong [2]).
- SNiP 3.02.01-87. Công trình đất. Nền và móng (Liên Xô cũ) [3].

1.4. Kiểm tra việc thi công hố móng sâu

Tập trung vào các việc chính sau đây :

- Kiểm tra phương án thi công hố móng từ việc đào, chấn giữ, chống, neo;
- Phương án thiết kế (có khi do nhà thầu thực hiện) gồm kết cấu chấn giữ, hệ thống chống bên trong hoặc neo bên ngoài;

- Biện pháp bảo vệ công trình ở gần và công trình ngầm (ống cấp và thoát nước, đường dây thông tin, cáp điện vv....);
- Hạ nước ngầm, hệ thống bơm hút, hiện tượng cát chảy;
- Quan trắc hố đào và công trình lân cận là một nội dung quan trọng khi thi công hố đào. Tùy theo tầm quan trọng về kỹ thuật kinh tế và môi trường mà người thiết kế chỉ định các hạng mục cần quan trắc thích hợp. Có thể tham khảo theo bảng 7.3.

Bảng 7.3. Lựa chọn hạng mục quan trắc hố móng (kinh nghiệm nước ngoài)

STT	Hạng mục cần quan trắc ở hiện trường	Cấp an toàn công trình hố móng		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
1.	Điều kiện tự nhiên (nước mưa, t ^o , nước úng vv...)	Δ	Δ	Δ
2.	Chuyển vị ngang ở đỉnh của mái đất dốc	Δ	Δ	Δ
3.	Chuyển vị đứng ở đỉnh của mái đất dốc	Δ	O	X
4.	Chuyển vị ngang của kết cấu chống đỡ	Δ	Δ	Δ
5.	Chuyển vị đứng của kết cấu chống đỡ	Δ	O	X
6.	Lún mặt đất xung quanh hố móng	Δ	O	X
7.	Nứt mặt đất xung quanh hố móng	Δ	Δ	O
8.	Ứng suất biến dạng của kết cấu chống đỡ	Δ	O	X
9.	Nứt kết cấu chống đỡ	Δ	Δ	O
10.	Ứng suất và lực trục của thanh chống và neo	Δ	O	X
11.	Đáy hố móng lún xuống và trôi lên	O	X	X
12.	Mức nước ngầm	Δ	O	O
13.	Áp lực bên của đất lên lưng tường	O	O	X
14.	Áp lực nước lỗ rỗng của đất ở lưng tường	O	X	X
15.	Lún của các công trình ở xung quanh	Δ	Δ	Δ
16.	Chuyển vị ngang các công trình ở xung quanh	Δ	X	X
17.	Nghiêng lệch của các công trình ở xung quanh	Δ	O	X
18.	Vết nứt các công trình ở xung quanh	Δ	Δ	O
19.	Chuyển vị và hư hại các thiết bị trọng yếu ở xung quanh	Δ	Δ	Δ
20.	Tình trạng quá tải của mặt đất ở xung quanh hố móng	Δ	Δ	Δ
21.	Tình hình thấm, dò nước của hố móng	Δ	Δ	Δ

Chú thích :

Δ - hạng mục bắt buộc phải quan trắc; O - hạng mục nên quan trắc;

X- hạng mục có thể không quan trắc.

Theo tiêu chuẩn thiết kế của Trung Quốc :

- An toàn cấp 1 : Khi hậu quả phá hoại (người, của cải) là rất nghiêm trọng;
 - An toàn cấp 2 : ... Nghiêm trọng;
 - An toàn cấp 3 : ... Hậu quả không nghiêm trọng.
- Khi cần chi tiết hơn có thể tham khảo tài liệu [4].

1.5. Kiểm tra thi công móng.

- Định vị trên mặt bằng kích thước và khoảng cách, trục móng.
- Kích thước hình học của ván khuôn (đối với móng BTCT);
- Lượng, loại và vị trí cốt thép trong móng;
- Bề dày lớp bảo vệ cốt thép trong móng;
- Các lỗ chờ kỹ thuật (để đặt đường ống điện, nước hoặc thiết bị công nghệ ...) trong thân móng;
- Các bản thép chờ đặt sẵn để liên kết với phần kết cấu khác;
- Lớp chống thấm, cách thi công và vật liệu chống thấm;
- Biện pháp chống ăn mòn kết cấu móng do nước ngầm;
- Lấy mẫu thử, phương pháp bảo dưỡng bê tông.

Nếu móng BTCT đúc sẵn hoặc móng xây bằng gạch đá phải kiểm tra theo tiêu chuẩn kết cấu BTCT hoặc kết cấu gạch đá.

Một số sai sót thường xảy ra trong giai đoạn đào hố móng có thể dẫn đến làm công trình bị lún lớn hoặc lún không đều được trình bày trong bảng 7.4 và cần giám sát cẩn thận.

Bảng 7.4. Một số sai sót thường gặp trong thi công đào móng nơi trống trải và nơi chật hẹp.

No	Nguyên nhân và cách phòng tránh khi đào nơi trống trải	Nguyên nhân và cách phòng tránh khi đào gần công trình lân cận
1	Đất đáy hố móng bị nhão do nước mưa hoặc nước tràn vào đọng lâu. <i>Bảo vệ đáy hố móng bằng hệ thống thu và bơm nước hoặc chưa nên đào đến cốt thiết kế khi chưa chuẩn bị đủ vật liệu làm lớp lót hoặc làm móng</i>	Biến dạng nhà do đào hố móng hoặc hào ở gần: Trôi đất ở đáy hố móng mới hay chuyển dịch ngang móng cũ do đất ở đáy hố móng cũ bị trượt. <i>Để đề phòng thường phải đặt móng mới cao hơn móng cũ 0,5m hoặc chống đỡ cẩn thận thành hố móng bằng cọc bản thép hay cọc đất ximăng.</i>

2	<p>Đất ở đáy móng bị khô và nứt nẻ do nắng hanh sẽ làm hỏng cấu trúc tự nhiên của đất, độ bền của đất sẽ giảm và công trình sẽ bị lún.</p> <p><i>Cần che phủ hoặc chưa nên đào đến cốt thiết kế, dùng ở lớp đất cách đáy móng 15-20cm tùy theo loại đất.</i></p>	<p>Biến dạng nhà ở gần do tác động động lực của máy thi công:</p> <p>(a) Do máy đào;</p> <p>(b) Do đóng cọc.</p> <p><i>Để ngăn ngừa có thể dùng biện pháp giảm chấn động hoặc cọc ép hay cọc nhồi thay cho cọc đóng.</i></p>
3	<p>Biến dạng lớp đất sét ở đáy móng do áp lực thủy tĩnh.</p> <p><i>Cần có hệ thống bơm chân kim để hạ thấp mực nước ngầm quanh móng.</i></p>	<p>Biến dạng nhà do hút nước ngầm ở hố móng công trình mới, sẽ xảy ra hiện tượng rửa trôi đất ở đáy móng cũ hoặc làm tăng áp lực của đất tự nhiên (do không còn áp lực đẩy nổi của nước) và dẫn đến lún thêm.</p> <p><i>Để phòng tránh, nên dùng các biện pháp để giảm gradient thủy lực $i < 0,6$.</i></p>
4	<p>Đáy móng bị bùng ở các lớp sét hoặc á sét do bị giảm áp lực bản thân của đất hoặc do áp lực thủy tĩnh của nước.</p> <p><i>Phải tính toán để giữ lại lớp đất có chiều dày gây ra áp lực lớn hơn áp lực trương nở. Đối với nước thì phòng tránh giống như nêu ở điểm 3.</i></p>	<p>Biến dạng của nhà cũ trên cọc ma sát khi xây dựng gần nó nhà mới trên móng bè.</p> <p>Vùng tiếp giáp nhà mới cọc chịu ma sát âm nền đất bị lún và sức chịu tải của cọc ở đó bị giảm đi. <i>Nên làm hàng tường ngăn cách giữa hai công trình cũ-mới.</i></p>
5	<p>Rửa trôi đất trong nền nhất là nền cát mịn hoặc đất yếu.</p> <p><i>Cách phòng tránh: dùng tường vây hoặc cần bơm hạ mực nước ngầm, phải xác định cẩn thận tốc độ bơm hút có kể đến hiện tượng rửa trôi để đảm bảo an toàn nền của công trình.</i></p>	<p>Biến dạng nhà của nhà cũ do đổ vật liệu ở gần nhà hoặc san nền bằng đất đắp nhân tạo làm hỏng cấu trúc tự nhiên của đất, nhất là khi gặp đất sét yếu ở gần đáy móng. <i>Để tránh ảnh hưởng xấu phải quy định nơi đổ vật liệu và tiến độ chất tải (thi công nhà mới theo độ cố kết tăng dần với thời gian).</i></p>

6	<p>Bùng nền do tăng áp lực thuỷ động trong đất thấm nước.</p> <p><i>Giảm độ dốc (gradient) thuỷ lực (thường $i < 0,6$) bằng cách kéo sâu tường vây hoặc gia cường đáy móng bằng bơm ép xi măng trước khi đào như nói ở điểm 3.</i></p>	<p>Hình thành phễu lún của mặt đất do đào đường hầm trong lòng đất. Những công trình ngay ở phía trên hoặc ở cạnh đường hầm sẽ bị biến dạng lún hoặc nứt.</p> <p><i>Phòng tránh bằng cách ép đẩy các đoạn ống (thép/bê tông cốt thép) chế tạo sẵn hoặc gia cường vùng phía trên nóc hầm bằng cọc rỗng cây hoặc bằng trụ xi măng đất.</i></p>
---	--	--

II. NỀN GIA CỐ

Cần xác định rõ các thông số kiểm tra sau:

- 1) Độ sâu và phạm vi gia cố (đầm nện bề mặt hoặc nén chặt sâu bằng cọc cát, cọc xi măng đất... hoặc bằng phương pháp hoá học);
- 2) Chỉ số độ chặt, độ bền, mô đun biến dạng độ thấm xuyên nước so với yêu cầu thiết kế;
- 3) Công nghệ dùng trong kiểm tra chất lượng đất nền sau khi cải tạo/gia cố (lấy mẫu, đồng vị phóng xạ, nén tĩnh tại hiện trường, xuyên tĩnh/động vv...);
- 4) Công tác nghiệm thu kết quả cải tạo đất nền cần quy định tương ứng với các yêu cầu của thiết kế về kích thước khối đất và các đặc trưng của đất đã gia cố như các số liệu sau đây:
 - Mặt bằng và lát cắt khối đất đã cải tạo;
 - Lý lịch kỹ thuật của vật liệu đã dùng trong gia cố;
 - Lượng vật liệu chất gia cố trong 1 m^3 đất gia cố (kg/m^3);
 - Nhật ký kiểm tra công việc;
 - Các số liệu về cường độ, mô đun biến dạng tính thấm nước, độ ổn định nước của đất đã cải tạo.









1. Bấc thấm, vải hoặc lưới địa kỹ thuật

Hiện nay ở nước ta đang áp dụng rộng rãi phương pháp bấc thấm (băng thoát nước) hoặc vải /lưới địa kỹ thuật để cải tạo và ổn định đất yếu. Đây là những tiến bộ kỹ thuật trong xây dựng đường và nhà ít tầng. Vì vậy cần nắm vững những hiểu biết cơ bản sau đây:

- Phạm vi áp dụng của phương pháp (bảng 7.5 và bảng 7.6);
- Lựa chọn đúng phương pháp;
- Thiết kế bố trí theo những tiêu chuẩn tương ứng;
- Nắm được những yêu cầu cơ bản của từng phương pháp khi lựa chọn cách thoát nước;
- Kiểm tra chất lượng vật liệu bấc thấm theo các tiêu chuẩn;

- + Thi công bắc thấm (theo TCXD 245 : 2000);
- + Độ xốp mao dẫn (theo ASTM - D4751);
- + Độ thấm của lớp lọc (theo ASTM - D4491 hoặc NEN 5167);
- + Khả năng thoát nước (theo ASTM - D4716);
- + Độ bền kéo (theo ASTM - D4595 và ASTM - D4632);
- + Kiểm tra kết quả xử lý : hệ thống quan trắc lún theo thời gian và sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng, chuyển vị ngang (xem hình 7.1) ; (các hình vẽ được trình bày ở cuối chương này);
- Đối với vải địa kỹ thuật theo các tiêu chuẩn :
 - + Lấy mẫu và xử lý thống kê (theo TCN-1);
 - + Xác định độ dày tiêu chuẩn (theo TCN-2);
 - + Xác định khối lượng đơn vị diện tích (theo TCN-3);
 - + Xác định độ bền chịu lực kéo và giãn dài (theo TCN-4);
 - + Xác định độ bền chọc thủng (theo TCN-5);
 - + Xác định kích thước lỗ vải (theo TCN-6);
 - + Xác định độ thấm xuyên (theo TCN-7);
 - + Xác định độ dẫn nước bề mặt (theo TCN-8);
 - + Xác định độ bền chịu tia cực tím (theo TCN-9).

Bảng 7.5. Khả năng áp dụng biện pháp kỹ thuật cải tạo nền cho các loại đất khác nhau

Cơ chế cải tạo	Cốt	Hỗn hợp trộn hay phụ vữa	Đầm chặt	Thoát nước
Thời gian cải tạo	Phụ thuộc sự tồn tại của thể vùi	Tương đối ngắn	Lâu dài	Lâu dài
Đất hữu cơ				
Đất sét có nguồn gốc núi lửa				
Đất sét độ dẻo cao				
Đất sét độ dẻo thấp				
Đất bùn				
Đất cát				
Đất sỏi				
Trạng thái cải tạo của đất	Tương tác giữa đất và thể vùi	Xi măng hoá	Dung trọng cao do hệ số rỗng giảm	
	(Không thay đổi trạng thái đất)	(Thay đổi trạng thái đất)		

Bảng 7.6. Lĩnh vực ứng dụng và chức năng của vải/lưới địa kỹ thuật

Lĩnh vực điển hình	Chức năng				
	Phân cách	Tiêu	Lọc	Gia cố	Bảo vệ
Đường đất và sân kho	•	O	O	O	
Đường đất và bãi đỗ xe	•	O	O	O	
Đê và các công trình ngăn nước	•	O	O	*	
Gia cố tường và mái dốc		•	O	•	
Tiêu ngấm	O	O	•		
Lọc dưới rọ đá	O	O	•		
Lọc qua đập đất	•	•	•		
Lọc qua kè sông, biển	O		•		
Các công trình cải tạo đất bằng thủy lợi	•				
Khép kín các vùng đất chứa chất thải	O			O	•
Ngăn chặn các vùng đất chứa chất thải	O			O	•
Đường hầm không thấm nước				O	•
Ngăn chặn các hoá chất tổng hợp			•		•
Trạm bảo dưỡng đường sắt				•	
Sân vận động và sân giải trí		•	O	•	
Hệ thống các sản phẩm có hợp chất hoá học		•		•	

• - Chức năng chính; O - Chức năng phụ; * - Ứng dụng tùy thuộc loại đất

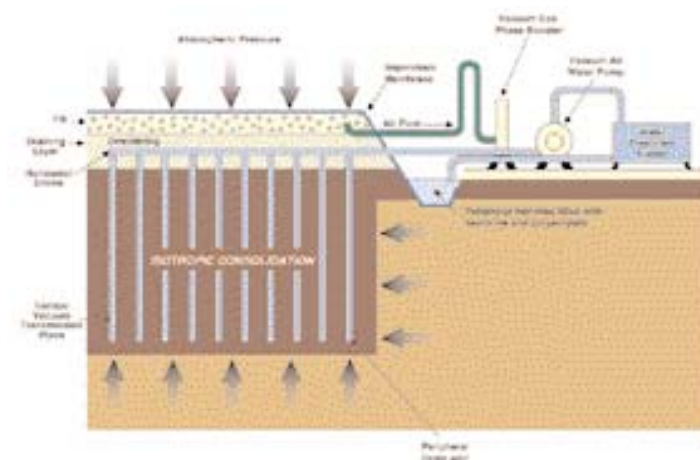
Khả năng chuyển nước của bắc thấm hoặc vải địa kỹ thuật là thông số cần thiết dùng trong thiết kế, thường không nhỏ hơn 100m³/năm ở áp suất không nở hông là 276 KPa (40psi).

Hệ số thấm của vải địa kỹ thuật thường bắt buộc lớn hơn hoặc bằng 10 lần hệ số thấm của đất.

Ngoài những yêu cầu về vật liệu lọc, phương pháp này còn phải dùng ở những địa tầng thích hợp của lớp đất yếu trong cấu trúc địa tầng nói chung, trong đó quan trọng là áp lực gia tải trước (để tạo ra sự thoát nước) được truyền đầy đủ lên lớp đất yếu và không lớn quá để gây mất ổn định nói chung. Chi tiết về vấn đề này có thể tìm hiểu trong tài liệu tham khảo [5] và [6].

Biện pháp để tăng tốc độ cố kết nền đất hiện đại là dùng phương pháp “ chân không “. Dùng lực hút chân không để hút nước dưới móng làm tăng tốc độ cố kết nền đất dưới móng. Phủ kín mặt khu vực cần rút nước. Hút chân không. Nước hút lên lại được tưới xuống. Chu trình hút và tưới sẽ làm tăng sự trầm tích của nền đến

khi đất đủ chịu tải trọng bên trên truyền xuống.



Ảnh trên giới thiệu phương pháp bấc thấm thực hiện theo thao tác phụ là hút chân không nâng cao tốc độ tích lắng cát. Nếu chỉ đổ cát gia tải, thời gian cố kết của nền khoảng 5~6 năm. Nếu sử dụng bấc thấm có thể rút ngắn thời gian 50%. Nếu dùng cách hút chân không thêm vào, thời gian chỉ còn không quá 20% so với không sử dụng chân không kết hợp bấc thấm.

2. Khoan phụt vữa

Công nghệ khoan phụt vữa (grouting technology), với áp lực 20-40 MPa hiện đang dùng trong xây dựng nền móng và công trình ngầm nhằm:

- Nhồi lấp các lỗ rỗng;
- Làm chuyển vị và dồn chặt đất;
- Giảm độ hút nước, tăng cường độ.

Với nhiều mục tiêu sau:

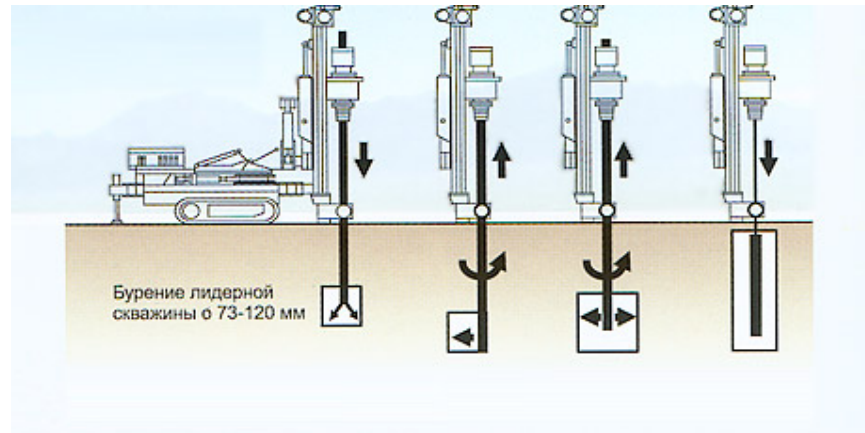
- 1) Rắn hoá và ổn định đất để truyền tải trọng xuống sâu trong thi công đường tàu điện ngầm, đường cao tốc và nền móng;
- 2) Cách chấn cho móng máy;
- 3) Làm hệ thống neo có phun vữa để giữ ổn định, chịu lực kéo;
- 4) Bít lấp các vết nứt trong công trình bê tông và thể xây;
- 5) Làm lớp phủ mặt kênh đào;
- 6) Phun khô bê tông làm lớp áo cho công trình ngầm;
- 7) Làm giếng dầu bằng xi măng giếng khoan;
- 8) Phun vữa ứng suất trước trên đường sông;
- 9) Phun vữa tạo cọc hoặc bảo vệ và xử lý cọc bị khuyết tật.

Trên hình 7.2 trình bày cách gia cố nền móng, trên hình 7.2b gia cố mái dốc và thi công công trình ngầm, và trên hình 7.2c - bơm tạo màng chống thấm.

Trên hình 7.3 trình bày công nghệ bơm ép gia cố nền. Nội dung kiểm tra như đã

nêu từ điểm 1 đến điểm 4, chi tiết hơn xem ở bảng 7.7.

Khoan phụt thường sử dụng vữa để ép vào đất là vữa xi măng. Lỗ khoan có đường kính từ 73 đến 90 mm. Công nghệ chủ yếu như sau:

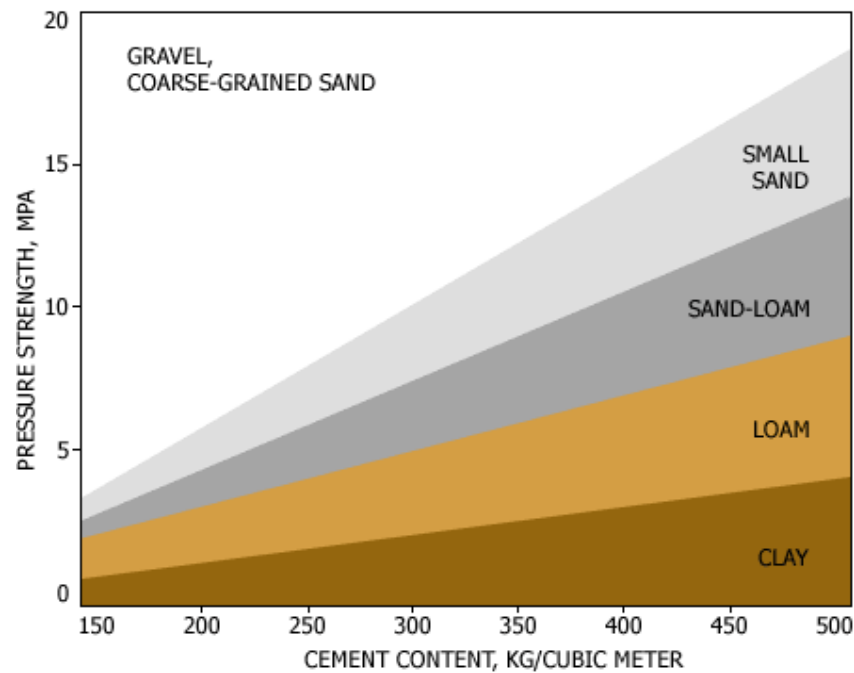


1. Công nghệ phụt một ống : JET 1 (one-jet technology). Công nghệ này chỉ dùng xi măng và nước làm vữa phụt. Cột phụt này có đường kính chỉ là 0,5-0,8 m.
2. Công nghệ phụt hai ống : JET 2 (two-jets technology). Công nghệ này có hai ống phụt đồng trục dùng hỗn hợp nước -xi măng . Phạm vi cọc xi măng đất được tạo có đường kính 0,8-1,5 m.
3. Công nghệ phụt 3 ống phụt JET 3 (three-jets technology). Công nghệ này sử dụng 3 ống phụt đồng trục và áp lực bơm phụt tới 20-30 MPa và đường kính cọc xi măng đất được phụt tới 1,2-2,5 m.

Các dữ liệu khoan phụt điển hình được cho trong bảng dưới đây:

"Jet-GROUTING" Parameters	JET1		JET2		JET3	
	min	max	min	max	min	max
Áp lực bơm phụt (Mpa)	20	60	30	60	3	7
Lượng vữa được phụt (l/min)	40	120	70	150	70	150
Áp lực khí nén (Mpa)	-	-	0,6	1,2	0,6	1,2
Lưu lượng khí nén sử dụng (l/min)	-	-	2000	6000	2000	6000
Áp lực nước để ép (Mpa)	-	-	-	-	20	50
Lưu lượng nước (l/min)	-	-	-	-	70	150
Đường kính mũi phụt (mm)	1.5	3	1,5	3	4	8
Đường kính mũi phun nước (mm)	-	-	-	-	1,5	3
Lỗ mở cho khí thoát ở mũi (mm)	-	-	1	2	1	2
Tốc độ quay trục (rpm)	10	25	5	10	5	10
Tốc độ phun (cm/min)	10	50	7	30	5	30

Độ cứng của cột xi măng đất được diễn tả trong biểu đồ sau:



Một số hình ảnh cọc đất phụt xi măng trong đất :

Một khu vực đã được gia cố thành vách đào để thi công móng trong khi nhà liền kề rất sát khu đất xây dựng :



Qui trình gia cố có thể như sau:

* Chế tạo dung dịch hồ xi măng :



* Kiểm tra trước khi cho máy bơm hút hồ xi măng :



* Bơm hồ xi măng xuống gia cố nền :



Một số hình ảnh cọc đất phụt xi măng trong đất :

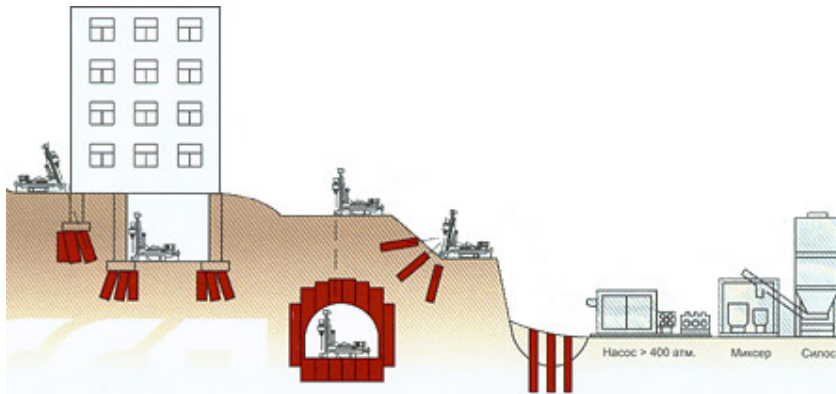


Cột đất do phụt một ống

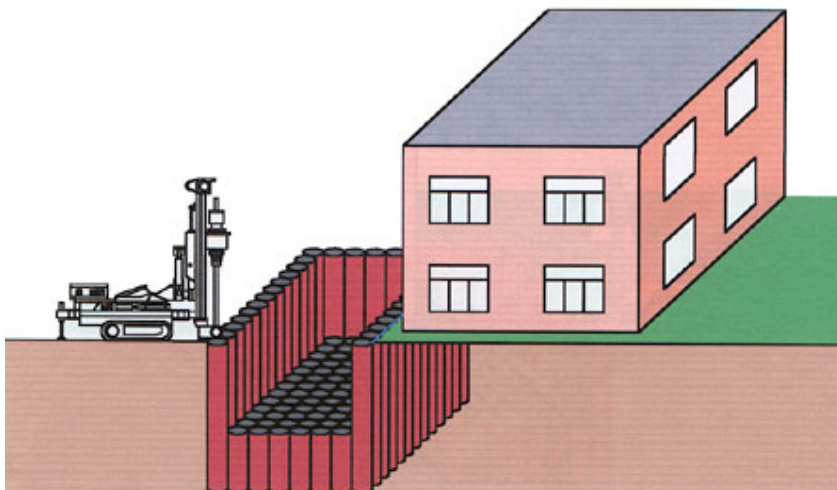
Cột thi công theo công nghệ 2 ống phụt :



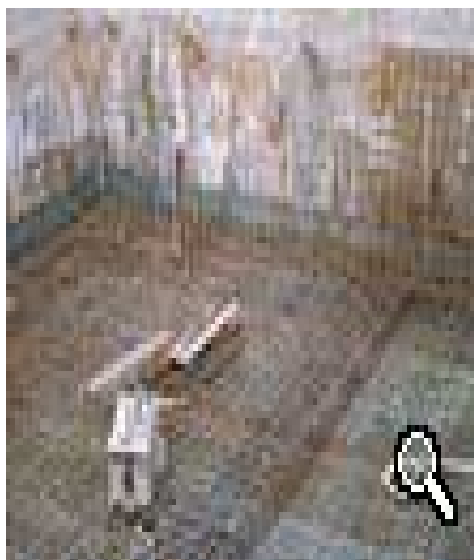
Phạm vi sử dụng phương pháp này :



Phụt vữa xi măng vào đất được gọi là công nghệ tường xi măng đất được dùng phổ biến cho gia cố nền, làm chắc nền như gia cố dưới móng nhà, gia cố quanh hố sâu như hầm nhà (Nhà Hàng Hải, đầu phố Kim Liên - Đại Cồ Việt), gia cố khu vực mới đào, chống thấm cho nền công trình và cho đê, đập , tạo cứng cho nền đất yếu.

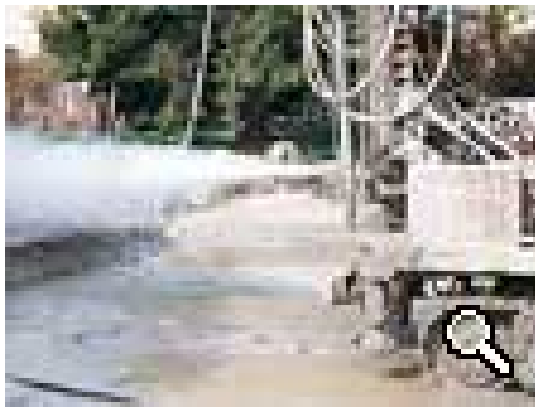


Hình trình bày cách gia cố nền chuẩn bị để làm bể nước ngầm cạnh ngôi nhà



Gia cố cho đáy hầm nhà đã có hoặc đang xây dựng.

Gia cố nền đất quanh ngôi nhà đã có



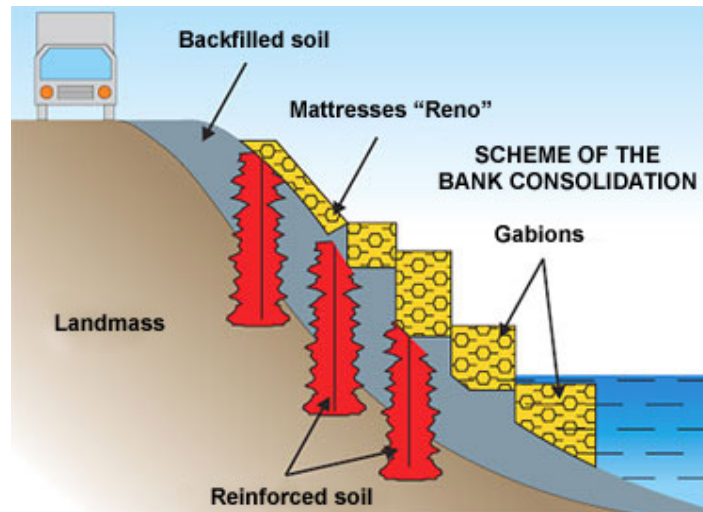
Gia cố cho nền bể nước chuẩn bị xây dựng



Gia cố vòm trên nóc hầm chuẩn bị khoét lỗ làm cửa để nối hầm đang có với hầm sắp làm.

Với công trình đập, khi cần chống thấm cho lớp đất mới đắp có thể dùng phương pháp khoan phụt :

- Gia cố bờ đê, bờ đập :



Sử dụng phương pháp khoan phụt trong các trường hợp sau :



Gia cố móng chân cầu



Gia cố bờ sông nơi chân cầu



Gia cố bờ sông sát chân cầu chống xói lở chân cầu.



Gia cố bờ sông, bảo vệ chân cầu lâu dài có thể sử dụng như tường chắn.

3. Gia cố nền bằng phương pháp hoá học (ximăng, thuỷ tinh lỏng hoặc các chất tổng hợp khác..)

Ở nước ta đã làm thực nghiệm khá lâu nhưng dùng nhiều nhất là phương pháp bơm vữa ximăng.

Mục đích của phương pháp này thường dùng để:

- Nâng cao cường độ của nền nhà đã sử dụng;
- Phòng ngừa những biến dạng có tính phá hỏng của kết cấu;
- Thi công sửa chữa móng hoặc chống thấm công trình ngầm.

Tuỳ theo công nghệ gia cố và các quá trình xảy ra trong đất mà chia phương pháp gia cố nền làm 3 nhóm chính: hoá học, nhiệt và hoá lý. Ưu việt của phương pháp gia cố này là không làm gián đoạn sử dụng nhà và công trình, nhanh, tin cậy cao và trong nhiều trường hợp là phương pháp duy nhất để tăng độ bền của đất có sức chịu tải không đủ.

Các phương pháp thường dùng là: silicat hoá, điện - silicat hoá, silicat khí, amoniắc hoá, thấm nhập nhựa... và có thể tìm hiểu chi tiết trong nhiều tài liệu tham khảo khác.

Phương pháp gia cố hoá học cũng dùng để gia cường móng và tường chắn, tăng sức chịu tải của cọc, bảo vệ móng chống các tác nhân ăn mòn, gia cố mái hố đào và công trình đất.

Vật liệu cơ bản để gia cố bằng silicat là thuỷ tinh lỏng - dung dịch keo của silicat natri ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$). Tuỳ theo loại, thành phần và trạng thái của đất cần gia cố mà dùng một hay hai dung dịch silicat hoá.

Loại một dung dịch được dựa trên dung dịch tạo keo bơm vào trong đất gồm 2 hoặc 3 cấu tử. Phổ biến nhất là ôxit phosphosilicat, ôxit lưu huỳnh-nhôm-silicat, ôxit lưu huỳnh-fluor-silicat, hydro-fluor-silicat v.v.. Phương pháp một dung dịch thích hợp cho đất cát có hệ số thấm 0,5-5m/ngày đêm.

Phương pháp 2 dung dịch dùng để gia cố đất cát có hệ số thấm đến 0,5m/ngày đêm và gồm 2 lần bơm lần lượt vào đất 2 dung dịch silicat Na và clorua Ca. Kết quả của phản ứng hoá học là tạo ra ôxit keo silic làm cho đất tăng độ bền (đến 2-6Mpa) và không thấm nước.

Phương pháp điện hoá silicat là dựa trên sự tác động tổ hợp lên đất của hai phương pháp: silicat hoá và dòng điện 1 chiều nhằm gia cố cát hạt mịn quá ẩm và á cát có hệ số thấm đều 0,2 m/ngày đêm.

Phương pháp amoniắc hoá là dựa trên việc bơm vào trong đất hoàng thổ (để loại trừ tính lún sập) khí amoniắc dưới áp lực không lớn lắm.

Silicat hoá bằng khí gas dùng để làm cứng silicat Na. Phương pháp này dùng để gia cố đất cát (kể cả đất cacbonat) có hệ số thấm 0,1-0,2 m/ngày đêm cũng như đất có hàm lượng hữu cơ cao (đến 0,2). Độ bền của đất gia cố có thể đến 0,5-2MPa trong thời gian ngắn.

Phương pháp thấm nhập nhựa dùng để gia cố đất cát có hệ số thấm 0,5-5m/ngày

đem bằng cách bơm vào trong đất dung dịch nhựa tổng hợp (cacbonic, phenol, epoxy..). Tác dụng của nhựa hoá sẽ tăng lên khi bổ sung vào dung dịch một ít axit clohydric (đối với đất cát). Thời gian keo tụ rất dễ điều chỉnh bằng lượng chất đông cứng. Đất được gia cố bằng nhựa hoá sẽ không thấm nước với cường độ chịu nén 1-5Mpa. Ngoài việc gia cố nền, phương pháp này còn dùng để gia cố vùng sẽ đào xuyên của công trình ngầm. Tùy theo cách đặt ống bơm, có thể gia cố đất ở các vị trí khác nhau: thẳng đứng, nghiêng, nằm ngang và kết hợp (hình 7.4) còn sơ đồ trên mặt bằng có thể theo dạng băng dài, dưới toàn bộ móng, gia cố cục bộ không nổi kết hoặc theo chu vi vành móng. Việc chọn phương pháp và sơ đồ gia cố phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của nền, hình dạng và kích thước của móng cũng như tải trọng tác dụng lên móng.

Kiểm tra chất lượng nền đất gia cố có thể tham khảo bảng 7.7.

Bảng 7.7. Kiểm tra chất lượng nền đất gia cố (theo SNiP 3.02.01.87)

Những yêu cầu kỹ thuật	Sai lệch giới hạn	Kiểm tra (phương pháp và khối lượng)
1	2	3
1. Kiểm tra sự đúng đắn các thông số dùng trong thiết kế (tính toán) và điều kiện kỹ thuật thi công bằng cách gia cố thử nghiệm.	Chất lượng của khối đất được gia cố (như sự toàn khối, đồng nhất, hình dáng và kích thước khối đất, đặc trưng bền và biến dạng) phải tương ứng với yêu cầu thiết kế. Sai lệch các đại lượng đo không được lớn hơn - 10%.	Kiểm tra bằng mắt và bằng dụng cụ theo chỉ dẫn thiết kế. Khối lượng và danh mục các chỉ tiêu kiểm tra do thiết kế chỉ định. Khi không có chỉ dẫn thì khoan lấy mẫu 3% số lỗ khoan bơm và 1 lỗ đào để xem bằng mắt.
2. Các đặc trưng của vật liệu đầu vào (mật độ, nồng độ, nhiệt độ..., do thiết kế qui định)	Theo chỉ dẫn của thiết kế. Khi không có chỉ dẫn thì sai lệch không được quá 3%.	Đo lường theo chỉ dẫn của thiết kế
3. Áp lực và lưu lượng của vật liệu khi bơm ép cũng như các thông số công nghệ khác ... được kiểm tra bằng gia cố thử nghiệm.	Như trên, không lớn hơn 5%	Như trên

4. Các chỉ số chất lượng của đất được gia cố (sự toàn khối, độ đồng nhất, hình dáng và kích thước khối đất gia cố, các đặc trưng bên và biến dạng của đất vv....)	Cần phù hợp với thiết kế	Như trên. Khi không có chỉ dẫn thì khoan kiểm tra với 3% số lỗ khoan/lỗ cọc lúc thi công và 1 lỗ đào cho 3 ngàn m ³ đất gia cố nhưng không ít hơn 2 lỗ đào cho 1 công trình; Đối với công trình đặc biệt quan trọng và khối lượng đất gia cố hơn 50 ngàn m ³ thì còn phải xuyên tĩnh hoặc động và nghiên cứu bằng các phương pháp địa vật lý. Khi gia cố nền móng của công trình hiện hữu cần quan trắc lún và các biến dạng khác trước và sau khi gia cố.
5. Sai lệch cho phép theo chiều dài khi bố trí các ống đặt ống bơm ép.	Theo chỉ dẫn của thiết kế. Khi không có chỉ dẫn thì không được lệch hơn 3% khoảng cách giữa các điểm đặt ống.	Như trên, không ít hơn 10 điểm đặt ống kiểm tra 1 ống.
6. Sai lệch cho phép của các ống bơm so với hướng thiết kế: a) Khi độ sâu lỗ đặt ống bơm đến 5m b) Khi độ sâu lớn hơn	1% độ sâu 0,5% độ sâu	Đo độ thẳng đứng của lỗ cho từng 5m một
7. Nhiệt độ của chất gia cố khi bơm	Không được thấp hơn 5°C	Đo định kỳ (cho từng ca làm việc)
8. Chế độ bơm thiết kế (áp lực và lưu lượng)	Cần phù hợp với thiết kế. Sự thay đổi chế độ bơm chỉ được phép nếu thiết kế chấp nhận	Như trên (theo thiết kế). Áp lực bơm nên giữ không đổi.
9. Sai lệch về thời gian tạo keo (tạo gen) đối với loại 1 dung dịch có 2 thành phần là Silicat và keo	Không được quá $\pm 20\%$. Khi sai lệch lớn phải điều chỉnh tỷ lệ các chất hợp thành	Đo từng ngày

10. Chỉ tiêu chất lượng dung dịch bơm xi măng	Theo thiết kế	Như trên
11. Chỉ tiêu chất lượng khi bơm xi măng vào đất đá	Cần phù hợp chỉ tiêu chất lượng thiết kế	Đo và quan sát bằng mắt (theo chỉ dẫn thiết kế)
12. Sự liên tục khi bơm dung dịch xi măng	Theo yêu cầu công nghệ	Ghi lại ở tất cả lỗ bơm sự liên khối
13. Thử tĩnh cọc xi măng đất về sức chịu tải	Ứng với thiết kế	Không sớm hơn 28 ngày sau khi làm xong cọc. 1% số lượng cọc nhưng không ít hơn 2 cọc, hoặc khoan lấy lõi để nén 0,5% số cọc nhưng không ít hơn 2 cho một công trình, hoặc theo phương pháp không phá hoại với số lượng xác định bởi độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp.
14. Chế độ công nghệ khi gia cố bùn bằng phương pháp khoan trộn (tần số quay, tốc độ dịch chuyển thẳng, số hành trình của cơ cấu công tác, sự liên tục khi bơm, tổng lưu lượng của dung dịch xi măng và mật độ dung dịch)	Cần theo thiết kế và theo kết quả gia cố thử nghiệm.	Đo, quan sát bằng mắt, ghi chép.
15. Nhiệt độ và áp lực khí ga trong lỗ khoan khi gia cố bằng nhiệt	Không được thấp hơn qui định của thiết kế	Đo liên tục
16. Cường độ, biến dạng và độ bền nước của đất gia cố bằng phương pháp nhiệt	Không được thấp hơn qui định của thiết kế	Đo cho mỗi khối đất gia cố

4. Làm chặt đất bằng đầm/lu lèn trên mặt hoặc chiều sâu

Có các phương pháp sau:

- Lu lèn, đầm nặng rơi từ cao xuống;
- Lèn chặt đất qua lỗ khoan (cọc cát, cọc đá dăm, cọc đất vôi xi măng, nổ

mìn..);

- Cố kết động (dynamic consolidation).

Các công nghệ thi công nói trên hiện đã phát triển rất cao nhờ thiết bị thi công ngày càng hoàn thiện và phương pháp kiểm tra ngày càng có độ tin cậy cao. Những thông số kiểm tra chính như đã trình bày ở đầu mục III và chi tiết thì theo những tiêu chuẩn thi công cụ thể của từng phương pháp.

Về nguyên tắc : đối với công trình quan trọng cần tiến hành thí nghiệm nén và cắt cho đất ở độ đầm chặt khác nhau, trên cơ sở đó xây dựng biểu đồ quan hệ giữa:

- Lực dínch và độ chặt (thông qua $\gamma_{khô}$ hay hệ số đầm chặt k_c);
- Góc ma sát và độ chặt;
- Mô đun biến dạng/cường độ và độ chặt.

Khi chưa có số liệu thí nghiệm có thể dùng các số liệu tham khảo ở các bảng sau đây trong thiết kế sơ bộ để khống chế chất lượng.

Bảng 7.8. Độ chặt yêu cầu của đất đắp

Chức năng của đất lèn chặt	Hệ số đầm chặt k_c
▪ Cho nền móng của nhà và công trình hoặc nền của thiết bị nặng cũng như nền có tải trọng phân bố đều lớn hơn 0,15MPa.	0,98-0,95
▪ Như trên, thiết bị nặng vừa, mặt nền có tải trọng 0,05-0,15 MPa.	0,95-0,92
▪ Như trên, thiết bị nhẹ, mặt nền có tải trọng nhỏ hơn 0,05 MPa.	0,92-0,90
▪ Vùng không có công trình	0,9-0,88

Bảng 7.9. Trị tiêu chuẩn của mô đun biến dạng E một số loại đất đầm chặt

Đất	E, MPa			
	Ở độ ẩm đầm chặt tối ưu		Ở trạng thái bão hoà nước	
	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$
Á cát hoàng thổ (lót)	20	25	15	20
Á sét và sét lót	25	30	20	25
Cát thô	30	40	-	-
Cát trung	25	30	-	-
Cát mịn	15	20	-	-

Bảng 7.10. Cường độ tính toán R_o của nền đất đầm chặt

Đất	R_o , MPa ở hệ số k_c		
	0,92	0,95	0,97
Á cát	0,2	0,25	0,28
Á sét	0,25	0,3	0,32
Sét	0,3	0,35	0,4
Cát thô	0,3	0,4	0,5
Cát trung	0,25	0,3	0,4
Cát mịn	0,2	0,25	0,3

Bảng 7.11. Trị khống chế về chất lượng tầng đất đầm chặt (kính nghiệm Trung Quốc)

Loại hình kết cấu	Vị trí lớp lèn chặt	k_c	Độ ẩm W_{op} %
Kết cấu xây, nặng và Kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực	>0,96	$W_{op} \pm 2$
	Dưới phạm vi tầng chịu lực	0,93-0,96	
Kết cấu chống đỡ và không phải kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực	0,94-0,97	
	Dưới phạm vi tầng chịu lực	0,91-0,93	

Bảng 7.12. Trị tham khảo về độ ẩm tối ưu và độ chặt (khô) lớn nhất

Loại đất	Độ ẩm tối ưu (%)	Độ chặt (khô) lớn nhất (g/cm^3)
Đất cát	8-12	1,8-1,88
Đất sét	19-23	1,58-1,70
Đất sét bụi	12-15	1,85-1,95
Đất bụi	16-22	1,61-1,80

Bảng 7.13. Trị tham khảo về độ ẩm tối ưu W_{op} %

Chỉ số dẻo của đất I_p	Độ chặt khô lớn nhất γ_{dmax} (g/cm^3)	Độ ẩm tối ưu W_{op} (%)
<0	1,85	<13
0-14	1,75-1,85	13-15
14-17	1,70-1,75	15-17
17-20	1,65-1,70	17-19
20-22	1,60-1,75	19-21

Chú thích :

- 1) Khi dùng phương pháp động để lèn chặt thì không chế sai khác giữa độ ẩm và độ ẩm tối ưu thay đổi trong $\pm 2\%$;
- 2) Khi thi công đắp đất lên vùng đất rất yếu (cường độ bé hơn 0,3 MPa) thì phải làm các đường tạm để máy móc đi lại. Lúc này cần phải có biện pháp ổn định đường (đắp lớp đất thoát được nước như cát, đá dăm hoặc vật liệu vải / lưới địa kỹ thuật);
- 3) Chế độ đắp (bề dày và tốc độ đắp) do thiết kế qui định để tránh nền mất ổn định do vượt tải. Có khi phải đặt móc quan trắc lún theo độ sâu và trên mặt đất yếu để khống chế tốc độ gia tải lúc thi công.

IV. THI CÔNG MÓNG CỌC

Thi công móng cọc tuân theo Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXD VN 286: 2003 " Đóng và ép cọc - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu "

- 4.1 Thi công hạ cọc cần tuân theo bản vẽ thiết kế thi công, trong đó bao gồm: dữ liệu về bố trí các công trình hiện có và công trình ngầm; đường cáp điện có chỉ dẫn độ sâu lắp đặt đường dây tải điện và biện pháp bảo vệ chúng; danh mục các máy móc, thiết bị; trình tự và tiến độ thi công; các biện pháp đảm bảo an toàn lao động và vệ sinh môi trường; bản vẽ bố trí mặt bằng thi công kể cả điện nước và các hạng mục tạm thời phục vụ thi công.

Để có đầy đủ số liệu cho thi công móng cọc, nhất là trong điều kiện địa chất phức tạp, khi cần thiết Nhà thầu phải tiến hành đóng , ép các cọc thử và tiến hành thí nghiệm cọc bằng tải trọng động hoặc tải trọng tĩnh theo đề cương của Tư vấn hoặc Thiết kế đề ra.

- 4.2 Trắc đạc định vị các trục móng cần được tiến hành từ các mốc chuẩn theo đúng quy định hiện hành. Mốc định vị trục thường làm bằng các cọc đóng, nằm cách trục ngoài cùng của móng không ít hơn 10 m. Trong biên bản bàn giao mốc định vị phải có sơ đồ bố trí mốc cùng toạ độ của chúng cũng như cao độ của các mốc chuẩn dẫn từ lưới cao trình thành phố hoặc quốc gia. Việc định vị từng cọc trong quá trình thi công phải do các trắc đạc viên có kinh nghiệm tiến hành dưới sự giám sát của kỹ thuật thi công cọc phía Nhà thầu và trong các công trình quan trọng phải được Tư vấn giám sát kiểm tra. Độ chuẩn của lưới trục định vị phải thường xuyên được kiểm tra, đặc biệt khi có một mốc bị chuyển dịch thì cần

được kiểm tra ngay. Độ sai lệch của các trục so với thiết kế không được vượt quá 1cm trên 100 m chiều dài tuyến.

Việc lựa chọn cọc chế tạo sẵn (cọc gỗ, bê tông cốt thép hoặc thép) hay cọc nhồi là căn cứ vào các điều kiện cụ thể chủ yếu sau đây để quyết định:

- Đặc điểm công trình;
- Độ lớn của các loại tải trọng;
- Điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn;
- Yêu cầu của môi trường (rung động và tiếng ồn, đất nước thải);
- Ảnh hưởng đến công trình lân cận và công trình ngầm;
- Khả năng thi công của nhà thầu;
- Tiến độ thi công và thời gian hoàn thành của chủ đầu tư;
- Khả năng kinh tế của chủ đầu tư;
- V.v..

Có thể tham khảo theo kinh nghiệm trình bày ở bảng 7.14.

Bảng 7.14. *Lựa chọn loại cọc*

Loại cọc		Cọc ép	Cọc đóng		Cọc nhồi
Tình hình			Bê tông	Thép	
Kích thước cọc và tải trọng cho phép	Đường kính (cm)	20-30	30-55	50-80	80-120
	Độ sâu (m)	15-20	20-40	25-150	40-60
	Tải trọng cho phép (tấn)	20-40	50-120	100-170	150-700
Phương thức chịu lực của cọc	Chống mũi	0	0	0	0
	Mũi + ma sát	0	0	0	0
	Ma sát	0	Δ	Δ	x
Độ sâu lớp đất chịu lực	Đến 10 m	0	0	Δ	Δ
	10-20 m	0	0	Δ	0
	20-30 m	Δ	0	0	0
	30-60 m	x	Δ	0	0

Lớp đất xen kẽ dày hơn 5 m	Sét N = 4-10	Δ	0	0	0
	N = 10-20	x	x	0	0
	Cát pha N = 15-30	0	0	0	0
	N = 30-50	Δ	Δ	0	0
	N > 50	x	x	Δ	0
	Cát rời	0	0	0	0
	Cuội sỏi:				
	d < 10 cm	x	Δ	0	0
	10-30 cm	x	x	Δ	Δ
	d > 30 cm	x	x	x	Δ
Nước ngầm	Không hạ được mực nước	0	0	0	0
	Tốc độ > 0,3m/s	0	0	0	x
Ảnh hưởng đến môi trường	Ồn và rung động	0	x	x	Δ
	Xây dựng trên nước	0	0	0	0
	Gần công trình lân cận	0	Δ	Δ	Δ
	Diện tích chật hẹp	0	x	Δ	Δ

Chú thích:

0 - Thích hợp trong sử dụng; Δ - Cần nghiên cứu trước khi sử dụng;

x - Nói chung là không thích hợp; N - Chỉ số xuyên tiêu chuẩn.

Cọc bê tông đúc sẵn được dùng khá phổ biến nên được giới thiệu sau đây :

Cọc chế tạo sẵn

Các công đoạn cần giám sát kỹ đối với cọc chế tạo sẵn (ở đây chủ yếu nói về cọc BTCT) gồm có:

- Giai đoạn sản xuất cọc (vật liệu và kích thước hình học);
- Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển;
- Chọn búa đóng cọc/hạ cọc;
- Trình tự đóng/hạ cọc;
- Tiêu chuẩn dừng đóng/hạ;
- Chấn động và tiếng ồn;
- Nghiệm thu công tác đóng/hạ cọc.

Dưới đây sẽ trình bày ngắn gọn một số yêu cầu chính trong các giai đoạn nói trên.

1.1. Giai đoạn sản xuất -

- Trong sản xuất cọc BTCT, cần chú ý:
- Khống chế đường kính d_{\max} của cốt liệu ($d_{\max} = 1:3$ đến $1: 2,5 a_{\text{thép}}$);

- Cốt liệu (cát+sỏi) không có tính xâm thực và phản ứng kiềm silic;
- Lượng dùng xi măng $\geq 300\text{kg/m}^3$, nhưng không vượt quá 500kg/m^3 ;
- Độ sụt của bê tông 8-18 cm (cố gắng dùng bê tông khô);
- Dùng phụ gia với liều lượng thích hợp.

Chú thích :

1) *Lượng dùng xi măng (theo tiêu chuẩn Mỹ ACI, 543, 1980)*

- Trong môi trường bình thường 335 kg/m^3 ;
- Trong môi trường nước biển 390 kg/m^3 ;
- Đổ bê tông dưới nước (cọc nhồi) $335 - 446\text{ kg/m}^3$;

2) *Độ sụt của hỗn hợp bê tông (theo tiêu chuẩn vừa nêu)*

- Đúc tại chỗ (cọc nhồi) không có nước : $75 - 100\text{mm}$;
- Đúc sẵn : $0 - 75\text{ mm}$;
- Đổ bê tông dưới nước : $150 - 200\text{ mm}$.

Các kiểm tra cốt liệu và xi măng theo như tiêu chuẩn kết cấu bê tông cốt thép.

Sai số về trọng lượng các thành phần của hỗn hợp bê tông không vượt quá các giá trị sau đây:

- Xi măng : $\pm 2\%$;
- Cốt liệu thô : $\pm 3\%$;
- Nước+dung dịch phụ gia : $\pm 2\%$;

Hồ sơ nghiệm thu cho cọc BTCT gồm:

- Bản vẽ kết cấu cọc;
- Phiếu kiểm tra vật liệu cọc;
- Phiếu nghiệm thu cốt thép;
- Cường độ ép mẫu bê tông;
- Phương pháp dưỡng hộ;
- Phiếu kiểm tra kích thước cọc (tham khảo bảng 7.15).

Chất lượng mặt ngoài cọc phải phù hợp yêu cầu:

- Mặt cọc bằng phẳng, chắc đặc, độ sâu bị sụt ở góc không quá 10 mm;
- Độ sâu vết nứt của bê tông do co ngót không quá 20mm, rộng không quá 0,5mm;
- Tổng diện tích mất mát do lẹm/sứt góc và rỗ tổ ong không được quá 5% tổng diện tích bề mặt cọc và không quá tập trung;
- Đầu và mũi cọc không được rỗ, ghồ ghề, nứt/sứt.

Chất lượng cọc trước khi đóng cần kiểm tra gồm có việc xác định độ đồng nhất và cường độ bê tông (siêu âm + súng bật nảy theo một số tiêu chuẩn hiện hành như 20TCN: 87, TCXD171: 1987, và TCXD 225: 1998, các tiêu chuẩn Bộ Xây dựng mới ban hành như : Quyết định số 25/2004 về sử dụng súng bật nảy), vị trí cốt

thép trong cọc (cảm ứng điện từ); kích thước cọc ở đầu và mũi.

Tỷ lệ % số cọc cần kiểm tra do tư vấn giám sát và thiết kế quyết định trên cơ sở công nghệ chế tạo và trình độ thành thạo nghề của nhà thầu.

Bảng 7.15. Sai lệch cho phép về kích thước của cọc bê tông đúc sẵn

Loại cọc	Hạng mục kiểm tra	Sai số cho phép (mm)
Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn	Độ dài cạnh mặt cắt ngang của cọc	± 5
	Đường chéo mặt đầu cọc	10
	Độ dày tầng bảo vệ	± 5
	Độ võng của cọc	$<1\%$ chiều dài cọc, ≤ 20
	Tâm ở mũi cọc	10
	Độ xiên mặt đầu cọc so với đường tim cọc	< 3
	Vị trí lỗ chừa cho tai móc để cẩu cọc	5
Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn, rỗng	Đường kính	± 5
	Độ dày thành lỗ	-5
	Vị trí lỗ tròn ruột cọc so với đường tim cọc	5
	Đường tim mũi cọc	10
	Độ xiên của mặt bích ở đầu trên hoặc dưới của đoạn cọc so với đường tim cọc	2
	Tổng độ xiên của 2 mặt bích của đoạn cọc giữa	3
Khung cốt thép của cọc	Khoảng cách giữa các cốt chủ	± 5
	Tim mũi cọc	10
	Khoảng cách giữa các cốt đai dạng vòng hoặc dạng xoắn lò xo	± 20
	Lưới thép ở đầu cọc	± 10
	Độ nhô của tai móc khỏi mặt cọc	+ 10

Tiêu chuẩn mới về cọc đóng và cọc ép TCXDVN 286/2003 quy định về sai số với cọc:

Bảng 1- Độ sai lệch cho phép về kích thước cọc

TT	Kích thước cấu tạo	Độ sai lệch cho phép
1	2	3
1	Chiều dài đoạn cọc, m ≤ 10	± 30 mm
2	Kích thước cạnh (đường kính ngoài) tiết diện của cọc đặc (hoặc rỗng giữa)	+ 5 mm
3	Chiều dài mũi cọc	± 30 mm
4	Độ cong của cọc (lồi hoặc lõm)	10 mm
5	Độ võng của đoạn cọc	1/100 chiều dài đốt cọc
6	Độ lệch mũi cọc khỏi tâm	10 mm
7	Góc nghiêng của mặt đầu cọc với mặt phẳng thẳng góc trục cọc: - cọc tiết diện đa giác - cọc tròn	nghiêng 1% nghiêng 0.5%
8	Khoảng cách từ tâm móc treo đến đầu đoạn cọc	± 50 mm
9	Độ lệch của móc treo so với trục cọc	20 mm
10	Chiều dày của lớp bê tông bảo vệ	± 5 mm
11	Bước cốt thép xoắn hoặc cốt thép đai	± 10 mm
12	Khoảng cách giữa các thanh cốt thép chủ	± 10 mm
13	Đường kính cọc rỗng	± 5 mm
14	Chiều dày thành lỗ	± 5 mm
15	Kích thước lỗ rỗng so với tim cọc	± 5 mm

1.2. - Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển

Những hư hỏng có thể xảy ra ở giai đoạn này thường gặp là:

- Vận chuyển, xếp kho khi cường độ bê tông chưa đạt 70% cường độ thiết kế;
- Cầu móc không nhẹ nhàng, vị trí và số lượng các móc thép để cầu làm không đúng theo thiết kế quy định.

Để tránh hỏng gãy cọc, thông thường dùng 2 móc cho cọc dài dưới 20 m và 3 móc cho cọc dài 20 - 30m.

Tùy thuộc vào cách đặt móc cầu mà nội lực sẽ được tính toán tương ứng theo nguyên tắc sau: Khi số móc trên cọc ít hơn hoặc bằng 3 thì vị trí của móc xác định theo sự cân bằng của mô men âm ,còn nếu số móc lớn hơn 3 thì vị trí của móc xác định theo sự cân bằng phản lực.

Những kiểm toán nói trên phải được thông hiểu giữa người thiết kế và thi công để tránh nứt hoặc gãy cọc trước khi đóng. Điều này càng đặc biệt quan trọng khi chúng ta dùng cọc bê tông cốt thép dài trên 30 m hay cọc BTCT ứng suất trước.

1.3. Chọn búa đóng cọc

Một số nguyên tắc chung trong chọn búa:

- Bảo đảm cọc xuyên qua tầng đất dày (kể cả tầng cứng xen kẽ) có mũi vào được lớp chịu lực (cọc chống), đạt đến độ sâu thiết kế;
- Ứng suất do va đập gây ra trong cọc (ứng suất xung kích) phải nhỏ hơn cường độ của vật liệu cọc, ứng suất kéo do va đập nhỏ hơn cường độ chống kéo của bê tông thông thường, còn trong cọc BTCT ứng suất trước – nhỏ hơn tổng cường độ chống kéo của bê tông và trị ứng suất trước;
- Khống chế thoả đáng tổng số nhát búa + thời gian đóng (chống mỏi và giảm hiệu quả đóng);
- Độ xuyên vào đất của một nhát búa không nên quá nhỏ: búa diezen $-1 \div 2$ mm/nhát và búa hơi $2 \div 3$ mm/nhát (để phòng hỏng búa + máy đóng).

Căn cứ để chọn búa đóng:

- Theo trọng lượng cọc (trọng lượng búa > trọng lượng cọc);
- Theo lực xung kích của búa (lực xung kích > lực chống xuyên);
- Theo phương trình truyền sóng ứng suất;
- Theo cách khống chế độ cứng (theo phương trình vi phân bậc 3 về truyền sóng ứng suất);
- Theo phương pháp đồ giải kinh nghiệm để chọn búa thuỷ lực cho thi công cọc ống thép;
- Theo phương pháp kinh nghiệm so sánh tổng hợp.

Chi tiết có thể xem trong “Sổ tay công trình móng cọc, Bắc Kinh, 1995”.

Hạ cọc bằng búa đóng và búa rung

Tùy theo năng lực trang thiết bị hiện có, điều kiện địa chất công trình, quy định của Thiết kế về chiều sâu hạ cọc và độ chối quy định Nhà thầu có thể lựa chọn thiết bị hạ cọc phù hợp. Nguyên tắc lựa chọn búa như sau:

- a) có đủ năng lực để hạ cọc đến chiều sâu thiết kế với độ chối quy định trong thiết kế, xuyên qua các lớp đất dày kể cả tầng kẹp cứng;
- b) gây nên ứng suất động không lớn hơn ứng suất động cho phép của cọc để hạn chế khả năng gãy nứt cọc;
- c) tổng số nhát đập hoặc tổng thời gian hạ cọc liên tục không được vượt quá giá trị khống chế trong thiết kế để ngăn ngừa hiện tượng cọc bị mỏi;
- d) độ chối của cọc không nên quá nhỏ có thể làm hỏng đầu búa.

Lựa chọn búa đóng cọc theo khả năng chịu tải của cọc trong thiết kế và trọng lượng cọc. Năng lượng cần thiết tối thiểu của nhát búa đập E được xác định theo công thức:

$$E = 1.75 a P \quad (1)$$

trong đó: E - Năng lượng đập của búa, kGm;

a - hệ số bằng 25 kG.m/tấn

P - khả năng chịu tải của cọc, tấn, quy định trong thiết kế.

Loại búa được chọn với năng lượng nhát đập Ett phải thoả mãn điều kiện:

$$\frac{Q_n + q}{E_{tt}} \leq k \quad (2)$$

trong đó: k - hệ số quy định trong bảng 2;

Qn - trọng lượng toàn phần của búa, kG;

q - trọng lượng cọc (gồm cả trọng lượng mũ và đệm đầu cọc), kG

Đối với búa đi-ê-zen, giá trị tính toán năng lượng đập lấy bằng:

đối với búa ống Ett = 0.9 QH

đối với búa cần Ett = 0.4 QH

Q - trọng lượng phần đập của búa, kG;

H - chiều cao rơi thực tế phần đập búa khi đóng ở giai đoạn cuối, đối với búa ống H= 2.8 m; đối với búa cần có trọng lượng phần đập là 1250, 1800 và 2500 kG thì H tương ứng là 1.7; 2 và 2.2 m.

Bảng 2- Hệ số chọn búa đóng

Loại búa	Hệ số k
Búa đi-ê-zen kiểu ống và song động	6
Búa đơn động và đi-ê-zen kiểu cần	5
Búa treo	3

Chú thích: Khi hạ cọc bằng phương pháp xói nước thì các hệ số nói trên được tăng thêm 1.5.

Khi cần phải đóng xuyên qua các lớp đất chặt nên dùng các búa có năng lượng đập lớn hơn các trị số tính toán theo các công thức (1) và (2), hoặc có thể dùng biện pháp khoan dẫn trước khi đóng hoặc biện pháp xói nước.

Khi chọn búa để đóng cọc xiên nên tăng năng lượng đập tính theo công thức (1) với hệ số k_1 cho trong bảng 3.

Bảng 3- Hệ số chọn búa đóng cọc xiên

Độ nghiêng của cọc	Hệ số k_1
5:1	1.1
4:1	1.15
3:1	1.25
2:1	1.4
1:1	1.7

Loại búa rung hạ cọc chọn theo tỷ số K_0 / Q_t tùy thuộc vào điều kiện đất nền và chiều sâu hạ cọc.

K_0 - mô men lệch tâm, T.cm;

Q_t - trọng lượng toàn phần gồm trọng lượng cọc, búa rung và đệm đầu cọc, tấn.

Giá trị của tỷ số này khi dùng búa rung với tốc độ quay bánh lệch tâm 300÷500 vòng/ phút không được nhỏ hơn trị số cho trong bảng 4.

Bảng 4 -Tỷ số K_0 / Q_t

Tính chất đất mà cọc xuyên qua	Phương pháp hạ	K_0/Q_t khi độ sâu hạ cọc	
		< 15 m	>15 m
Cát no nước, bùn, sét dẻo mềm và dẻo chảy	Không xói nước và lấy đất ra khỏi cọc	0.80	1.0
Cát ẩm, đất sét, á sét dẻo mềm, cứng	Xói nước tuần hoàn và lấy đất khỏi lòng cọc ống	1.10	1.30
Sét cứng, nửa cứng, cát, sỏi, sạn	Xói nước và lấy đất khỏi lòng cọc thấp hơn cả mũi cọc	1.30	1.60

Chú thích: Khi chọn búa rung để hạ cọc ống có đường kính lớn hơn 1.2 m nên ưu tiên cho các máy có lỗ thoát để đưa đất từ trong lòng cọc ống ra ngoài mà không phải tháo lắp máy. Trong trường hợp cần rung hạ các cọc đường kính lớn nên dùng hai búa rung

ghép đôi đồng bộ trên một đế trung chuyển; khi đó các giá trị K_0 và Q_t phải là tổng các chỉ tiêu tương ứng của hai búa rung.

Khi rung hạ cọc tròn rỗng hoặc cọc dạng tấm cần có các biện pháp chống khả năng xuất hiện các vết nứt hoặc hư hỏng cọc:

-để tránh sự tăng áp suất không khí trong lòng cọc do đẩy khít nên dùng chụp đầu cọc có các lỗ hông có tổng diện tích không ít hơn 0.5% diện tích tiết diện ngang của cọc;

-để tránh sinh ra áp lực thủy động nguy hiểm của nước trong đất lòng cọc có thể gây nứt rạn cọc-ống BTCT phải có biện pháp hút nước hoặc truyền không khí.

Để có thể dự báo trước những hư hỏng có thể xảy ra khi rung hạ cọc- ống nên dùng thiết bị đo gia tốc, trong trường hợp không có thiết bị thì tiến hành quan sát mức độ tiêu tán công suất búa (hoặc điện năng) và biên độ giao động của cọc. Nếu thấy công suất búa và biên độ giao động của cọc tăng, liên kết búa rung và đầu cọc vẫn khít mà tốc độ hạ cọc lại bị giảm thì chứng tỏ mũi cọc đã gặp chướng ngại; khi đó cần dừng máy, tìm cách loại bỏ chướng ngại bằng cách lấy đất lòng cọc và bơm rửa đáy cọc.

Khi rung hạ cọc trong cát và á cát ở giai đoạn cuối thì nên giảm tần số và rung cọc trong khoảng 7÷10 phút ở độ sâu thiết kế để làm chặt đất trong lòng và xung quanh cọc.

Khi rung hạ cọc bình thường tức là các thông số búa rung ổn định, cọc không gặp chướng ngại thì theo sự tăng tiến của chiều sâu, tốc độ hạ cọc, biên độ giao động và công suất máy sẽ bị giảm do ma sát bên của cọc tăng dần. Để tăng chiều sâu hạ cọc nên tăng công suất động cơ cho đến công suất thiết kế. Khi tốc độ hạ cọc giảm tới 2-5 cm/ phút và biên độ giao động khoảng 5mm thì cọc sẽ khó xuống tiếp; cần phải tiến hành xói nước hoặc lấy đất lòng cọc cùng với việc chạy hết công suất động cơ.

Khi đóng cọc bằng búa phải dùng mũ cọc và đệm gỗ phù hợp với tiết diện ngang của cọc. Các khe hở giữa mặt bên của cọc và thành mũ cọc mỗi bên không nên vượt quá 1 cm.

Cần phải siết chặt cứng búa rung hạ cọc với cọc.

Khi nối các đoạn cọc tròn rỗng và cọc -ống phải đảm bảo độ đồng tâm của chúng. Khi cần thiết phải dùng bộ gá cố định và thiết bị dẫn hướng để tăng độ chính xác.

Khi thi công cọc ở vùng sông nước nên tiến hành khi sóng không cao hơn cấp 2. Các phương tiện nổi cần được neo giữ chắc chắn.

1.4. Mối nối cọc và mũi cọc

Mối nối giữa các đoạn cọc chế tạo sẵn (BTCT, gỗ, thép..) có ý nghĩa rất quyết định khi dùng cọc dài. Về phương diện chịu lực, mối nối có thể chịu lực nén và cũng có khả năng xuất hiện lực nhỏ, mô men và lực cắt. Khi đóng thì mối nối vừa chịu lực nén vừa chịu lực nhỏ.

Đối với cọc bê tông cốt thép thông thường các liên kết giữa đoạn cọc được thực hiện bằng:

- Hàn qua mặt bích + thép góc;
- Hàn qua thép bản phủ kín mặt bích;

- Liên kết bằng chốt nêm đóng;
- Liên kết bằng chốt xoắn kiểu âm dương + đổ vữa.

Đối với cọc BTCT tròn, rỗng có thể liên kết bằng mối nối hàn hoặc nối bằng bulông.

Tại các nước có nền công nghiệp phát triển cao người ta dùng kiểu mối nối chế tạo cơ khí khá chính xác, rút ngắn việc ngừng chờ lúc hạ cọc và có được cây cọc dài với mối nối chắc chắn làm cho cọc chịu tải với độ tin cậy cao.

Một số kiểu mối nối vừa nêu có thể tìm thấy trong nhiều tài liệu chuyên khảo, ở đây chỉ nêu một số loại tiêu biểu (xem hình 7.7 - hình 7.9).

Về mũi cọc (hình 7.10) tùy theo điều kiện địa chất công trình và phương thức chịu lực của cọc mà mũi sẽ có cấu tạo khác nhau. Khi cọc đóng vào nền đất mềm thì có thể dùng đầu cọc bằng phẳng; khi đóng vào lớp đất cứng, vào lớp đá phong hoá bở rời hoặc mũi cọc có thể chống vào lớp đất đá có thể nằm nghiêng, cọc của các cầu lớn, để đảm bảo sức chịu tải cũng như ổn định của cọc phải cấu tạo mũi cọc một cách cẩn thận, đúng tâm để cọc không bị lệch hướng khi đóng/hạ vào trong đất.

Những chi tiết cấu tạo và thiết kế mối nối và mũi cọc có ý nghĩa kinh tế – kỹ thuật trong công trình móng cọc nói chung và cũng là những điều kiện dễ bị xem thường của người thiết kế lẫn người thi công.

Cấu tạo mũi cọc

Mũi cọc có vai trò rất quan trọng trong công tác thi công cọc đóng, vừa đảm bảo cho cọc không bị nứt, vỡ, mà còn giữ cho sabô của búa không bị hư hại. Thông thường các cơ sở sản xuất búa đều cung cấp đồng bộ cả giàn búa cùng loại mũi cọc tương ứng. Tuy nhiên, trong điều kiện nước ta chưa chế tạo được dàn búa, có thể thay thế mũi cọc chế sẵn bằng cách tự gia công bằng hàn. Phụ lục giới thiệu các thành phần cấu tạo chính của mũi cọc để có thể gia công được mũi cọc khi cần thiết.

Khi đóng cọc bằng búa hơi đơn động và búa đi-ê-zen kiểu ống nên dùng mũi cọc dạng chữ H đúc hoặc hàn có khoang trên và khoang dưới. Khi đóng cọc bằng búa đi-ê-zen kiểu cần và búa hơi song động có thể dùng mũi cọc dạng chữ U chỉ có mình khoang dưới(xem hình vẽ).

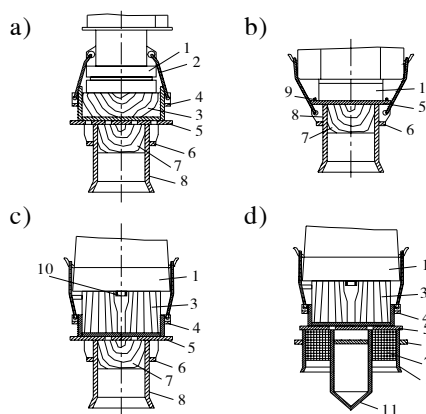
Mũi cọc phải có lỗ tai hoặc vòng treo để ngoắc vào đầu búa trong tư thế thẳng đứng bằng cáp. Khoảng trên thường có dạng hình tròn sâu $100 \div 150$ mm cho búa hơi và $200 \div 300$ mm cho búa đi-ê-zen. Khoảng trên chứa giảm chấn để giảm tải trọng động lên búa cũng như lên chính mũi cọc. Đường kính khoảng trên thường rộng hơn đường kính sabô của búa khoảng $10 \div 15$ mm hoặc không nhỏ hơn kích cỡ ngoài của búa hơi.

Giảm chấn trên thường được làm từ các loại gỗ cứng (sồi, thông, sến, táu, lát...) cắt dọc thớ, đặt vuông góc chuẩn với trục chính. Bề dày của tấm giảm chấn trên phụ thuộc vào trọng

lượng phần đập của búa; với búa đi-ê-zen kiểu ống có trọng lượng phần đập là 1250, 1800, 2500, 3500, 5000 kG thì chiều dày đệm không nhỏ hơn tương ứng là 150, 200, 200, 250, 300 mm; với búa hơi không nhỏ hơn $250 \div 300$ mm.

Nghiêm cấm việc dùng tấm giảm chấn trên đã bị giập nát, có thể xảy ra nhát đập trực tiếp của búa vào mũi thép.

Kích cỡ khoang dưới của mũ cọc thường chỉ rộng hơn kích thước tiết diện cọc 1 cm. Chiều sâu khoang dưới khoảng 500 - 600 mm. Tấm giảm chấn dưới có thể làm từ các vật liệu khác nhau(xem bảng 9 phụ lục 8). Bề dày của đệm dưới khi đóng cọc bê tông cốt thép phụ thuộc vào vật liệu đệm, tính năng kỹ thuật của búa và cọc, đặc điểm đất nền và xác định nhờ tính toán (xem phụ lục C).



Sơ đồ mũ cọc

- a) Cho búa Điezen kiểu ống b) Cho búa Điezen kiểu cần
c) Cho búa hơi đơn động d) Để đóng cọc ống BTCT

1 - Búa; 2 - Khoang trên; 3 - Giảm chấn trên; 4 - Vành trên
5 - Vách ngang; 6 - Vành dưới; 7 - Giảm chấn dưới;
8 - Khoang dưới; 9 - Đai; 10 - Lỗ đục trong
giảm chấn trên dưới đầu búa; 11 - Lõi nón trụ

Kích cỡ khoang dưới của mũ cọc thường chỉ rộng hơn kích thước tiết diện cọc 1 cm. Chiều sâu khoang dưới khoảng 500 - 600 mm. Tấm giảm chấn dưới có thể làm từ các vật liệu khác nhau(xem bảng 9 trên). Bề dày của đệm dưới khi đóng cọc bê tông cốt thép phụ thuộc vào vật liệu đệm, tính năng kỹ thuật của búa và cọc, đặc điểm đất nền và xác định nhờ tính toán .

1.5. Trình tự đóng cọc

Trình tự đóng/hạ cọc trong công nghệ thi công móng cọc cần dựa vào các yếu tố sau đây để quyết định:

- Điều kiện hiện trường và môi trường;
- Vị trí và diện tích vùng đóng cọc;
- Công trình lân cận và tuyến đường ống ngầm;
- Tính chất đất nền;
- Kích thước cọc, khoảng cách, vị trí, số lượng, chiều dài cọc;
- Thiết bị dùng để đóng/hạ cọc;
- Số lượng đài cọc và yêu cầu sử dụng.

Việc lựa chọn cách đóng nào cần phải có sự phân tích tỷ mỉ trong từng trường hợp cụ thể theo các yếu tố nêu trên.

Thông thường, nguyên tắc để xác định trình tự đóng cọc là:

(1) Căn cứ vào mật độ của cọc và điều kiện xung quanh:

- Chia khu để nghiên cứu trình tự đóng;
- Chia 2 hướng đối xứng, từ giữa đóng ra;
- Chia 4 hướng từ giữa đóng ra;
- Đóng theo 1 hướng.

(2) Căn cứ độ cao thiết kế của móng: Móng sâu hơn - đóng trước, nông hơn - đóng sau;

(3) Căn cứ quy cách cọc: Cọc lớn - đóng trước, cọc nhỏ - đóng sau; cọc dài - đóng trước, cọc ngắn - đóng sau;

(4) Căn cứ tình hình phân bố cọc: Cọc trong nhóm - đóng trước, cọc đơn - đóng sau;

(5) Căn cứ yêu cầu độ chính xác lúc đóng: Độ chính xác thấp - đóng trước, độ chính xác cao - đóng sau.

Hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh

Lựa chọn thiết bị ép cọc cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- công suất của thiết bị không nhỏ hơn 1.4 lần lực ép lớn nhất do thiết kế quy định;
- lực ép của thiết bị phải đảm bảo tác dụng đúng dọc trục tâm cọc khi ép từ đỉnh cọc và tác dụng đều lên các mặt bên cọc khi ép ôm, không gây ra lực ngang lên cọc;
- thiết bị phải có chứng chỉ kiểm định thời hiệu về đồng hồ đo áp và các van dầu cùng bảng hiệu chỉnh kích do cơ quan có thẩm quyền cấp;
- thiết bị ép cọc phải đảm bảo điều kiện vận hành và an toàn lao động khi thi công.

Lựa chọn hệ phản lực cho công tác ép cọc phụ thuộc vào đặc điểm hiện trường, đặc điểm công trình, đặc điểm địa chất công trình, năng lực của thiết bị ép. Có thể tạo ra hệ phản lực bằng neo xoắn chặt trong lòng đất, hoặc dàn chất tải bằng vật nặng trên mặt đất khi tiến hành ép trước, hoặc đặt sẵn các neo trong móng công trình để dùng trọng lượng công trình làm hệ phản lực trong phương pháp ép sau. Trong mọi trường hợp tổng trọng lượng hệ phản lực không nên nhỏ hơn 1.1 lần lực ép lớn nhất do thiết kế quy định.

Thời điểm bắt đầu ép cọc khi phải dùng trọng lượng công trình làm phản lực (ép sau) phải được thiết kế quy định phụ thuộc vào kết cấu công trình, tổng tải trọng làm hệ phản lực hiện có và biên bản nghiệm thu phần đài cọc có lỗ chờ cọc và hệ neo chôn sẵn theo các quy định về nghiệm thu kết cấu BTCT hiện hành.

Kiểm tra định vị và thẳng bằng của thiết bị ép cọc gồm các khâu:

- trục của thiết bị tạo lực phải trùng với tim cọc;
- mặt phẳng “ công tác ” của sàn máy ép phải nằm ngang phẳng (có thể kiểm tra bằng thủy chuẩn ni vô);
- phương nén của thiết bị tạo lực phải là phương thẳng đứng, vuông góc với sàn

“ công tác”;

- chạy thử máy để kiểm tra ổn định của toàn hệ thống bằng cách gia tải khoảng $10 \div 15\%$ tải trọng thiết kế của cọc.

Đoạn mũi cọc cần được lắp dựng cẩn thận, kiểm tra theo hai phương vuông góc sao cho độ lệch tâm không quá 10 mm. Lực tác dụng lên cọc cần tăng từ từ sao cho tốc độ xuyên không quá 1cm/s. Khi phát hiện cọc bị nghiêng phải dừng ép để căn chỉnh lại.

ép các đoạn cọc tiếp theo gồm các bước sau:

- a) kiểm tra bề mặt hai đầu đoạn cọc, sửa chữa cho thật phẳng; kiểm tra chi tiết mối nối; lắp dựng đoạn cọc vào vị trí ép sao cho trục tâm đoạn cọc trùng với trục đoạn mũi cọc, độ nghiêng so với phương thẳng đứng không quá 1%;
- b) gia tải lên cọc khoảng $10 \div 15\%$ tải trọng thiết kế suốt trong thời gian hàn nối để tạo tiếp xúc giữa hai bề mặt bê tông; tiến hành hàn nối theo quy định trong thiết kế.
- c) tăng dần lực ép để các đoạn cọc xuyên vào đất với vận tốc không quá 2cm/s;
- d) không nên dừng mũi cọc trong đất sét dẻo cứng quá lâu(do hàn nối hoặc do thời gian đã cuối ca ép...).

Khi lực nén bị tăng đột ngột, có thể gặp một trong các hiện tượng sau:

- mũi cọc xuyên vào lớp đất cứng hơn;
- mũi cọc gặp dị vật;
- cọc bị xiên, mũi cọc tì vào gờ nổi của cọc bên cạnh.

Trong các trường hợp đó cần phải tìm biện pháp xử lý thích hợp, có thể là một trong các cách sau:

- cọc nghiêng quá quy định, cọc bị vỡ phải nhổ lên ép lại hoặc ép bổ sung cọc mới (do thiết kế chỉ định)
- khi gặp dị vật, vữa cát chặt hoặc sét cứng có thể dùng cách khoan dẫn hoặc xói nước như đóng cọc;

Trong trường hợp không đạt hai điều kiện trên, Nhà thầu phải báo cho Thiết kế để có biện pháp xử lý.

1.6. Tiêu chuẩn dừng đóng cọc

Xác định tiêu chuẩn dừng đóng cọc theo yêu cầu thiết kế là vấn đề quan trọng vì nó có ý nghĩa rất lớn về kinh tế và kỹ thuật. Hai dấu hiệu để khống chế dừng đóng là: theo độ sâu mũi cọc quy định trong thiết kế và theo độ xuyên cuối cùng của cọc vào đất (có khi còn gọi là theo độ chối). Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hai dấu hiệu nói trên và có khi mâu thuẫn nhau.

Tiêu chuẩn khống chế việc dừng đóng cọc nên quy định như sau:

- (1) Nếu mũi cọc đặt vào tầng đất thông thường thì độ sâu thiết kế làm tiêu chuẩn chính còn độ xuyên thì dùng để tham khảo;
- (2) Nếu mũi cọc đặt vào lớp đất cát từ chặt vừa trở lên thì lấy độ xuyên sâu làm tiêu chuẩn chính còn độ sâu cọc - tham khảo;
- (3) Khi độ xuyên đã đạt yêu cầu nhưng cọc chưa đạt đến độ sâu thiết kế thì nên đóng tiếp 3 đợt, mỗi đợt 10 nhát với độ xuyên của 10 nhát này không được lớn hơn độ xuyên quy định của thiết kế;

(4) Khi cần thiết dùng cách đóng thử để xác định độ xuyên không chế.

Tham khảo kinh nghiệm của Trung Quốc ở bảng 7.16.

Bảng 7.16. Kiến nghị về tiêu chuẩn không chế dùng cọc (kinh nghiệm Trung Quốc)

Loại cọc		Cọc BTCT rỗng				Cọc BTCT đặc			
Kích thước cọc (cm)		Mũi kín	Mũi hở	Mũi kín	Mũi hở	40x40	45x45	50x50	50x50
Đất ở mũi cọc (trị số N)		Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất sét cứng (20-25)			Đất cát (30-50)
Loại búa	Điêzen	20-25 cấp		30-40 cấp		30 cấp	30-35 cấp	35-45 cấp	40-45 cấp
	Hơi	4-7 T		7-10 T		7 T	7-10 T	10 T	10 T
Trị số khống chế tổng số nhát đóng		≤ 2000 -2500				≤ 1500 -2000			
Số nhát đóng khống chế ở 5 m cuối cùng		≤ 700 -800				≤ 500 -600			
Trị số độ xuyên cuối cùng	Điêzen	2 - 3mm/nhát				2 - 3mm/nhát			
	Hơi	3 - 4mm/nhát				3 - 4mm/nhát			

Cọc được công nhận là ép xong khi thoả mãn đồng thời hai điều kiện sau đây:

a) chiều dài cọc đã ép vào đất nền trong khoảng $L_{min} \leq L_c \leq L_{max}$, trong đó: L_{min} , L_{max} là chiều dài ngắn nhất và dài nhất của cọc được thiết kế dự báo theo tình hình biến động của nền đất trong khu vực, m;

L_c là chiều dài cọc đã hạ vào trong đất so với cốt thiết kế;

e) lực ép trước khi dừng trong khoảng $(Pep)_{min} \leq (Pep)_{KT} \leq (Pep)_{max}$

trong đó : $(Pep)_{min}$ là lực ép nhỏ nhất do thiết kế quy định;

$(Pep)_{max}$ là lực ép lớn nhất do thiết kế quy định;

$(Pep)_{KT}$ là lực ép tại thời điểm kết thúc ép cọc, trị số này được duy trì với vận tốc xuyên không quá 1cm/s trên chiều sâu không ít hơn ba lần đường kính (hoặc cạnh) cọc.

Việc ghi chép lực ép theo nhật ký ép cọc nên tiến hành cho từng m chiều dài cọc cho tới khi đạt tới $(Pep)_{min}$, bắt đầu từ độ sâu này nên ghi cho từng 20 cm cho tới khi kết thúc, hoặc theo yêu cầu cụ thể của Tư vấn, Thiết kế.

Đối với cọc ép sau, công tác nghiệm thu đài cọc và khoá đầu cọc tiến hành theo tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu công tác bê tông và bê tông cốt thép hiện hành.

1.7. Cọc và mặt nền bị đẩy trôi.

Việc mặt đất bị nâng lên cũng như bị chuyển vị ngang khi hạ cọc có khoảng cách giữa chúng quá gần hoặc bố trí quá dày là nguy cơ thường xảy ra trong thi công. Điều đó sẽ gây ra những hư hỏng cho cọc như là bị nứt hoặc gãy do lực kéo và do áp lực ngang của đất lên cọc quá lớn; mũi cọc không tiếp xúc tốt với lớp chịu lực do bị nâng lên khi hạ những cọc sau đó ở gần nó nên sức chịu tải không đáp ứng với thiết kế và độ lún công trình sẽ lớn. Hiện tượng nói trên trở nên nghiêm trọng hơn khi hạ cọc có mật độ dày trong đất yếu no nước vì loại đất này không có khả năng bị ép chặt.

Độ nâng cao mặt đất và chuyển vị ngang trong đất sét no nước chẳng những có quan hệ với khoảng cách giữa các cọc, đường kính và độ dài của cọc mà còn có quan hệ đến mật độ bố trí cọc. Theo kết quả theo dõi và thống kê trong thi công cho thấy nếu $W_s < 5\%$ thì độ nguy hiểm về chất lượng cọc bé, với W_s tính bằng công thức :

$$W_s = \frac{\Sigma f}{F}$$

Trong đó :

f - diện tích tiết diện ngang (m^2) của cọc đơn;

Σf - tổng diện tích tiết diện ngang của các cọc đơn;

F - diện tích hiện trường (m^2) bao bằng hàng cọc ngoài cùng;

W_s - mật độ diện tích cọc được hạ vào đất.

Nếu dùng mật độ thể tích cọc được hạ vào đất W_v để biểu thị, khi $W_v < 0,6$ thì ít có nguy hiểm về chất lượng cọc với W_v tính bằng công thức :

$$W_v = \frac{\Sigma V_i}{F}$$

Trong đó :

V_i - thể tích của phần cọc đã hạ vào đất của cọc đơn;

ΣV_i - tổng thể tích của phần đã hạ vào đất của các cọc;

F - như trên.

Khi mật độ bố trí cọc có $W_s > 5\%$, $W_v > 0,6$ thì khả năng gãy cọc tương đối nhiều.

Cách xử lý khi gặp hiện tượng nói trên là phải thực hiện việc kiểm tra đo đạc cẩn thận, cần thiết phải bố trí lại cọc, đóng cọc qua lỗ khoan mũi để giảm thể tích bị đẩy trôi, thực hiện trình tự đóng cọc hợp lý và phải đóng vỗ lại những cọc chưa bị gãy, chỉ bị nâng lên cho đến độ sâu thiết kế yêu cầu.

Quá trình đóng lại này có thể tới khi cọc đạt được độ chối như cũ hoặc theo độ cao đầu cọc. Việc đóng lại cọc chỉ nên được bắt đầu khi quá trình đóng cọc đã vượt ra ngoài phạm vi ảnh hưởng để nó không gây ra hiện tượng trôi nào nữa cho những cọc đã đóng.

Vấn đề này cũng xuất hiện ở lớp cát mịn chặt bão hoà nước và lớp phù sa vô

cơ, khi quá trình hạ cọc ngừng lại, áp lực nước lỗ rỗng âm sẽ biến mất do đó làm giảm độ bền cát theo thời gian nên làm giảm sức chịu tải của cọc theo thời gian và gọi là hiện tượng chùng. Vô nhẹ lên các cọc đã đóng cũng phải tiến hành trong các điều kiện đất như vậy. Nếu sau khi vô lại mà phát hiện thấy sức kháng cũ đã giảm thì những cọc này cần phải đóng thêm cho đến khi đạt được sức kháng danh định.

1.8. Chấn động và tiếng ồn.

Vấn đề ảnh hưởng của chấn động cũng như tiếng ồn (xem hình 7.11a) đối với công trình và con người do thi công đóng cọc gây ra cần phải được xem xét vì nó có thể dẫn đến những hậu quả đáng tiếc, nhất là khi thi công đóng cọc gần công trình đã xây hoặc gần khu dân cư.

Tiêu chuẩn để khống chế dao động và tiếng ồn do chấn động gây ra đối với người và công trình có thể tham khảo:

- Tiêu chuẩn Liên Xô (cũ): Nr. 1304 – 75 hay CH 2.2.4/2.1.8.562-96;
- Tiêu chuẩn CHLB Đức: DIN 4150 – 1986;
- Tiêu chuẩn Thụy Sĩ : SN 640312 – 1978;
- Tiêu chuẩn Anh : BS 5228, Part 4 - 1992a (bảng 7.17).
- Tiêu chuẩn Việt nam TCVN 5949-1998 (bảng 7.18).

Về độ ồn thường khống chế 70 – 75 dB đối với khu ở và 70 – 85 dB đối với khu thương mại; Khi ồn quá giới hạn trên phải tìm cách giảm ồn. Cách phòng chống ảnh hưởng chấn động và ồn:

- Xác định khoảng cách an toàn khi đóng (hình 7.11b);
- Chọn cách đóng (trọng lượng + độ cao rơi búa), loại búa hợp lý;
- Khoan dẫn, đóng vô, ép;
- Làm hào cách chấn;
- Đặt vật liệu tường tiêu âm, giảm thanh, đệm lót đầu mũ cọc;
- V.v..

Bảng 7.17. Ảnh hưởng của dao động đối với các đối tượng khác nhau
(theo tiêu chuẩn Anh BS 5228 Part 4 1992a)

Ví dụ	Đối tượng quan tâm	Thông số đo và phạm vi độ nhạy		
		Chuyển vị (mm)	Vận tốc (mm/s)	Gia tốc (g)
Phương tiện thí nghiệm	Thiết bị và vận hành	$(0,25-1) \times 10^{-3}$ (0,1Hz-30Hz)		$(0,1-5) \times 10^{-3}$ (30Hz-200Hz)
Cơ sở vi điện tử	Thiết bị và vận hành		$(6-400) \times 10^{-3}$ (3Hz-100Hz)	$(0,5-8) \times 10^{-3}$ (5Hz-200Hz)
Máy móc chính xác	Thiết bị và vận hành	$(0,1-1) \times 10^{-3}$		

Máy tính	Thiết bị và vận hành	$(3-250) \times 10^{-3}$		0,1-0,25 sai số trung phương (SSTP) (tối đa 300Hz)
Vi xử lý	Thiết bị và vận hành			0,1-1
Bệnh viện và nơi cư trú	Con người		0,15-15 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 0,4-40 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	0,5-50 (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Văn phòng	Con người		0,5-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 1-50 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	
Xưởng máy	Con người		1-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 3,2-52 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	$(4-650) \times 10^{-3}$ (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Khu dân cư hoặc thương mại	Công trình		1-50	
Ống dẫn khí hoặc nước	Dịch vụ ngầm dưới đất	$(10-400) \times 10^{-3}$	1-50	

Bảng 7.18. Giới hạn tối đa cho phép tiếng ồn khu vực công cộng và dân cư (tính theo mức âm tương đương dBA TCVN 5949-1998)

Khu vực	Thời gian		
	từ 6h-18h	từ 18h-22h	từ 22h-6h

1. Khu vực cần đặc biệt yên tĩnh: bệnh viện, thư viện, nhà điều dưỡng, nhà trẻ, trường học, nhà thờ, chùa chiền.	50	45	40
2. Khu dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính.	60	55	50
3. Khu dân cư xen kẽ trong khu vực thương mại, dịch vụ, sản xuất	75	70	50

Trong quá trình hạ cọc cần ghi chép nhật ký theo mẫu in sẵn .

Đóng 5÷20 cọc đầu tiên ở các điểm khác nhau trên khu vực xây dựng phải tiến hành cẩn thận có ghi chép số nhát búa cho từng mét chiều sâu và lấy độ chối cho loạt búa cuối cùng. Nhà thầu nên dùng thí nghiệm phân tích sóng ứng suất trong cọc(PDA) để kiểm tra việc lựa chọn búa và khả năng đóng của búa trong các điều kiện đã xác định(đất nền, búa, cọc...)

Vào cuối quá trình đóng cọc khi độ chối gần đạt tới trị số thiết kế thì việc đóng cọc bằng búa đơn động phải tiến hành từng nhát để theo dõi độ chối cho mỗi nhát; khi đóng bằng búa hơi song động cần phải đo độ lún của cọc, tần số đập của búa và áp lực hơi cho từng phút; khi dùng búa di-ê-zen thì độ chối được xác định từ trị trung bình của loạt 10 nhát sau cùng.

Cọc không đạt độ chối thiết kế thì cần phải đóng bù để kiểm tra sau khi được “ nghỉ” theo quy định. Trong trường hợp độ chối khi đóng kiểm tra vẫn lớn hơn độ chối thiết kế thì Tư vấn và Thiết kế nên cho tiến hành thử tĩnh cọc và hiệu chỉnh lại một phần hoặc toàn bộ thiết kế móng cọc.

Trong giai đoạn đầu khi đóng cọc bằng búa đơn động nên ghi số nhát búa và độ cao rơi búa trung bình để cọc đi được 1m; khi dùng búa hơi thì ghi áp lực hơi trung bình và thời gian để cọc đi được 1m và tần số nhát đập trong một phút. Độ chối phải đo với độ chính xác tới 1mm.

Độ chối kiểm tra được đo cho 3 loạt búa cuối cùng. Đối với búa đơn và búa di-ê-zen thì một loạt là 10 nhát; đối với búa hơi thì một loạt là số nhát búa trong thời gian 2 phút; đối với búa rung 1 loạt cũng là thời gian búa làm việc trong 2 phút.

Thời gian “nghỉ” của cọc trước khi đóng kiểm tra phụ thuộc vào tính chất các lớp đất xung quanh và dưới mũi cọc nhưng không nhỏ hơn:

- 3 ngày khi đóng qua đất cát;
- 6 ngày khi đóng qua đất sét.

Trong trường hợp khi thi công thay đổi các thông số của búa hoặc cọc đã được chỉ dẫn trong thiết kế thì độ chối dư, e, lúc đóng hoặc đóng kiểm tra phải thoả mãn điều kiện:

$$e \leq \frac{nFE_t}{\frac{kP}{M} \left(\frac{kP}{M} + nF \right)} \cdot \frac{Q_r + \varepsilon^2(q+q_l)}{Q_r + q + q_l} \quad (3)$$

Nếu độ chối dư ,e, nhỏ hơn 0.2 cm(với điều kiện là búa dùng để đóng phù hợp với yêu cầu ở điều 4.1), thì độ chối toàn phần(bằng tổng độ chối đàn hồi và độ chối dư) phải thoả mãn điều kiện:

$$e + c \leq \frac{2E_{tt} \frac{Q}{Q+q} + kPc}{kP \left[2 + \frac{kP}{4} \left(\frac{n_0}{F} + \frac{n_\sigma}{\Omega} \right) \frac{Q}{Q+q} \sqrt{2g(H-h)} \right]} \quad (4)$$

Trong các công thức trên:

e - độ chối dư, cm, bằng độ lún của cọc do một nhát búa đóng và 1 phút làm việc của búa rung;

c - độ chối đàn hồi(chuyển vị đàn hồi của đất và cọc), cm, được xác định bằng dụng cụ đo độ chối;

n - hệ số tra theo bảng 5, T/ m²;

Bảng 5- Hệ số n

Loại cọc	Hệ số n (T/m ²)
Cọc BTCT có mũ	150
Cọc thép có mũ	500

F - diện tích theo chu vi ngoài của cọc đặc hoặc rỗng(không phụ thuộc vào cọc có hay không có mũ nhọn), m²;

E_{tt} - năng lượng tính toán của nhát đập, tấn.cm, lấy theo điều 2.1 cho búa đi-ê-zen, búa treo và búa đơn động lấy bằng QH, khi dùng búa hơi song động lấy theo lý lịch máy, đối với búa rung lấy theo năng lượng nhát đập quy đổi, cho trong bảng 6;

Bảng 6 - Năng lượng quy đổi

Lực cưỡng bức (tấn)	10	20	30	40	50	60	70	80
Năng lượng nhát đập quy đổi(T.cm)	450	900	1300	1750	2200	2650	3100	3500

Q - trọng lượng phần đập của búa, T;

H - chiều cao rơi thực tế phần đập của búa, cm;

k - hệ số an toàn về đất, lấy k= 1.4 trong công thức(3) và k= 1.25 trong công thức (4); còn trong xây dựng cầu khi số lượng cọc trong trụ lớn hơn 20 thì k = 1.4, từ 11÷ 20 cọc thì k = 1.6, từ 6 ÷ 10 cọc thì k = 1.65, từ 1÷ 5 cọc thì k = 1.75;

P - khả năng chịu tải của cọc theo thiết kế, T;

M - hệ số lấy bằng 1 cho búa đóng và theo bảng 7 cho búa rung;

QT - trọng lượng toàn phần của búa hoặc búa rung, T;

ε - hệ số phục hồi va đập, lấy ε² = 0.2 khi đóng cọc BTCT và cọc thép có dùng mũ cọc đệm gỗ, còn khi dùng búa rung thì ε² = 0;

q - trọng lượng cọc và mũ cọc, T;

q₁ - trọng lượng cọc đệm, tấn; khi dùng búa rung q₁ = 0;

h - chiều cao cho búa đi-ê-zen h = 50cm, các loại khác h = 0;

Ω - diện tích mặt bên của cọc, m²;

n_0 và n_σ - các hệ số chuyển đổi từ sức kháng động của đất sang sức kháng tĩnh, $n_\sigma = 0.25$ giây.m/ tấn; $n_0 = 0.0025$ giây.m/ tấn;
 g - gia tốc trọng trường($g = 9.81\text{m/gy}^2$)

Khi tính theo công thức động Hilley rút gọn thì độ chối có thể kiểm tra theo công thức:

$$e = \frac{e_f HW_r}{Q_u} - 0.5 e_0 \quad (4a)$$

e - độ chối của cọc(tính trung bình cho 20 cm cuối cùng), m;

e_f - hiệu suất cơ học của búa đóng cọc; một số giá trị được kiến nghị như

sau:

- búa rơi tự do điều khiển tự động, $e_f = 0.8$
- búa đi-ê-zen, $e_f = 0.8$
- búa rơi tự do nâng bằng cáp tời, $e_f = 0.4$
- búa hơi đơn động, $e_f = 0.6$;

Bảng 7: Hệ số M

Loại đất dưới mũi cọc	Hệ số M
Sỏi sạn có lẫn cát	1.3
Cát: - hạt trung và thô	1.2
- hạt nhỏ chặt vừa	1.1
- cát bụi chặt vừa	1.0
Á cát dẻo, á sét và sét cứng	0.9
Á sét và sét - nửa cứng	0.8
Á sét và sét - dẻo cứng	0.7

Chú thích: Khi cát chặt giá trị hệ số M được tăng thêm 60%

H - chiều cao rơi búa, m;

Wr - trọng lượng của búa đóng, T;

$$e_0 = \sqrt{\frac{2e_f HW_r L_p}{FE_c}}$$

Q_u - khả năng mang tải cực hạn của cọc, thông thường lấy với hệ số an toàn $F_s \geq 3$

L_p - chiều dài cọc, m;

F - diện tích tiết diện cọc, m^2

E_e - mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, T/ m^2 .

Nếu trong thiết kế móng cọc ống có quy định tìm biên độ giao động khi sắp dừng rung cọc thì biên độ dao động các cọc - ống đường kính ngoài đến 2m, với tốc độ hạ cọc từ 2 đến 20 cm trong 1 phút được tính theo công thức:

$$A \leq \frac{153(0.85 N_n - N_x)}{n_v \left(\frac{P}{0.7\lambda} - Q_v \right)} \quad (5)$$

trong đó:

A - biên độ lấy bằng 1 / 2 độ lắc toàn phần của giao động ở những phút cuối trước lúc dừng rung, cm;

N_n - công suất hữu hiệu toàn phần ở giai đoạn cuối, KW;

N_x - công suất vận hành không tải, đối với búa rung tần số thấp, lấy bằng 25% công suất thuyết minh của động cơ điện, KW;

n_v - tốc độ quay của bộ lệch trong búa rung, vòng / phút;

P - khả năng chịu tải của cọc - ống, T;

λ - hệ số phụ thuộc vào tỷ số giữa sức kháng động và sức kháng tĩnh của đất, cho trong bảng 8 và bảng 9;

Q_v - trọng lượng của hệ thống rung, bằng tổng trọng lượng của búa rung và chụp đầu cọc.

Bảng 8- Hệ số λ cho cát

Tên đất	Hệ số λ cho đất cát		
	Thô	Vừa	Nhỏ
Cát no nước	4.5	5.0	6.0
Cát ẩm	3.5	4.0	5.0

Bảng 9: Hệ số λ cho sét

Tên đất	Hệ số λ cho đất sét khi độ sét		
	IL > 0.75	0.5 < IL ≤ 0.75	0.25 < IL ≤ 0.5
Á sét, á cát	4.0	3.0	2.5
Sét	3.0	2.2	2.0

Khi có nhiều lớp đất thì λ xác định theo công thức:

$$\lambda = \frac{\sum \lambda_i h_i}{\sum h_i}$$

(6)

trong đó: λ_i - hệ số của lớp thứ i;

h_i - chiều dày của lớp thứ i, m.

Khi rung hạ cọc tròn và cọc- ống, không tựa vào đá và nửa đá, để đảm bảo khả năng mang tải của cọc, P, cần rung hạ đoạn cuối sao cho biên độ dao động thực tế A không vượt quá biên độ tính toán A_{tt} theo vế phải của công thức (5). Nếu $A > A_{tt}$ chứng tỏ sức kháng của đất chưa đạt yêu cầu, cần phải tiếp tục rung hạ cho tới khi thoả mãn công thức nêu trên thì mới đảm bảo khả năng mang tải của cọc.

Giá trị của nv nếu không có thiết bị đo thì lấy theo thông số trong lý lịch búa rung.

Có thể dùng các loại máy trắc đạc để đo biên độ dao động, hoặc dùng các thiết bị tự ghi. Trong trường hợp không có thiết bị đo thì có thể dùng cách vẽ đường ngang thật nhanh lên giấy kẻ ô đã dán sẵn vào thân cọc, sẽ thu được đường cong dao động. Nối các đỉnh trên và đỉnh dưới thành đường gấp khúc, đo chiều cao lớn nhất với độ chính xác tới 0.1 cm ta thu được độ lắc của dao động chính bằng 2 lần biên độ dao động cần tìm.

Trị số của các hệ số λ trong các bảng 7 và 8 nên chuẩn xác lại theo kết quả nén tĩnh cọc thử. Sau khi rung hạ cọc và nén tĩnh cho ta khả năng chịu tải của cọc P thì hệ số λ cho điều kiện đất nền thực tế được tính theo công thức:

$$\lambda = \frac{1.43P}{\frac{153(0.85N_n - N_x)}{An_v} + Q_v} \quad (7)$$

Các thông số của quá trình rung lấy như phần trên.

Chỉ cho phép dùng xói nước để hạ cọc ở những nơi cách xa nhà và công trình hiện có trên 20 m. Để giảm áp suất, lưu lượng nước và công suất máy bơm, cần phải kết hợp xói nước với đóng hoặc ép cọc bằng đầu búa. Khi cần xói nước trong cát và á cát ở độ sâu hơn 20m phải kèm theo bơm khí nén khoảng $2 \div 3 \text{ m}^3 / \text{phút}$ vào vùng xói nước.

Đối với cọc và cọc ống có đường kính nhỏ hơn 1m thì cho phép dùng một ống xói đặt giữa tiết diện. Đối với các cọc ống đường kính lớn hơn 1m thì nên đặt các ống xói theo chu vi cọc ống cách nhau $1 \div 1.5 \text{ m}$.

Khi hạ cọc đến mét cuối cùng thì ngưng việc xói nước, tiếp tục đóng hoặc rung hạ cọc cho đến khi đạt độ chối thiết kế để đảm bảo khả năng chịu tải của cọc.

Nên áp dụng biện pháp xói nước khi hạ cọc trong đất cát.

Các ống xói nước phải có đầu phun hình nón. Để đạt được hiệu quả xói lớn nhất thì đường kính đầu phun nên chiếm khoảng $0.4 \div 0.45$ đường kính trong của ống xói. Khi cần tăng tốc độ hạ cọc thì ngoài đầu phun chính tâm còn làm thêm các lỗ phun nghiêng 30° đến 40° so với phương đứng ở xung quanh ống xói. Đường kính các lỗ này từ 6 mm đến 10 mm. áp lực nước cần thiết, lưu lượng nước tùy theo đường kính, chiều sâu cọc và loại đất có thể tham khảo trong bảng 10.

Bảng 10- ÁP LỰC NƯỚC ĐỂ XÁ

Loại đất	Chiều sâu (m)	Cột áp tại vòi phun (T/m ²)	Đường kính trong(mm)/ lưu lượng (lít/phút) cho các đường kính,cm	
			30- 50	50- 70
Bùn, á cát chảy	5 - 15	4 - 8	37	50
			400 – 1000	1000 – 1500
			68	80
Cát mịn, bụi, chảy, bùn dẻo chảy, dẻo mềm	15 - 25	8 - 10	1000 – 1500	1500 – 2000
			80	106
Sét và á sét	25 - 35	10 - 15	1500 – 2500	2000 – 3000
Cát hạt trung, thô và lẫn sỏi	5 - 15	6 - 10	50	68
			1000 – 1500	1500 – 2000
á cát dẻo	15 - 25	10 - 15	80	106
			1500 – 2500	2000 – 3000
á sét và sét dẻo cứng	25- 35	8 - 20	106	106 – 131
			2500 – 3000	2500 – 4000

Chú thích: Khi đóng bù các cọc dài, để tận dụng công suất búa thì sau khi ngưng xói nước chính tâm, nên xói tiếp thêm phía ngoài phần trên của cọc. Có thể dùng hai ống xói đường kính trong từ 50mm đến 68mm.

1.9. Một số sự cố thường gặp

- Khó xuyên và không đạt được độ sâu thiết kế quy định;
- Cọc bị xoay và nghiêng quá lớn;
- Cọc đóng đến độ sâu thiết kế nhưng sức chịu tải không đủ;
- Sự khác biệt dị thường về tài liệu địa chất lúc đóng so với ban đầu;
- Thân hoặc mối nối cọc bị hỏng/gãy ảnh hưởng đến việc tiếp tục ép/đóng;
- Cọc đóng trước bị trôi lên khi đóng các cọc sau;
- Không đóng tiếp được nữa do thời gian đóng kéo dài hoặc tạm ngừng;
- Biến dạng nền lớn dẫn đến trượt cả khối đất;
- Cọc bị lệch hoặc sai vị trí;
- V.v..

Những nguyên nhân trên phải được phân tích, tìm cách khắc phục, xử lý.. mới có thể đóng tiếp, có khi phải đóng thử để tìm ra công nghệ và trình tự đóng cọc hợp lý.

Ví dụ nguyên nhân gây trượt nền có thể là:

- (1) Tài liệu điều tra ĐCCT không giống thực tế hoặc sai, làm người thiết kế không thực hiện hoặc thực hiện sai trong kiểm toán ổn định;

- (2) Phương pháp và công nghệ thi công không đúng làm tăng áp lực nước lỗ rỗng, dưới tác dụng của ép chặt + chấn động dẫn đến mái đất bị trượt;
- (3) Không có biện pháp khống chế tốc độ đóng cọc;
- (4) Xếp cọc ở trên mái dốc hoặc bị đào ở chân dốc...;
- (5) Trong thời gian đóng cọc, mực nước của sông gần đó bị đột ngột hạ thấp.

Cách phòng ngừa và xử lý:

- (1) Điều tra kỹ đất nền, giảm khoảng cách giữa các lỗ khoan thăm dò;
- (2) Cần kiểm toán ổn định trong thiết kế thi công cọc ở vùng bờ dốc;
- (3) Giảm ảnh hưởng chấn động (khoan dẫn – ép – hạ cọc);
- (4) Dùng trình tự đóng từ gần đến xa;
- (5) Tiến độ thi công chậm;
- (6) Giảm thiểu tải trọng thi công, đình chỉ gia tăng tải ở mái dốc;
- (7) Theo dõi kỹ môi trường xây dựng: điều kiện thủy văn sông biển, chú ý sự thay đổi mực nước, phòng ngừa việc hạ thấp đột ngột mực nước;
- (8) Nghiên cứu việc đào hố móng sâu trong khi đóng cọc, kiểm toán ổn định của đất sau khi đóng cọc trước khi đào móng sâu;
- (9) Theo dõi đo đạc áp lực nước lỗ rỗng và chuyển vị để khống chế tiến độ đóng cọc.

1.10. Nghiệm thu công tác đóng cọc

Chất lượng hạ cọc cần phải được thể hiện ở các điểm chính sau:

- (1) Chất lượng mối nối giữa các đoạn cọc (nếu có);
- (2) Sai lệch vị trí cọc so với quy định của thiết kế;
- (3) Sai lệch về độ cao đầu cọc: thường không quá 50 – 100mm;
- (4) Độ nghiêng của cọc không vượt quá 1% đối với cọc thẳng đứng và không vượt quá 1,5% góc nghiêng giữa trục cọc và đường nghiêng của búa;
- (5) Bề mặt cọc: nứt, méo mó, không bằng phẳng.

Tổng hợp những điều trên trong bảng 7.19 (hoặc bảng 10 của TCXD 79: 1980)

Bảng 7.19. Sai lệch cho phép về vị trí cọc chế tạo sẵn trên mặt bằng
(kinh nghiệm của Trung Quốc)

Loại cọc	Hạng mục kiểm tra	Sai lệch cho phép (mm)
Cọc BTCT đúc sẵn, cọc ống thép, cọc gỗ	▪ Cọc phía trên có dầm móng:	100
	1. Hướng vuông góc với trục dầm	150
	2. Hướng song song với trục dầm	
	▪ Cọc trong nhóm 1-2 chiếc hoặc cọc trong hàng cọc	100
	▪ Cọc trong móng có 3-20 cọc	$\leq 1/2$ đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)
	▪ Cọc trong móng có trên 20 cọc:	
	1. Cọc ở mép ngoài	$\leq 1/2$ đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)
	2. Cọc trung gian	1 đường kính (hoặc cạnh cọc)
Cọc bản (barett) bằng BTCT	▪ Vị trí	100
	▪ Độ thẳng đứng	1%
	▪ Khe hở giữa các cọc	
	- Để chống thấm	≤ 20
	- Để chắn đất	≤ 25

Nhà thầu phải có kỹ thuật viên thường xuyên theo dõi công tác hạ cọc, ghi chép nhật ký hạ cọc. Tư vấn giám sát hoặc đại diện Chủ đầu tư nên cùng Nhà thầu nghiệm thu theo các quy định về dừng hạ cọc nêu ở phần trên cho từng cọc tại hiện trường, lập biên bản nghiệm thu theo mẫu in sẵn (xem phụ lục). Trong trường hợp có các sự cố hoặc cọc bị hư hỏng Nhà thầu phải báo cho Thiết kế để có biện pháp xử lý thích hợp; các sự cố cần được giải quyết ngay khi đang đóng đại trà, khi nghiệm thu chỉ căn cứ vào các hồ sơ hợp lệ, không có vấn đề còn tranh chấp.

Khi đóng cọc đến độ sâu thiết kế mà chưa đạt độ chối quy định thì Nhà thầu phải kiểm tra lại quy trình đóng cọc của mình, có thể cọc đã bị xiên hoặc bị gãy, cần tiến hành đóng bù sau khi cọc được “nghi” và các thí nghiệm kiểm tra độ nguyên vẹn của cọc (thí nghiệm PIT) và thí nghiệm phân tích sóng ứng suất (PDA) để xác định nguyên nhân, báo Thiết kế có biện pháp xử lý.

Khi đóng cọc đạt độ chối quy định mà cọc chưa đạt độ sâu thiết kế thì có thể cọc đã gặp chướng ngại, điều kiện địa chất công trình thay đổi, đất nền bị đẩy trôi..., Nhà thầu cần xác định rõ nguyên nhân để có biện pháp khắc phục.

Nghiệm thu công tác thi công cọc tiến hành dựa trên cơ sở các hồ sơ sau:

- hồ sơ thiết kế được duyệt;
- biên bản nghiệm thu trắc đạc định vị trục móng cọc;
- chứng chỉ xuất xưởng của cọc theo các điều khoản nêu trong phần 3 về cọc thương phẩm;

- d) nhật ký hạ cọc và biên bản nghiệm thu từng cọc;
- e) hồ sơ hoàn công cọc có thuyết minh sai lệch theo mặt bằng và chiều sâu cùng các cọc bổ sung và các thay đổi thiết kế đã được chấp thuận;
- f) các kết quả thí nghiệm động cọc đóng(đo độ chối và thí nghiệm PDA nếu có);
- g) các kết quả thí nghiệm kiểm tra độ toàn khối của cây cọc- thí nghiệm biến dạng nhỏ PIT theo quy định của Thiết kế;
- h) các kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc.

Độ lệch so với vị trí thiết kế của trục cọc trên mặt bằng không được vượt quá trị số nêu trong bảng 11 hoặc ghi trong thiết kế.

Nhà thầu cần tổ chức quan trắc trong khi thi công hạ cọc(đối với bản thân cọc, độ trôi của các cọc lân cận và mặt đất, các công trình xung quanh...).

Nghiệm thu công tác đóng và ép cọc tiến hành theo TCVN 4091 : 1985. Hồ sơ nghiệm thu được lưu giữ trong suốt tuổi thọ thiết kế của công trình.

An toàn lao động

Khi thi công cọc phải thực hiện mọi quy định về an toàn lao động và đảm bảo vệ sinh môi trường theo đúng các quy định hiện hành.

Trong ép cọc, đoạn cọc mỗi bằng thép phải có đầu chụp. Phải có biện pháp an toàn khi dùng hai đoạn cọc mỗi nối tiếp nhau để ép.

Bảng 11- Độ lệch trên mặt bằng

Loại cọc và cách bố trí chúng	Độ lệch trục cọc cho phép trên mặt bằng
1. Cọc có cạnh hoặc đường kính đến 0.5m	
a) khi bố trí cọc một hàng	0.2d
b) khi bố trí hình băng hoặc nhóm 2 và 3 hàng	
- cọc biên	0.2d
- cọc giữa	0.3d
c) khi bố trí quá 3 hàng trên hình băng hoặc bãi cọc	
- cọc biên	0.2d
- cọc giữa	0.4d
d) cọc đơn	5 cm
e) cọc chống	3 cm
2. Các cọc tròn rỗng đường kính từ 0.5 đến 0.8m	
a) cọc biên	10 cm
b) cọc giữa	15 cm
c) cọc đơn dưới cột	8 cm
3. Cọc hạ qua ống khoan dẫn(khi xây dựng cầu)	Độ lệch trục tại mức trên cùng của ống dẫn đã được lắp chắc chắn không vượt quá 0.025 D ở bên nước(ở đây D- độ sâu của nước tại nơi lắp ống dẫn) và ± 25 mm ở vùng không nước

Chú thích: Số cọc bị lệch không nên vượt quá 25% tổng số cọc khi bố trí theo dải, còn khi bố trí cụm dưới cột không nên quá 5%. Khả năng dùng cọc có độ lệch lớn hơn các trị số trong bảng sẽ do Thiết kế quy định.

Để thực hiện bài nên kèm đây là mẫu, biểu cần ghi chép đầy đủ :

A1. Nhật ký đóng cọc

Tên Nhà thầu:.....

Công trình:

Nhật ký đóng cọc
(Từ N⁰.....đến N⁰.....)
Bắt đầu.....Kết thúc.....

1. Hệ thống máy đóng cọc.....
2. Loại búa
3. Trọng lượng phần đập của búa.....
4. áp suất (khí, hơi), atm
5. Loại và trọng lượng của mũi cọc, kg
- Cọc số (theo mặt bằng bãi cọc)
1. Ngày tháng đóng
2. Nhãn hiệu cọc (theo tổ hợp các đoạn cọc)
3. Cao độ tuyệt đối của mặt đất cạnh cọc
4. Cao độ tuyệt đối của mũi cọc
5. Độ chối thiết kế, cm

N ⁰ lần đo	Độ cao rơi búa, cm	Số nhát đập trong lần đo	Độ sâu hạ cọc trong lần đo	Độ chối của 1 nhát đập, cm	Ghi chú
1	2	3	4	5	6

Kỹ thuật thi công
Ký tên

Tư vấn giám sát
Ký tên

Đại diện Chủ đầu tư
Ký tên

A2. Tổng hợp đóng cọc :

Tên Nhà thầu:.....

Công trình:

Báo cáo tổng hợp đóng cọc

(Từ N⁰.....đến N⁰.....)

Bắt đầu.....Kết thúc.....

TT	Tên cọc	Loại cọc	Ngày/ ca	Độ sâu, m		Loại búa	Tổng số nhát đập	Độ chối, cm		Ghi chú
				Thiết kế	Thực tế			Khi đóng	Khi kiểm tra	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

A.4. Tổng hợp rung hạ cọc

Tên Nhà thầu:.....

Công trình:

Báo cáo tổng hợp rung hạ cọc

(Từ N⁰ đến N⁰)

Bắt đầu.....Kết thúc.....

TT	Tên cọc	Loại cọc	Ngày ca	Độ sâu, m		Loại búa rung	Các số liệu về lần đo sau cùng				Ghi chú
				Thiết kế	Thực tế		Lực kích động, tấn	Công suất yêu cầu, KW	Tốc độ hạ, m/ph	Cao độ lõi đất, m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Kỹ thuật thi công
Ký tên

Tư vấn giám sát
Ký tên

Đại diện Chủ đầu tư
Ký tên

A.5. Nhật ký ép cọc

Tên Nhà thầu:.....

Công trình:

Ngày ký ép cọc

(Từ N⁰ đến N⁰)

Bắt đầu.....Kết thúc.....

- Loại máy ép cọc
 - áp lực tối đa của bơm dầu, kg/cm²
 - Lưu lượng bơm dầu, l/ phút
 - Diện tích hữu hiệu của pittông, cm²
 - Số giây kiểm định
- Cọc số (theo mặt bằng bãi cọc)
- Ngày tháng ép
 - Số lượng và chiều dài các đoạn cọc
 - Cao độ tuyệt đối của mặt đất cạnh cọc.
 - Cao độ tuyệt đối của mũi cọc
 - Lực ép quy định trong thiết kế (min, max), tấn

Ngày, giờ ép	Độ sâu ép		Giá trị lực ép		Ghi chú
	ký hiệu đoạn	độ sâu, m	áp lực, kg/cm ²	lực ép, tấn	
1	2	3	4	5	6

Kỹ thuật thi công
Ký tên

Tư vấn giám sát
Ký tên

Đại diện Chủ đầu tư
Ký tên

A.6. Tổng hợp ép cọc

Tên Nhà thầu:.....

Công trình:

Báo cáo tổng hợp ép cọc

(Từ N⁰.....đến N⁰.....)

Bắt đầu.....Kết thúc.....

TT	Tên cọc	Ngày/ca	Loại cọc	Ký hiệu đoạn cọc	Lực ép khi dừng, tấn	Độ sâu, m		Loại máy ép	Ghi chú
						Thiết kế	Thực tế		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Kỹ thuật thi công
Ký tên

Tư vấn giám sát
Ký tên

Đại diện Chủ đầu tư
Ký tên

Những tài liệu để tham khảo thêm :

1. Hư hỏng cọc bê tông cốt thép khi đóng

Khi đóng cọc bê tông cốt thép có thể xảy ra các hư hỏng sau đây có liên quan tới công nghệ đóng:

- rạn nứt và sứt mẻ đầu cọc;
- có khe nứt dọc ở bất kỳ đoạn nào trên thân cọc, nhưng thường có nhiều ở đoạn đầu cọc;
- khe nứt ngang thường ở vùng đầu hoặc giữa 1/3 thân cọc;
- khe nứt ngang, chuyển thành khe nứt xiên 45^0 ở phần cọc trên mặt đất.

Nguyên nhân hư hỏng dạng thứ nhất thường do tập trung ứng suất cục bộ do nhát đập của búa không chính tâm, hoặc do các tấm giảm xung ở mũ cọc không đạt yêu cầu gây ra. Cho nên khi thi công đóng cọc cần thường xuyên kiểm tra độ đồng trục của cọc, mũ cọc và búa, trạng thái các tấm đệm giảm xung trên và dưới của mũ cọc đặc biệt là độ vuông góc của mặt phẳng tấm đệm trên và mặt phẳng đầu cọc so với trục cọc; độ đồng nhất của vật liệu tấm đệm dưới cũng như độ khe hở của hệ động với cần búa.

Sự xuất hiện các vết nứt dọc thân cọc có quan hệ với sự gia tăng chung của ứng suất vượt quá sức bền chịu nén động của bê tông cọc dưới tác dụng của tải trọng lặp. Hư hỏng này khả dĩ nhất là do chiều cao rơi búa lớn hoặc tấm đệm giảm xung quá cứng. Nguyên nhân khác có thể là mũi cọc gặp đất quá cứng hoặc chướng ngại rắn. Khi đó sẽ tạo ra sóng nén phản hồi cộng vào với sóng nén trực diện làm tăng ứng suất nén trong thân cọc. Ngăn ngừa hư hỏng này bằng cách giảm chiều cao rơi búa và thay các tấm đệm có độ đàn hồi lớn hơn. Thường hay dùng cách thay vật liệu tấm đệm vì cách này ít ảnh hưởng tới độ chối của nhát búa. Ứng suất nén lớn nhất trong cọc khi đóng có thể xác định theo phương pháp trình bày trong phụ lục 8.

Khi độ chối của cọc bị giảm nhiều (nhỏ hơn 0.2 cm) do dùng các biện pháp trên, mà cần phải hạ cọc tới độ sâu thiết kế, nên chuyển đổi dùng búa nặng hơn hoặc tìm cách giảm sức kháng của đất (khoan dẫn, xói nước v.v).

Một trong những nguyên nhân gây nứt ngang là do thân cọc bị uốn khi mũi cọc bị lệch khỏi hướng xuất phát vì gặp chướng ngại hoặc cần búa bị lệch, bị lắc. Nếu cần búa bị lệch thì nguyên nhân chính là máy chủ đứng trên nền lún không đều. Hiện diện của mô men uốn, quan hệ với độ lệch của cọc hoặc búa đóng so với vị trí ban đầu dễ dàng nhận ra do cọc bị xô về một phía sau khi nâng búa và mũ cọc ra ngoài. Cho nên khi đóng cọc cần phải theo dõi độ thẳng đứng của cọc theo hai phương vuông góc nhau bằng máy trắc đạc.

Nguyên nhân khác gây vết nứt ngang là các sóng kéo, có thể hình thành trong cọc khi bắt đầu đóng, cũng như khi mũi cọc xuyên trong đất yếu hoặc khi dùng xói nước, khoan dẫn.

Sức kháng của đất bị yếu biểu hiện qua độ chối có trị số lớn, vì thế khi không cho phép xuất hiện vết nứt ngang cần phải khống chế độ chối lớn nhất trong thời gian đóng cọc BTCT theo độ dài như sau:

đến 10 m	-	5 ÷ 6 cm
10 ÷ 15 m	-	4 ÷ 5 cm
15 ÷ 20 m	-	3 ÷ 4 cm
trên 20 m	-	2 ÷ 3 cm

Khi độ chối lớn hơn các trị số nêu trên cần giảm chiều cao rơi búa hoặc dùng vật liệu đệm ít cứng hơn.

Ứng suất kéo lớn nhất trong cọc khi đóng có thể xác định theo phương pháp

trình bày trong phụ lục C.

Vết nứt xiên (thường với góc gần 45^0) thường xuất hiện do các nội lực xoắn gây ra khi mũ cọc hoặc cọc bị xoay, hoặc do tác dụng đồng thời của lực kéo và xoắn. Dấu hiệu của tác dụng mô men xoắn là độ xoay của đầu cọc so với vị trí ban đầu khi nâng búa và mũ cọc ra và có vết tì một góc của cọc vào tấm đệm gỗ dưới. Khi đó cần phải xoay cần búa, hoặc dùng mũ cọc có cấu tạo không cản trở cọc xoay quanh trục, hoặc chuyển sang cọc tròn.

2. Xác định ứng suất động trong cọc BTCT khi đóng

2.1. Theo quy phạm Liên xô

Lời giải trình bày dưới đây dựa trên lý thuyết sóng nhất đập được Kanshin-Plutalov- Smidth giản lược. Thực chất của phương pháp này như sau. Cọc được chia thành nhiều phần tử cứng, nối với nhau bằng các liên kết kể đến đặc trưng biến dạng của vật liệu cọc. Đầu búa, sabô, mũ cọc được xem như các phần tử trong hệ. Đệm gỗ giảm xung mang tính đàn- nhót, đất nền xung quanh cọc và dưới mũi cọc có tính đàn- nhót dẻo. Đối với mỗi phần tử của hệ quy ước người ta thành lập hệ phương trình mô tả trạng thái của phần tử trong khoảng thời gian rất ngắn t , đủ để xem tác động của các phần tử kề bên và môi trường đất bên ngoài lên phần tử đang xét và tốc độ dịch chuyển của nó là cố định. Bằng cách giải lập tuần tự các phương trình cho từng phần tử có thể xác định nội lực ở biên và suy ra các ứng suất tại thời điểm bất kỳ trong chu trình nhất đập. Hiện nay đã có nhiều công trình nghiên cứu về lý thuyết truyền sóng được công bố trong các hội nghị quốc tế. Tuy nhiên cách tính ứng suất động bằng cách tra bảng của các tác giả Liên Xô vẫn có thể áp dụng cho công tác đóng cọc.

Trị số ứng suất động nén, kéo lớn nhất trong thân cọc BTCT, bố trí cốt thép dọc đến 0.05, do búa ống đi- ê-zen và búa hơi đơn động gây ra có thể tính theo công thức:

$$\sigma_{n,k} = K K_1 K_2 K_3 K_4, \quad (C1)$$

trong đó: $\sigma_{n,k}$ - ứng suất nén, kéo trong thân cọc, kG / cm^2 ;
 K - hệ số tin cậy lấy bằng 1.1 cho ứng suất nén và 1.3 cho ứng suất kéo;
 K_1 - hệ số, phụ thuộc vào tỷ số trọng lượng phần đập của búa trên diện tích tiết diện (netto) cọc, kG / cm^2 ;
 K_2 - hệ số, phụ thuộc vào chiều cao rơi tính toán phần đập của búa, H ;
 K_3 - hệ số, phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu tấm đệm dưới của mũ cọc;
 K_4 - hệ số, phụ thuộc vào chiều dài L của cọc, và cường độ tiêu chuẩn, R_n , của đất nền dưới mũi cọc, tính theo các chỉ tiêu cường độ của đất nền, theo bảng A1 của “ Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc”;

Trị số của các hệ số K_1, K_2, K_3, K_4 cho búa đi-ê-zen kiểu ống cho trong các bảng C1 ÷ C4, cho búa hơi đơn động trong các bảng C5 ÷ C8 dưới dạng phân số, tử số dùng tính ứng suất nén, mẫu số dùng tính ứng suất kéo.

Bảng C1- Hệ số K_1

$Q/F, \text{kG} / \text{cm}^2$	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
$K_1, \text{kG} / \text{cm}^2$	$\frac{131}{73}$	$\frac{148}{65}$	$\frac{161}{58}$	$\frac{170}{51}$	$\frac{178}{45}$	$\frac{186}{39}$

Bảng C1- Hệ số K_1 (tiếp theo)

$Q/F, \text{ kG/ cm}^2$	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3
$K_1, \text{ kG/ cm}^2$	193	199	205	210	215	220
	—	—	—	—	—	—
	33	28	23	19	16	13

Bảng C2- Hệ số K_2

Chiều cao roi $H, \text{ cm}$	150	175	200	225	250	275	300
K_2	0.58	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16
	—	—	—	—	—	—	—
	0.35	0.45	0.55	0.75	1.00	1.25	1.55

Bảng C3- Hệ số K_3

Độ cứng đệm $K_p, \text{ kg/ cm}^2$	50	100	150	200	300	400	500
K_3	0.58	0.78	0.87	0.94	1.05	1.14	1.22
	—	—	—	—	—	—	—
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.16	1.36	1.50

Bảng C3- Hệ số K_3 (tiếp theo)

Độ cứng đệm $K_p, \text{ kg/ cm}^2$	600	700	800	900	1000	1100	1200
K_3	1.29	1.35	1.41	1.47	1.52	1.57	1.62
	—	—	—	—	—	—	—
	1.60	1.67	1.72	1.76	1.80	1.83	1.85

Bảng C4- Hệ số K_4

Chiều dài cọc, $L, \text{ m}$	Hệ số K_4 ứng với cường độ tiêu chuẩn của đất nền dưới mũi cọc $R_n, \text{ T/m}^2$							
	1100	800	600	400	250	150	100	50

25	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00
	0.44	0.66	0.88	1.10	1.37	1.65	1.93	2.58
20	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	0.98	0.98
	0.40	0.60	0.80	1.00	1.25	1.50	1.75	2.25
16	1.01	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
	0.35	0.53	0.70	0.88	1.10	1.32	1.54	2.00
12	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.92	0.91
	0.30	0.44	0.59	0.74	0.93	1.11	1.29	1.70
8	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92	0.88	0.86
	0.20	0.30	0.40	0.50	0.63	0.75	0.88	1.30

Bảng C5- Hệ số K_1

Q/F, kG/ cm ²	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
K_1 , kG/ cm ²	140	155	165	177	185	196	203	209
	82	64	48	36	28	22	18	15

Bảng C6- Hệ số K_2

Chiều cao rơi H, cm	20	40	60	80	100	120
K_2	0.55	0.71	0.87	1.00	1.12	1.23
	0.47	0.67	0.84	1.00	1.14	1.27

Bảng C7- Hệ số K_3

Độ cứng dệm K_p, kg/ cm²	50	100	150	200	300	400	500
K_3	0.50	0.78	0.87	0.94	1.05	1.14	1.20
	0.47	0.40	0.60	0.80	1.21	1.48	1.65

Bảng C7- Hệ số K_3 (tiếp theo)

Độ cứng dệm K_p, kg/ cm²	600	700	800	900	1000	1100	1200
---	-----	-----	-----	-----	------	------	------

K_3	1.32	1.40	1.48	1.56	1.64	1.72	1.79
	1.76	1.84	1.90	1.95	2.00	2.04	2.08

Bảng C8- Hệ số K_4

Chiều dài cọc, L, m	Hệ số K_4 ứng với cường độ tiêu chuẩn của đất nền dưới mũi cọc $R_n, T/m^2$							
	1100	800	600	400	250	150	100	50
25	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
	0.52	0.78	1.04	1.30	1.56	1.82	2.03	2.40
20	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.64	1.87	2.20
16	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.90
12	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
	0.30	0.44	0.59	0.74	0.89	1.03	1.18	1.50
8	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92
	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.90

Chú thích: 1. Để xác định ứng suất nén lớn nhất khi đóng bằng búa đi-ê-zen cần theo công thức (1) riêng hệ số K lấy bằng 1, còn các hệ số khác như trong bảng C1 ÷ C4;

2. Các giá trị trung gian của các hệ số trong bảng C1 ÷ C8 lấy theo chia khoảng;

3. Tổn thất năng lượng trong kết cấu búa lấy bằng 15% cho búa ống và 10% cho búa hơi đơn động. Với các tổn thất trong phạm vi nêu trên thì trị số chiều cao rơi búa tính toán, H , trong bảng C2 và C6 trùng với chiều cao rơi thực tế. Khi tổn thất khác các giá trị nêu trên thì chiều cao rơi búa tính toán và thực tế có quan hệ sau:

$$H = H^1 \frac{m'}{m} \quad (C2)$$

H và H^1 - chiều cao rơi búa tính toán và thực tế;

m' - hệ số tổn thất năng lượng thực tế, trong búa đi-ê-zen ống lấy bằng 0.8 ÷ 0.9, trong búa hơi lấy bằng 0.7 ÷ 0.9

m - hệ số tổn thất năng lượng tính toán, trong búa đi-ê-zen ống lấy bằng 0.85, trong búa hơi lấy bằng 0.9.

4. Độ cứng của tấm đệm K_p tính theo công thức:

$$K_p = \frac{E_{tt}}{K_n l_b} \quad (C3)$$

E_{tt} - mô đun đàn hồi tính toán của vật liệu tấm đệm, kG/cm^2 , lấy theo bảng C9 phụ thuộc vào ứng suất nén cho trước lớn nhất σ trong cọc. Nếu khi tính theo công thức (1) được ứng suất σ_n chênh với σ quá 10% thì phải

tra bảng tính lại;

K_n - hệ số nén chặt của vật liệu tẩm đệm, lấy theo bảng C9;

l_b - chiều dày ban đầu của tẩm đệm trước khi nén, cm.

Độ cứng của tẩm đệm nhiều lớp xác định theo công thức:

$$\frac{1}{K_p} = \frac{1}{K_{p1}} + \frac{1}{K_{p2}} + \dots + \frac{1}{K_{pn}} \quad (C4)$$

Bảng C9- Mô đun đàn hồi của tẩm đệm mũ cọc

TT	Vật liệu tẩm đệm	Hệ số nén K_{pn}	Mô đun Ett, kG/cm ² ứng với ứng suất σ , kG/ cm ² cho trước là:				
			50	100	150	200	250
1	Gỗ thông mọi loại thớ	0.40	900	1700	2500	3200	3600
2	Gỗ sồi thớ vuông góc với hướng nén	0.60	2600	3400	4100	4600	4800
3	Ván ép	0.70	2800	3800	4100	4600	4800
4	Cao su chịu nhiệt có độ xốp, %:						
	10	1	1100	2300	3200	3700	3900
	15	1	800	1800	2600	3200	3500
	20	1	600	1500	2300	2900	3200
	25	1	500	1300	2000	2700	3000

5. Trong trường hợp cần thiết có thể dùng công thức (1) để giải bài toán ngược.

Thí dụ tính toán. Cọc BTCT tiết diện 40 x 40 cm, dài 16 m đóng bằng búa D35 vào đất sét dẻo cứng (IL = 0.4) đến độ sâu 15m. Vật liệu tẩm đệm mũ cọc là ván xẻ thớ ngang hướng đóng. Chiều dày ban đầu trước khi nén là 20 cm. Số nhát búa cho phép trước khi đổi tẩm đệm là 1000.

Xác định ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc và ứng suất kéo lớn nhất trong thân cọc lúc khởi đầu đóng với chiều cao rơi búa là 170 cm; tính ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc khi sắp kết thúc với chiều cao rơi 220 cm. Trọng lượng phần đập quả búa 3500 kG. Tổng trọng lượng quả búa 7200 kG, trọng lượng mũ cọc 500kG, tổn thất năng lượng trong búa 15%

1. Tính các thông số cần thiết

a) $Q / F = 3500 / 40 / 40 = 2.2 \text{ kG} / \text{cm}^2$

b) Lúc khởi đầu đóng, sức kháng của đất nền dưới mũi cọc bằng tổng trọng lượng quả búa, mũ cọc và cọc chia cho diện tích tiết diện cọc:

$$R_{n0} = (7.2 + 0.5 + 6.4) / 0.16 = 90 \text{ T} / \text{m}^2$$

c) Khi kết thúc đóng, sức kháng của đất nền dưới mũi cọc(tra bảng A1 của Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc) là $R_{n15} = 280 \text{ T} / \text{m}^2$.

2. Tính ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc khi mới đóng

a) Theo bảng 1 tính ra $K_1 = 199$.

b) Theo bảng 2, với $H = 170 \text{ cm}$, tính ra $K_2 = 0.71$.

c) Giả sử ứng suất nén $\sigma = 150 \text{ kG/cm}^2$, tính độ cứng của tẩm đệm ván xẻ theo công thức (3) : $K_p = 2500 / 0.4 / 20 = 312 \text{ kG} / \text{cm}^3$

- d) Theo bảng 3 tính ra $K_3 = 1.06$.
 e) Theo bảng 4 tính ra $K_4 = 0.96$
 f) Theo công thức (1) ta có ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc khi mới đóng là:
 $\sigma_n = 1.10 \times 199 \times 0.71 \times 1.06 \times 0.96 = 158 \text{ kG/cm}^2$.

Trị số này so với trị số tạm tính $\sigma = 150 \text{ kG/cm}^2$ không chênh nhau đáng kể, nên lấy ứng suất nén là $\sigma_n = 158 \text{ kG/cm}^2$.

3. Tính ứng suất kéo lớn nhất ở đầu cọc khi mới đóng

- a) Theo bảng 1 tính ra $K_1 = 28$.
 b) Theo bảng 2, với $H = 170 \text{ cm}$, tính ra $K_2 = 0.71$.
 c) Theo bảng 9, với ứng suất nén $\sigma = \sigma_n = 158 \text{ kG/cm}^2$, mô đun đàn hồi tính toán của đệm là 2610 kG/cm^2 ; tính độ cứng của tấm đệm ván xẻ theo công thức (3): $K_p = 2610 / 0.4 / 20 = 326 \text{ kG/cm}^3$
 d) Theo bảng 3 tính ra $K_3 = 1.21$.
 e) Theo bảng 4 tính ra $K_4 = 1.63$.
 f) Theo công thức (1) ta có ứng suất kéo lớn nhất ở thân cọc khi mới đóng là:
 $\sigma_k = 1.3 \times 28 \times 0.43 \times 1.21 \times 1.63 = 31 \text{ kG/cm}^2$.

4. Tính ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc khi sắp kết thúc

- a) Theo bảng 1 tính ra $K_1 = 199$.
 b) Theo bảng 2, với $H = 220 \text{ cm}$, tính ra $K_2 = 0.90$.
 c) Giả thiết ứng suất nén lớn nhất là 200 kG/cm^2 , theo bảng 9 mô đun đàn hồi của gỗ là 3200 kg/cm^2 ; tính độ cứng của tấm đệm ván xẻ theo công thức (3): $K_p = 3200 / 0.4 / 20 = 400 \text{ kG/cm}^3$
 d) Theo bảng 3 tính ra $K_3 = 1.14$.
 e) Theo bảng 4 với $L = 16 \text{ m}$, $R_{n15} = 280 \text{ T/m}^2$ tính ra $K_4 = 1.0$.
 f) Theo công thức (1) ta có ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc là:
 $\sigma_n = 1.1 \times 199 \times 0.9 \times 1.14 \times 1.0 = 222 \text{ kG/cm}^2$.

Trị số này so với trị số tạm tính $\sigma = 200 \text{ kG/cm}^2$ chênh nhau đáng kể, nên tính lại với là $\sigma_n = 222 \text{ kG/cm}^2$, mô đun đàn hồi sẽ là 3640 kG/cm^2 và độ cứng của tấm đệm sẽ là: $K_p = 3640 / 0.4 / 20 = 455 \text{ kG/cm}^3$.

- g) Theo bảng 3 tính ra $K_3 = 1.14$.
 h) Theo công thức (1) ta có ứng suất nén lớn nhất ở đầu cọc là:
 $\sigma_n = 1.1 \times 199 \times 0.9 \times 1.18 \times 1.0 = 232 \text{ kG/cm}^2$.

C.2. Theo Broms B.B.

Ứng suất nén lớn nhất có thể xác định theo công thức:

$$\sigma_n = \frac{\alpha \sqrt{2 e E_{ep} \gamma_p H}}{\left(1 + \frac{F_c}{F_h} \sqrt{\frac{E_{ec} \gamma_c}{E_{eh} \gamma_h}}\right) \left(1 + \frac{F_p}{F_c} \sqrt{\frac{E_{ep} \gamma_p}{E_{ec} \gamma_c}}\right)}$$

ở đây: σ_n = ứng suất nén lớn nhất trong cọc (kG/cm^2);

H = độ cao rơi búa, cm ;

α = 0.6 đối với búa rơi tự do;

α = 2 đối với búa điêzen;

e = hệ số hiệu suất búa- cọc, $e = 0.6$ cho búa rơi tự do và $e = 0.8$ cho búa điêzen;

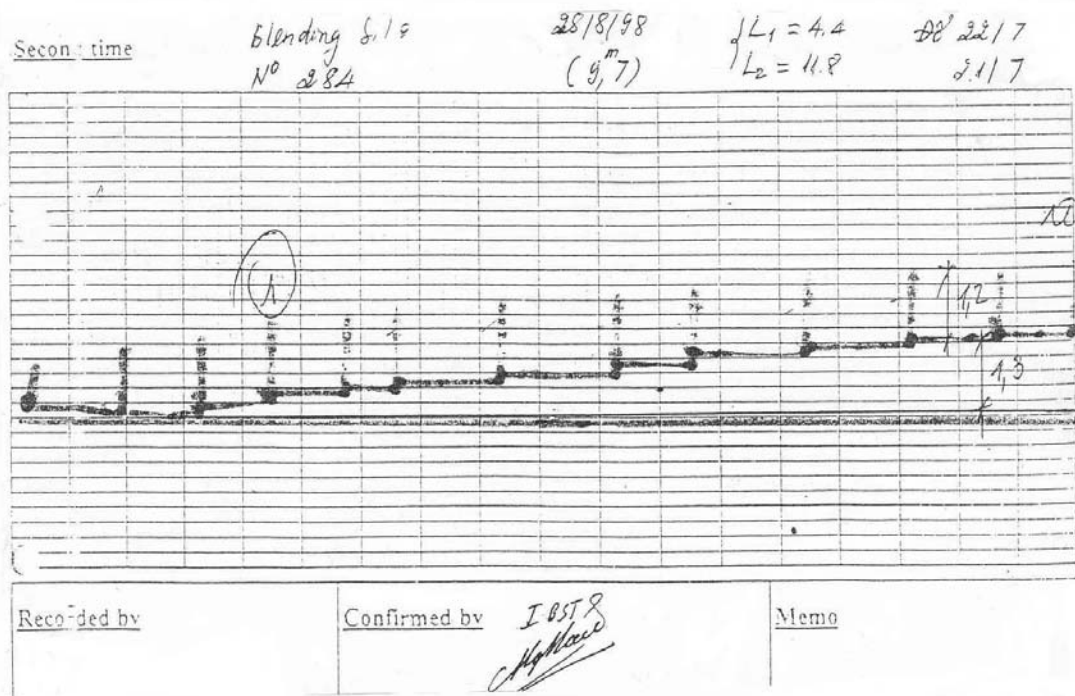
các ký hiệu h, c, p ở chân của Ee, γ , F tương ứng cho búa(hammer), đệm cộc(cushion) và cọc(pile).

Biểu ghi độ chồi đóng cọc

Lần đo:

[illegible]

Ví dụ: Biểu ghi độ chối cọc đóng tại Nhà máy xi măng Nghi Sơn



2. Cọc thép

Loại cọc thép thường dùng hiện nay là cọc ống tròn, cọc thép hình chữ I, chữ H.

Khi sử dụng cọc thép thì chất lượng cọc thép như sau:

Cọc thép thường được chế tạo từ thép ống hoặc thép hình cán nóng. Chiều dài các đoạn cọc chọn theo kích thước của không gian thi công cũng như kích thước và năng lực của thiết bị hạ cọc.

Mặt đầu các đoạn cọc phải phẳng và vuông góc với trục cọc, độ nghiêng không quá 1%.

Chiều dày của cọc thép lấy theo quy định của thiết kế thường bằng chiều dày chịu lực theo tính toán cộng với chiều dày chịu ăn mòn.

Trong trường hợp cần thiết có thể thực hiện lớp bảo vệ bằng phun vữa xi măng mác cao, chất dẻo hoặc phương pháp điện hoá.

Các đoạn cọc thép được nối hàn, chiều cao và chiều dài đường hàn phải tuân theo thiết kế.

2.1. Kiểm tra chất lượng chế tạo.

Theo chứng chỉ của nhà chế tạo, khi cần có thể lấy mẫu kiểm tra. Các hạng mục chính cần kiểm tra, gồm :

- Chứng chỉ về cọc thép, thành phần kim loại chính;

- Độ bền chống ăn mòn của thép (mm/năm) trong các môi trường ăn mòn khác nhau (ăn mòn yếu, trung bình, mạnh);
- Dung sai kích thước của cọc (tham khảo bảng 7.20 và bảng 7.21) do người đặt hàng yêu cầu.

Bảng 7.20. Sai số chế tạo cho phép của cọc ống thép (theo [7])

Hạng mục			Sai số cho phép
Đường kính ngoài		Phần đầu ống	$\pm 0,5\%$
		Phần thân ống	$\pm 1\%$
Độ dày	< 16mm	Φ ngoài < 500mm	+ không quy định - 0,6 mm
		Φ ngoài > 500mm	
		Φ ngoài < 800mm	+ không quy định - 0,7mm
		Φ ngoài > 800mm	+ không quy định - 0,8 mm
	> 16mm	Φ ngoài < 800mm	+ không quy định - 0,8mm
		Φ ngoài > 800mm	+ không quy định - 1,0mm
Độ dài			+ không quy định - 0mm
Độ cong vênh			< 0,1% độ dài
Độ phẳng đầu nối			< 2mm
Độ vuông góc đầu nối			< 0,5 % Φ ngoài, tối đa 4mm

Cọc thép chữ H được chế tạo bằng phương pháp cán thép một lần tại nhà máy thép, chất thép có thép cacbon phổ thông, thép cường độ cao Mn16. Ngoài ra trong nhà máy thép còn có thể chế tạo loại thép đặc biệt chống rỉ bằng cách cho thêm đồng, kền, cali vào khi luyện thép, có thể dùng ở các công trình trên biển.

Độ chính xác chế tạo cọc chữ H theo bảng 7.21.

Bảng 7.21. Sai số cho phép của cọc thép chữ H (theo [7])

Hạng mục	Sai số cho phép	Cách xác định
Độ cao (h)	+ 4mm - 3mm	Đo thước thép
Độ rộng (b)	+ 6mm - 5mm	Đo thước thép
Độ dài (l)	+ 100mm - 0mm	Đo thước thép
Độ cong vênh	< 0,1% độ dài	Căng dây
Bán bung lệch tâm (E)	< 5mm	Đo thước thép
Độ vuông mặt đầu	h < 300 — h > 300	T' - độ lệch cánh trên T- độ lệch cánh dưới
	< 6mm (T+ T') < 8mm (T+ T')	

Cọc thép ngoài việc kiểm tra kích thước ngoại hình ra còn phải có :

1. Chất lượng hợp chuẩn chất lượng thép;

2. Nếu là thép nhập khẩu phải có kiểm nghiệm hợp chuẩn của cơ quan thương kiểm địa phương.

Ngoài yêu cầu độ chính xác về kích thước hình học như trên, trong thiết kế lúc xác định diện tích tiết diện chịu tải của cọc thép còn căn cứ vào độ ăn mòn và phòng chống ăn mòn.

Trong bảng 7.22 trình bày số liệu tham khảo về tốc độ ăn mòn của thép. Xử lý và phòng chống ăn mòn có thể dùng các phương pháp sơn phủ hay bảo vệ bằng cực dương, tăng thêm chất chống ăn mòn khi chế tạo vv.... Có thể tham khảo ở bảng 7.23 lấy từ tài liệu [8].

Bảng 7.22. *Tốc độ ăn mòn cọc thép trong 1 năm*
(theo tiêu chuẩn JGJ-94, Trung Quốc)

Môi trường của cọc thép		Tốc độ ăn mòn mm/năm
Trên mặt đất	Trong môi trường ít ăn mòn	0,05 - 0,1
Dưới mặt đất	Trên mực nước ngầm	0,05
	Dưới mực nước ngầm	0,03
	Khu vực có sóng	0,1 - 0,3

Bảng 7.23. *Hướng dẫn bảo vệ cọc chống ăn mòn (theo [8])*

Môi trường hạ cọc	Khả năng ăn mòn	Khuyến nghị cách bảo vệ
Trong đất không thấm ^{a)}	Rất ít	Không yêu cầu bảo vệ
Trong đất dễ thấm ^{a)}	Khoảng 0,5m dưới mặt đất	Vỏ bọc bề mặt
Nhô ra ngoài không khí	Ăn mòn không khí Ăn mòn do đất chung quanh	Sơn phía trên mặt đất nền Bọc bê tông hoặc hắc ín 0,5mm ở phía trên và dưới đất
Trong nước ngọt	Không ăn mòn	Không yêu cầu bảo vệ
Trong nước biển	Ăn mòn do không khí trên mực nước thủy triều Bị ăn mòn giữa mực nước triều cao và mặt bùn	Sơn Bọc bê tông hoặc bột hắc ín

a) Quyết định cuối cùng phụ thuộc vào kết quả thí nghiệm đất tại chỗ.

Nếu đất không thuộc loại gây ăn mòn như những trường hợp nêu ở đây thì phải xem xét đến các biện pháp bảo vệ thích hợp.

2.2. *Chất lượng hàn và cấu tạo mũi cọc*

Chất lượng hàn là một phần quan trọng trong việc đánh giá tổng thể chất

lượng thi công cọc thép, khi thi công phải chọn những công nhân có tư chất tốt, kỹ thuật thành thạo, và có những kinh nghiệm để thi công hàn. Thiết bị hàn cũng phải có tính năng tốt và tăng cường quản lý, bảo đảm tiêu chuẩn nghiệm thu chất lượng công trình, chất lượng mối hàn (xem bảng 7.24). Trong bảng từ điểm 1 - 7 đều kiểm tra bằng ngoại quan khi nối bằng cách hàn do kiểm tra viên dùng các dụng cụ đo chuyên dụng để đo thực tế từng đầu mối hàn, đồng thời phải trung thực ghi vào biên bản (xem bảng 7.25)

Bảng 7.24. Tiêu chuẩn nghiệm thu chất lượng hàn cọc thép (theo [7])

TT	Hạng mục	Tiêu chuẩn	Ghi chú
1	Khe hở giữa đoạn cọc trên và dưới	2-4mm	Mỗi đầu nối kiểm tra không ít hơn 4 điểm
2	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc ống thép $\Phi < 700\text{mm}$	$< 2\text{mm}$	nt
3	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc ống thép $\Phi > 700\text{mm}$	$< 3\text{mm}$	nt
4	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc thép chữ H	$< 3\text{mm}$	nt
5	Độ sâu ngọam vào thịt	$< 0,5\text{mm}$	
6	Độ sâu mạch hàn chùm qua vật liệu gốc	$< 3\text{mm}$	
7	Chông cao của mạch hàn	$< 2-3\text{mm}$	
8	X quang dò khuyết tật	cấp III trở lên hợp lệ	Cứ 20 cọc chụp 1 ảnh rút mẫu kiểm tra

Bảng 7.25. Kiểm tra ngoại quan mối hàn nối cọc thép

Tên công trình Ngày tháng năm

Số cọc	Loại cọc	Qui cách	Vị trí đầu nối	Chất lượng mối hàn											
				Khe hở giữa cọc trên dưới mm				Lệch miệng đoạn cọc mm				Ngọt thịt mm	Chống cao mm	Độ rộng mm	Ghi chú
			Đầu nối 1												
			Đầu nối 2												
			Đầu nối 3												
			Đầu nối 4												

Người phụ trách

Người kiểm tra

Thợ hàn

.....

.....

.....

Phương pháp kiểm tra chất lượng bên trong của mối hàn có dò khuyết tật bằng tia X, bằng sóng siêu âm, bằng nhuộm màu Tiêu chuẩn xem xét phim chụp Xquang xem bảng 7.26.

Bảng 7.26. Tiêu chuẩn xem xét phim chụp X quang (theo [7])**(A) Phân cấp khuyết tật dạng điểm****Đơn vị : mm**

Khuyết tật Độ dày vật liệu Cấp loại	10 x 10		10 x 20		10 x 30
	< 10	10-25	25-50	50-100	> 100
Cấp 1	1	2	4	5	6
Cấp 2	3	6	12	15	18
Cấp 3	6	12	24	30	36
Cấp 4	Số điểm khuyết tật nhiều hơn cấp 3				

(B) Độ dài khuyết tật và tính đổi số điểm

Độ dài khuyết tật mm	< 10	10-20	20-30	30-40	40-60	60-80	> 80
Số điểm	1	2	3	6	10	15	25

(C) Phân cấp khuyết tật dạng dài

Độ dày vật liệu mm Cấp loại	< 12	12 - 48	> 48
Cấp 1	< 3	nhỏ hơn 1/4 độ dày vật liệu	< 12
Cấp 2	< 4	nhỏ hơn 1/3 độ dày vật liệu	< 16
Cấp 3	< 6	nhỏ hơn 1/2 độ dày vật liệu	< 24
Cấp 4	Độ dài khuyết tật dài hơn cấp 3		

Giống như cọc bê tông cốt thép, tùy theo điều kiện đất nền mà cọc thép có cấu tạo mũi khác nhau. Ưu điểm nổi bật của cọc thép tròn hở mũi hoặc cọc thép hình chữ H là chúng có thể đóng vào các lớp đất chịu lực cứng và ở độ sâu khá lớn và ít bị ép đẩy đất, điều này có lợi khi đóng gần công trình cũ.

Trên hình 7.12 trình bày một số hình thức mũi cọc thép tròn và thép hình chữ H.

2.3. Tiêu chuẩn dùng đóng.

Cọc thép phải được đóng với búa nặng thích đáng, có thể tham khảo các khống chế sau đây :

(1) Độ xuyên sâu vào đất ở những mét cuối cùng 3-4mm/nhát đập, hoặc 12-15 nhát búa/in;

(2) Số lần đánh búa ở mét cuối cùng phải lớn hơn 250 lần, ở 10 m cuối cùng dưới 1500 lần, số búa đánh khống chế dưới 3000 lần.

3. Cọc khoan nhồi

Cọc khoan nhồi trong những năm gần đây đã được áp dụng nhiều trong xây dựng nhà cao tầng, cầu lớn và nhà công nghiệp có tải trọng lớn. So với cọc chế tạo sẵn, việc thi công cọc nhồi có nhiều phức tạp hơn, do đó phương pháp và cách giám sát, kiểm tra chất lượng phải làm hết sức chu đáo, tỷ mỉ với những thiết bị kiểm tra hiện đại..

Dưới đây trình bày tóm tắt những nội dung chính mà người kỹ sư giám sát phải nắm vững để nâng cao hơn nữa trách nhiệm cũng như chất lượng giám sát.

3.1. Yêu cầu chung

Việc giám sát phải dựa vào công nghệ thi công và chương trình đảm bảo chất lượng đã duyệt. Trong chương trình đảm bảo chất lượng thi công của nhà thầu cần thể hiện chi tiết ở 3 khâu quan trọng sau:

- Công nghệ tạo lỗ (đào, đóng, khoan, ép), cách giữ thành lỗ cọc (ống chống suốt chiều dài cọc hoặc dung dịch) và chất lượng lỗ (đúng vị trí, không nghiêng quá trị số cho phép, cặn lắng ở đáy lỗ được thổi rửa sạch đúng yêu cầu);
- Chế tạo, lắp lồng cốt thép và giữ lồng thép ổn định trong quá trình đổ bê tông;
- Khối lượng bê tông, chất lượng và công nghệ đổ bê tông.

Về mặt quản lý và kiểm tra chất lượng cọc thì chia làm 2 giai đoạn: trước khi thành hình cọc và sau khi đã thi công xong cọc.

Chỉ tiêu cần phải kiểm tra và đánh giá 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 (sự liên tục, nghiêng lệch, trôi...);
- Chất lượng sản phẩm (tình trạng, kích thước thân cọc và sức chịu tải của cọc).

Nếu dùng dung dịch sét (hoặc hoá phẩm khác) để ổn định thành lỗ cọc thì cần phải quản lý chất lượng dung dịch này về các mặt:

- Chế tạo dung dịch đạt tiêu chuẩn đã đề ra;
- Điều chỉnh dung dịch (mật độ và độ nhớt..) theo điều kiện địa chất công trình - địa chất thuỷ văn và công nghệ khoan cụ thể;
- Thu hồi, làm giàu và sử dụng lại dung dịch;
- Hệ thống thiết bị để kiểm tra chất lượng dung dịch tại hiện trường.

3.2. Khối lượng kiểm tra và cách xử lý

Về nguyên tắc, công trình càng quan trọng (về ý nghĩa kinh tế, lịch sử, xã hội..), chịu tải trọng lớn, thi công trong điều kiện địa chất phức tạp, công nghệ thi công có độ tin cậy thấp, người thi công (và thiết kế) có trình độ và kinh nghiệm ít thì cần tiến hành quản lý và kiểm tra chất lượng có mật độ (tỷ lệ %) cao hơn, tức là

nếu độ rủi ro càng nhiều thì mức độ yêu cầu về quản lý và đánh giá chất lượng cần phải nghiêm ngặt với mật độ dày hơn.

Mặt khác, như sẽ được trình bày chi tiết hơn ở mục này, cách kiểm tra bằng phương pháp không phá hỏng (NDT) nhờ những thiết bị khá hiện đại đã có ở nước ta, cho phép thực hiện việc kiểm tra chất lượng cọc hết sức nhanh chóng với giá cả chấp nhận được. Vì vậy trong tiêu chuẩn TCXD 206: 1998 “Cọc khoan nhồi - yêu cầu về chất lượng thi công” đã đưa ra khối lượng kiểm tra tối thiểu (bảng 7.27).

Bảng 7.27. Khối lượng kiểm tra chất lượng bê tông thân cọc
(theo TCXD 206: 1998)

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Tỷ lệ kiểm tra tối thiểu, %
Sự nguyên vẹn của thân cọc	<ul style="list-style-type: none"> - So sánh thể tích bê tông đổ vào lỗ cọc với thể tích hình học của cọc - Khoan lấy lõi - Siêu âm, tán xạ gama có đặt ống trước - Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT, MIM), quan sát khuyết tật qua ống lấy lõi bằng camera vô tuyến - Phương pháp biến dạng lớn PDA 	<p>100</p> <p>1-2% + phương pháp khác</p> <p>10-25% + phương pháp khác</p> <p>≥ 50</p> <p>4% và không dưới 5 cọc</p>
Độ mở rộng hoặc độ ngàm của mũi cọc vào đá	Khoan đường kính nhỏ (36mm) ở vùng mở rộng đáy hoặc xuyên qua mũi cọc	2-3 cọc lúc làm thử hoặc theo bảng 7.28
Cường độ bê tông thân cọc	<ul style="list-style-type: none"> - Thí nghiệm mẫu lúc đổ bê tông - Thí nghiệm trên lõi bê tông lúc khoan - Theo tốc độ khoan (khoan thổi không lấy lõi) - Súng bật nảy hoặc siêu âm đối với bê tông ở đầu cọc 	<p>Theo yêu cầu của giám sát</p> <p>35</p>

Chú thích:

- 1) Thông thường cần kết hợp từ 2 phương pháp khác nhau trở lên để tiến hành so sánh cho một thông số kiểm tra nêu ở bảng này. Khi cọc có $L/D > 30$ thì phương pháp kiểm tra qua ống đặt sẵn sẽ là chủ yếu (L-chiều dài, D-đường kính);
- 2) Lớp bê tông bảo vệ cốt thép cọc và hình dạng bề ngoài của cốt thép có thể kiểm tra ở chỗ đầu cọc, khi đã loại bỏ lớp bê tông cạnh ở phía trên cốt đầu cọc.
- 3) Nay đã có tiêu chuẩn mới về cọc khoan nhồi- Thi công và nghiệm thu, mang số hiệu : TCXDVN 326:2004 ban hành ngày 10-12-2004 thay thế cho TCXD 206:1998.

Đối với những công trình có số lượng cọc trong mỗi móng là ít và tải trọng truyền lên móng lớn, kết cấu có độ nhạy cao khi lún không đều xảy ra, người ta yêu cầu tỷ lệ đặt ống để kiểm tra khá nhiều như trình bày ở bảng 7.28 dưới đây.

Bảng 7.28. Quy định tỷ lệ % cọc cần đặt sẵn ống và kiểm tra đối với công trình giao thông (DTU 13.2, P1 - 212, 9-1992, Pháp)

(N - tổng số cọc thi công, n - số cọc trong một móng trụ)

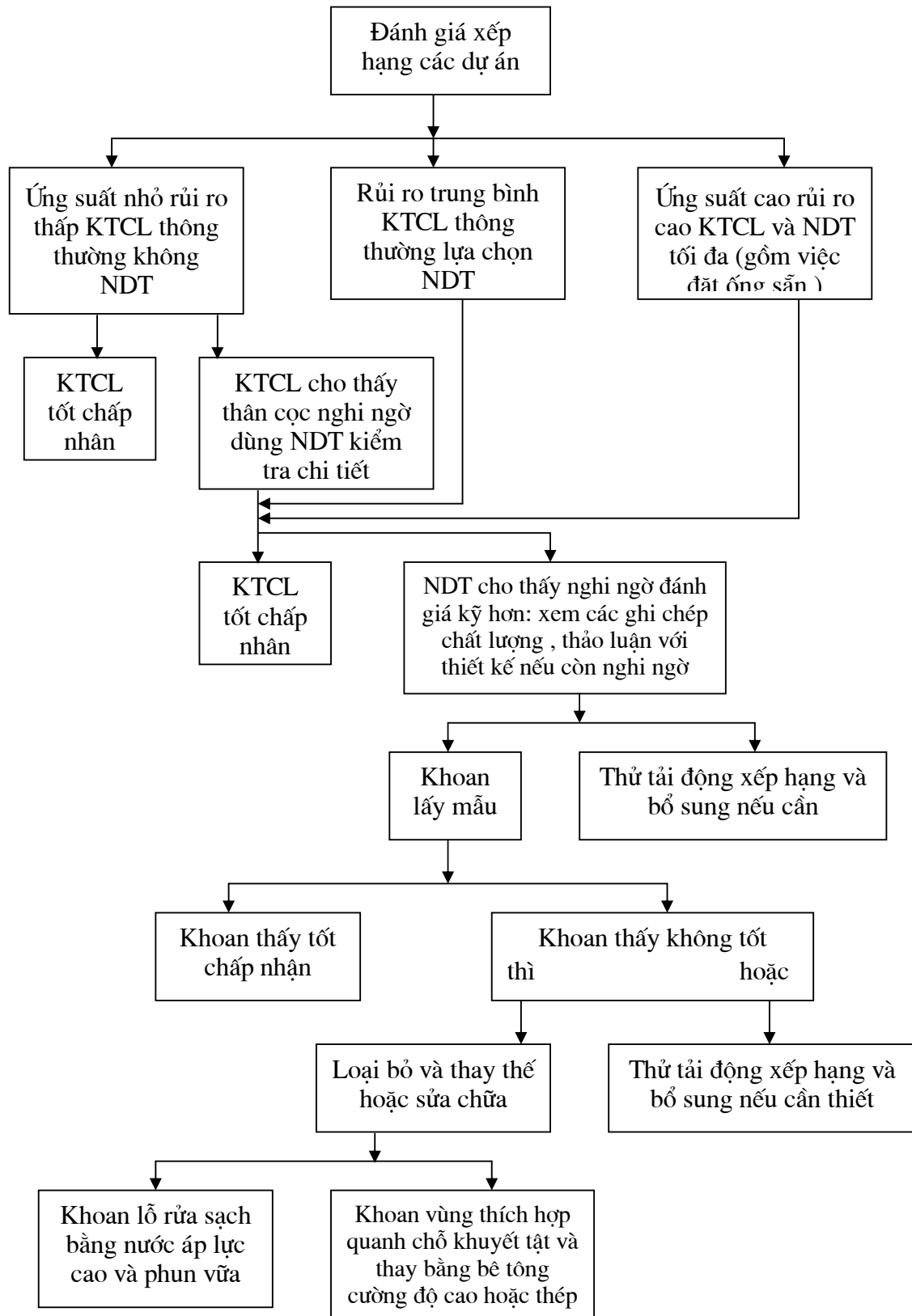
Cách thức tiếp nhận lực của cọc	N	n ≤ 4				n > 4			
		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra	
		Các ống 50/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc	Các ống 60/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc
Chỉ có ma sát Cục bộ	≤ 50	100	0	100	0	100	0	50-100	0
	> 50	100	0	100	1	50-100	0	50-100	0
Ma sát cục bộ và mũi cọc	≤ 50	100	≥ 50	100	30	100	≥ 30	50-100	≥ 20
	> 50	100	≥ 30	50-100	20	50-100	≥ 20	50-100	≥ 10
Chỉ có mũi cọc	≤ 50	100	100	100	50-100	100	50-100	50-100	≥ 30
	> 50	100	50-100	50-100	≥ 30	50-100	≥ 30	50-100	≥ 20

Ống thăm dò NDT đặt suốt chiều dài cọc còn ống khoan lấy lõi phải đặt cách đáy cọc từ $3 \div 4m$.

Không nhất thiết phải kiểm tra tất cả các cọc có đặt sẵn ống. Thông thường người ta chỉ tiến hành kiểm tra theo một tỷ lệ nào đó so với các cọc đã đặt ống, nếu thấy chất lượng tốt và đạt kết quả ổn định thì có thể dừng. Nếu có nghi vấn thì phải tiếp tục kiểm tra cho hết số cọc đã đặt ống.

Ngoài ra cũng có thể dựa vào sơ đồ trình bày trên hình 7.13 để thực hiện trình tự

kiểm tra từ đơn giản đến phức tạp theo mức độ khai thác ứng suất cho phép và độ rủi ro có thể xảy ra trong quá trình thi công cọc.



Hình 7.13. Sơ đồ dùng để đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi (Cục đường bộ Liên bang Mỹ, 1993)

3.3. Kiểm tra chất lượng lỗ cọc

Yêu cầu về chất lượng

Chất lượng lỗ cọc là một trong các yếu tố có ý nghĩa quyết định chất lượng cọc. Công việc khoan và dọn lỗ cọc, sau đó là cách giữ thành vách lỗ cọc là những công đoạn quan trọng, ảnh hưởng đến chất lượng lỗ cọc tốt hay xấu. Các chỉ tiêu về chất lượng lỗ cọc gồm vị trí, kích thước hình học, độ nghiêng lệch, tình trạng thành vách và lớp cặn lắng ở đáy lỗ. Trong bảng 7.29 trình bày các thông số để đánh giá chất lượng và phương pháp kiểm tra chúng.

Bảng 7.29. Các thông số cần kiểm tra về lỗ cọc (theo TCXD 206 : 1998)

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra
Tình trạng lỗ cọc	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra bằng mắt có thêm đèn rọi - Dùng phương pháp siêu âm hoặc camera ghi chụp thành lỗ cọc
Vị trí, độ thẳng đứng và độ sâu	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Theo chiều dài tời khoan - Quả dọi - Máy đo độ nghiêng, phương pháp siêu âm
Kích thước lỗ	<ul style="list-style-type: none"> - Mẫu, calip, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính ống giữ thành - Theo độ mở của cách mũi khoan khi mở rộng đáy
Tình trạng đáy lỗ và độ sâu của mũi cọc trong đất+đá, độ dày lớp cặn lắng	<ul style="list-style-type: none"> - 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 (trước lúc đổ bê tông) - Độ sạch của nước thổi rửa - Phương pháp quả tạ rơi hoặc xuyên động - Phương pháp điện (điện trở, điện dung..) - Phương pháp âm.

Bảng 7.30. Sai số cho phép về lỗ cọc

Tiêu chuẩn	Độ thẳng đứng	Vị trí đỉnh cọc
ADSC	2% trên suốt chiều dài cọc	7,5 cm
FHWA (1998)	2% trên suốt chiều dài cọc	1/24 của đường kính cọc hoặc 7,5 cm
FHWA (1990)	1/48	7,5 cm
ACI	+ Đối với cọc không có cốt thép 1,5% trên suốt chiều dài cọc. + Đối với cọc có cốt thép 2% trên suốt chiều dài cọc	4% của đường kính cọc hoặc 7,5cm
ICE	1/75	7,5 cm
CGS	2% trên suốt chiều dài cọc	+ 7,5 cm + 15 cm đối với các công trình biển
Chú thích: <i>ADSC</i> : Hiệp hội các Nhà thầu cọc khoan nhồi Mỹ; <i>FHWA</i> : Cục đường bộ Liên bang Mỹ; <i>ACI</i> : Viện bê tông Mỹ; <i>ICE</i> : Viện Xây dựng dân dụng Anh; <i>CGS</i> : Hiệp hội Địa kỹ thuật Canada.		

Vị trí của lỗ cọc trên mặt bằng, độ nghiêng cũng như kích thước hình học của nó thường không đúng với thiết kế quy định, nhưng không được sai lệch quá giới hạn nào đó. Các phạm vi sai số này do thiết kế quy định theo tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc nhồi. Nhưng ngay tiêu chuẩn của các nước khác nhau cũng có những quy định cho phép sai số khác nhau (xem bảng 7.30).

Theo tiêu chuẩn của Trung Quốc thì yêu cầu sai số về độ nghiêng cao hơn nhiều so với bảng 7.30 như sau: Phải nhỏ hơn 1/500 đối với những công trình đòi hỏi cao và thấp nhất là không quá 1/100.

Trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn nhiều nước và tình hình thi công thực tế ở Việt Nam, TCXD 206 : 1998 quy định sai số cho phép về lỗ cọc nhồi như trong bảng 1 của tiêu chuẩn này.

Khi sử dụng bảng trên nên chú ý rằng: đối với những công trình đòi hỏi cao, số lượng cọc ít hoặc có những yêu cầu đặc biệt khác thì cần phải thay đổi các trị số cho phép nêu trên, đặc biệt là độ thẳng đứng. Ví dụ như công trình cầu khẩu độ lớn, nhịp bê tông cốt thép ứng suất trước liên tục, số lượng cọc là 10 cho mỗi trụ thì có thể phải quy định độ nghiêng cho lỗ cọc không được quá 1/200.

Ngoài kích thước và vị trí hình học như đã nói ở trên còn phải đảm bảo lượng

cặn lắng ở đáy lỗ không được dày quá các giá trị sau:

- Cọc chống $\leq 50\text{mm}$;
- Cọc ma sát + chống $\leq 100\text{mm}$;
- Cọc ma sát $\leq 200\text{mm}$.

Phương pháp kiểm tra

(1). Kiểm tra kích thước và tình trạng thành vách lỗ cọc

• *Đo đường kính lỗ cọc*

Thiết bị đo đường kính lỗ cọc gồm 3 bộ phận cấu thành: đầu đo, bộ phận phóng đại và bộ phận ghi (hình 7.14) có thể đo lỗ cọc đường kính lên đến 1,2m. Nguyên tắc hoạt động của thiết bị là do cơ cấu co giãn đàn hồi của 4 “ăng ten” ở đầu đo mà làm thay điện trở, từ đó làm thay đổi điện áp, kết quả của sự thay đổi được hiển thị bằng số hoặc máy ghi lưu giữ. Trị điện áp biểu thị và đường kính cọc có quan hệ:

$$\phi = \phi_0 + k \frac{\Delta V}{I}$$

Trong đó: ϕ - đường kính lỗ cọc đo được, m;

ϕ_0 - đường kính lỗ cọc lúc đầu m;

ΔV - biến đổi điện áp, vôn;

k - hệ số m/Ω ;

I - cường độ dòng điện, Ampe.

• *Độ nghiêng và tình trạng thành vách lỗ cọc*

Khi thi công cọc trong điều kiện có nước ngầm và có dùng dung dịch sét để giữ thành thì tình trạng thành vách, độ thẳng đứng và độ dày lớp cặn lắng chỉ có máy móc mới kiểm tra được.

Phương pháp sóng âm: Nguyên lý là dựa vào hiệu ứng điện áp của tinh thể mà phát sinh ra sóng siêu âm, thông qua bộ chuyển đổi năng lượng sóng âm đặt ở đầu dò (phát và thu), ta đo được các đại lượng:

$$t = L/C$$

Trong đó:

t - thời gian sóng âm qua môi trường, giây;

L - đoạn đường của sóng truyền qua (âm trình), m;

C - vận tốc của sóng âm, m/giây.

Trên hình 7.15 là thiết bị đo thành lỗ khoan DM - 686II của Nhật theo nguyên tắc sóng âm nói trên với độ sâu đo đến 100m và đường kính lỗ đến 4m và trên hình 7.16 là cách lắp đặt và kết quả đo.

(2). Đo bề dày lớp cặn lắng ở đáy lỗ cọc

Phương pháp chùy rơi: Dùng chùy hình côn bằng đồng nặng khoảng 1kg, có tai để buộc dây và thả chậm chậm vào lỗ khoan. Phán đoán mặt lớp cặn lắng bằng cảm giác tay cầm dây, độ dày lớp cặn là hiệu số giữa độ sâu đo được lúc khoan xong với độ sâu đo được bằng chùy này.

Phương pháp điện trở: Dựa vào tính chất dẫn điện khác nhau của môi trường không đồng nhất (gồm nước + dung dịch giữ thành và các hạt cặn lắng) mà phán đoán chiều dày lớp cặn lắng này bằng trị số biến đổi của điện trở.

Theo định luật Ohm:

$$V_2 = V_1 \frac{R}{R_x + R}$$

Trong đó: V_1 - điện áp ổn định của dòng xoay chiều (V);

V_2 - điện áp đo được (V);

R - điện trở điều chỉnh (Ω);

R_x - trị điện trở của đất ở đáy lỗ (Ω).

R_x phụ thuộc vào môi trường, R_x khác nhau sẽ ứng với trị điện áp V_2 khác nhau, sẽ đọc được V_2 ở máy phóng đại. Cách đo như sau: Thả chậm đầu dò vào lỗ khoan, theo dõi sự thay đổi V_2 , khi kim chỉ V_2 biến đổi đột ngột, ghi lại độ sâu h_1 , tiếp tục thả đầu dò, kim chỉ V_2 , ghi lại độ sâu h_2 ..., cho đến khi đầu dò không chìm được nữa, ghi lại độ sâu h_3 . Độ sâu của cọc khoan đã biết là H nên có thể tính chiều dày lớp cặn lắng là:

$$(H - h_1) \text{ hoặc } (H - h_2) \text{ hoặc } (H - h_3) \dots$$

Trên hình 7.17a trình bày nguyên lý xác định chiều dày lớp cặn lắng bằng phương pháp điện trở.

Phương pháp điện dung: Dựa vào nguyên lý khoảng cách giữa hai cực bản kim loại và kích thước giữa chúng không thay đổi thì điện dung và suất điện giải của môi trường tỷ lệ thuận với nhau, suất điện giải của môi trường nước + dung dịch giữ thành + cặn lắng.. có sự khác biệt, do đó từ sự thay đổi của suất điện giải ta suy được chiều dày lớp cặn lắng. Trên hình 7.17b trình bày sơ đồ bộ đo cặn lắng bằng phương pháp điện dung.

Phương pháp âm (sonic) : Dựa vào nguyên lý phản xạ của sóng âm khi gặp các giao diện khác nhau trên đường truyền sóng. Đầu đo làm hai chức năng phát và thu. Khi sóng gặp mặt lớp cặn lắng phản xạ lại, ghi được thời gian này là t_1 , khi gặp đáy lớp cặn (đất đá nguyên dạng) phản xạ lại, ghi được t_2 , chiều dày lớp cặn lắng sẽ là :

$$h = \left(\frac{t_1 - t_2}{2} \right) C$$

Trong đó:

h - độ dày lớp cặn lắng;

t_1 và t_2 - thời gian phát và thu khi sóng gặp mặt và đáy lớp cặn lắng, giây;

C - tốc độ sóng âm trong cặn lắng, m/giây.

Thật ra cặn lắng hình thành trong thời gian từ lúc tạo lỗ đến lúc đổ bê tông, trạng thái của lớp này từ trên xuống ở thể lỏng \rightarrow đặc \rightarrow hạt. Do vậy, thế nào là cặn lắng cũng không có định nghĩa rõ ràng và cũng không có một bề mặt cặn lắng xác định cụ thể mà chủ yếu dựa và kinh nghiệm.

(3). Điều chế và quản lý dung dịch giữ thành

Trừ trường hợp lớp đất ở hiện trường thi công cọc khoan nhồi có thể tự tạo thành dung dịch sét ra hoặc tạo lỗ và giữ thành bằng phương pháp có ống chống đều phải dùng dung dịch chế tạo sẵn để giữ thành lỗ cọc. Chế tạo dung dịch phải được thiết kế cấp phối tùy theo thiết bị, công nghệ thi công, phương pháp khoan lỗ và điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng để quyết định.

Trong bảng 7.31 trình bày các yêu cầu về chất lượng của dung dịch sét lúc chế tạo ban đầu còn khi sử dụng có thể tham khảo bảng 7.32 để điều chế, quản lý và kiểm tra.

Bảng 7.31. Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch sét (nếu dùng)

Hạng mục	Chỉ tiêu tính năng	Phương pháp kiểm tra
1. Khối lượng riêng	1,05 – 1,15	Tỷ trọng kế dung dịch sét hoặc Bomê kế
2. Độ nhớt	18 – 45 s	Phương pháp phễu 500/700cc
3. Hàm lượng cát	< 6%	
4. Tỷ lệ chất keo	> 95%	Phương pháp đông cốt
5. Lượng mất nước	< 30ml/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày của áo sét	1- 3/mm/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
7. Lực cắt tĩnh	1 phút: 20-30 mg/cm ² 10 phút: 50 - 100 mg/cm ²	Lực kế cắt tĩnh
8. Tính ổn định	< 0,03 g/cm ²	
9. Trị số pH	7 - 9	Giấy thử pH

Bảng 7.32. Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét bentonite trong sử dụng
(kinh nghiệm của Nhật)

Phương pháp khoan	Địa tầng	Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét					
		Khối lượng riêng	Độ nhớt (Pa.S)	Hàm lượng cát, %	Tỷ lệ chất keo, %	Mất nước (ml/30 min)	Độ pH
Tuần hoàn thuận, khoan đập	Đất sét	1,05-1,20	16-22	< 8-4	> 90-95	< 25	8 - 10
	Đất cát	1,2-1,45	19-28	< 8-4	> 90-95	< 15	8 - 10
	Đất sạn						
Khoan đẩy, khoan ngoạm	Đất sét	1,1-1,2	18-24	< 4	> 95	< 30	8-11
	Đất cát sỏi sạn	1,2-1,4	22-30	< 4	> 95	< 20	8-11
Khoan tuần hoàn nghịch	Đất sét	1,02-1,06	16-20	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất cát	1,0-1,10	19-28	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất sạn	1,1-1,15	20-25	< 4	> 95	< 20	8-10

3.4. Kiểm tra lồng thép và lắp đặt ống đo

Lồng cốt thép ngoài việc phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế như quy cách, chủng loại, phẩm cấp que hàn, quy cách mối hàn, độ dài đường hàn, ngoại quan và chất lượng đường hàn.. còn phải phù hợp yêu cầu sau đây:

- Sai số cho phép trong chế tạo lồng cốt thép:
 - Cự ly giữa các cốt chủ $\pm 10\text{mm}$;
 - Cự ly cốt đai hoặc cốt lò xo $\pm 20\text{mm}$;
 - Đường kính lồng cốt thép $\pm 10\text{mm}$;
 - Độ dài lồng cốt thép $\pm 50\text{mm}$;
 - Độ thẳng của lồng thép $< 1/100$;
- Sai số cho phép của lớp bảo vệ cốt thép chủ của lồng thép:
 - Cọc đổ bê tông dưới nước $\pm 20\text{mm}$;
 - Cọc không đổ bê tông dưới nước $\pm 10\text{mm}$.

Các ống đo được làm bằng thép hoặc nhựa PVC (có khả năng giữ đúng vị trí khi vận chuyển và đổ bê tông) được nối với nhau bằng măng xông (không hàn) đảm bảo không lọt nước vào trong ống và trong ống đổ đầy nước sạch. Các ống này phải đặt song song và đưa xuống tới đáy lồng thép (hình 7.18b), được cố định cứng vào lồng thép và được bịt kín ở hai đầu. Nút dưới vừa đảm bảo cho đầu dưới kín nước tuy vẫn cho phép sau này khoan thùng được khi cần thiết. Dùng một đường dưỡng kiểm tra sự thông suốt của ống đo nhằm bảo đảm việc di chuyển các đầu dò trong ống sẽ dễ dàng. Đầu ống phía trên được chuẩn bị sao cho cao hơn mặt bê tông của đầu cọc ít nhất bằng 0,2 m. Đường kính trong tối thiểu của ống đo là

40mm, khoảng cách giữa các ống đo đối với mọi cấu kiện móng nằm trong khoảng 0,30m - 1,50m (hình 7.18a).

Đối với cọc có tiết diện ngang hình tròn, đường kính D (hình 7.18b) số lượng ống dự tính như sau:

- Hai ống nếu $D < 0,60\text{m}$;
- Ba ống nếu $0,60\text{m} < D \leq 1,20\text{m}$;
- Ít nhất 4 ống nếu $D > 1,20\text{m}$.

3.5. Kiểm tra chất lượng bê tông và công nghệ đổ bê tông

Thi công bê tông cho cọc khoan nhồi trong đất có nước ngầm phải tuân theo quy định về đổ bê tông dưới nước và phải có sự quản lý chất lượng bê tông khi đổ bằng các thông số sau đây:

- Độ sụt (cho từng xe đổ);
- Cốt liệu thô trong bê tông không lớn hơn cỡ hạt theo yêu cầu của công nghệ;
- Chất lượng xi măng;
- Mức hỗn hợp bê tông trong hố khoan;
- Độ sâu ngập ống dẫn bê tông trong hỗn hợp bê tông;
- Khối lượng bê tông đã đổ trong lỗ cọc;
- Cường độ bê tông sau 7 và 28 ngày.

Cần thiết lập cho từng cọc một đường cong đổ bê tông quan hệ giữa lượng thực tế của bê tông vào cọc và thể tích hình học (lý thuyết) của cọc qua từng độ sâu khác nhau. Đường cong nói trên phải có ít nhất 5 điểm phân bố trên toàn bộ chiều dài cọc. Trường hợp bê tông sai lệch không bình thường so với tính toán (ít quá hoặc nhiều quá 30%) thì phải dùng các biện pháp đặc biệt để thẩm định tìm nguyên nhân và phương pháp đổ thích hợp.

Ngoài điều kiện về cường độ, bê tông cho cọc khoan nhồi phải có độ sụt lớn để đảm bảo sự liên tục của cọc (bảng 7.33) và phải kiểm tra chặt chẽ trước khi đổ, và lượng xi măng thường không nhỏ hơn 350kg/m^3 bê tông.

Bảng 7.33. Độ sụt của bê tông cọc nhồi (theo TCXD 205-1998)

Điều kiện sử dụng	Độ sụt (mm)
Đổ tự do trong nước, cốt thép có khoảng cách lớn cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng	7,5 – 12,5
Khoảng cách cốt thép không đủ lớn để cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng, khi cốt đầu cọc nằm trong vùng vách tạm. Khi đường kính cọc nhỏ hơn 600 mm	10 – 17,5
Khi bê tông được đổ dưới nước hoặc trong môi trường dung dịch sét ben-to-nít qua ống đổ (tremie)	> 15

Việc thi công đổ bê tông cho cọc thường tiến hành cùng lúc với việc khoan tạo lỗ

cho các cọc khác. Những chấn động rung sẽ có ảnh hưởng không tốt đến quá trình đông cứng của bê tông tươi.

Do vậy cần phải hạn chế tác hại chấn động trong môi trường đất bằng thông số vận tốc chuyển động cực đại của chất điểm như trình bày trong bảng 7.34.

Bảng 7.34. Mức vận tốc chấn động cho phép đối với bê tông

Tuổi của bê tông	Vận tốc cực đại của chất điểm (mm/s)
0-4 giờ	Không hạn chế
4 - 24 giờ	5, tốt nhất là không có chấn động
1 - 7 ngày	50

3.6. Kiểm tra chất lượng thân cọc

Chất lượng của cọc sau khi đổ xong bê tông thường thể hiện bằng các chỉ tiêu sau:

- Độ nguyên vẹn (sự toàn khối của cọc);
- Sự tiếp xúc giữa mũi cọc và đất nền;
- Sức chịu tải của cọc.

Một số phương pháp kiểm tra thường dùng gồm có:

(1) Phương pháp siêu âm truyền qua

Việc thăm dò bằng siêu âm một cấu kiện móng bằng bê tông có đặt trước ít nhất hai ống đo, song song, bao gồm các bước (hình 7.19) như sau:

- Cho một đầu dò (đầu phát) vào trong một ống đo đã đầy nước sạch và phát sóng siêu âm truyền qua bê tông của cấu kiện móng;
- Cho một đầu dò thứ hai (đầu thu) vào một ống khác cũng đầy nước và thu sóng siêu âm này ở cùng mức độ sâu của đầu phát sóng; khi cần (ví dụ lúc dò độ lớn lỗ hổng) có thể hai đầu thu phát không cùng ở một mức độ sâu nhưng khoảng cách chéo này phải được xác định.
- Trên suốt dọc chiều cao các ống, đo thời gian truyền sóng siêu âm giữa hai đầu dò;
- Ghi lại sự thay đổi biên độ của tín hiệu nhận được.

Một số cách đánh giá kết quả kiểm tra

Phân tích và đánh giá kết quả kiểm tra do chuyên gia tư vấn có trình độ chuyên môn cao thực hiện và chịu trách nhiệm trước người đặt yêu cầu.

Để đánh giá chất lượng bê tông của cấu kiện móng thường phải dựa vào các đặc trưng âm đo được (như vận tốc, biên độ, năng lượng, thời gian truyền..) hoặc vào hình dáng của sóng âm được ghi lại trên màn hình.

Trong bảng 7.35 trình bày cách đánh giá chất lượng bê tông theo một số đặc trưng sóng siêu âm.

Bảng 7.35. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc khoan nhồi theo đặc trưng sóng âm

Chất lượng	Thời gian truyền	Biên độ	Hình dạng sóng
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

Phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông bằng siêu âm 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 đặc trưng âm.

Trong trường hợp muốn 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 bảng 7.36 và 7.37.

Bảng 7.36. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc bằng vận tốc xung

Tốc độ xung		Đánh giá chất lượng
ft/s	m/s	
Trên 15.000	Trên 4570	Rất tốt
12.000 - 15.000	3660 - 4570	Tốt
10.000 - 12.000	3050 - 3660	Nghi ngờ
7.000 - 10.000	2135 - 3050	Kém
Dưới 7.000	Dưới 2135	Rất kém

Bảng 7.37. Cấp chất lượng bê tông thân cọc theo vận tốc siêu âm (kinh nghiệm Trung Quốc)

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

(2) Phương pháp đồng vị phóng xạ (tia gamma)

Để kiểm tra chất lượng và phát hiện khuyết tật trong bê tông móng, người ta sử dụng nguồn đồng vị C_{s-137} (hoặc C_{r-60}) để khảo sát đặc trưng cơ bản của vật liệu.

Khi truyền qua bê tông, cường độ bức xạ bị giảm yếu do sự hấp thụ của bê tông. Về lý thuyết đã chứng minh được: mật độ bê tông thay đổi phụ thuộc tuyến tính với logarit của cường độ bức xạ I thu nhận theo phương trình:

$$\rho = A + B \ln I$$

Trong đó: A, B được xác định trên mẫu chuẩn trong phòng thí nghiệm phụ thuộc vào cường độ bức xạ ban đầu I_0 , chiều dày của móng d , hệ số suy giảm μ và một số tham số khác.

Khi chiều dày d không đổi thì việc xác định ρ chỉ hoàn toàn phụ thuộc vào số lượng tia phóng xạ phát và thu.

Từ mật độ ρ và sự phân bố của nó sẽ xác định được các khuyết tật và độ đồng nhất của bê tông cọc móng.

(3) Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT)

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

Nguyên lý công tác của thiết bị dùng trong phương pháp này được trình bày về nguyên tắc ở hình 7.20 với trình tự thực hiện chủ yếu như sau:

- Dùng búa tay có lắp bộ cảm biến lực, đóng lên đầu cọc;
- Ghi lại hình sóng lực xung làm điều kiện biên;

Lực cản ở mặt bên của cọc mô phỏng theo luật tắt dần tuyến tính, lực cản ở mũi cọc mô phỏng theo lò xo và bộ phận tắt dần.

Dùng các tham số giả định của đất để tính bằng phương pháp lặp và điều chỉnh trở kháng để sao cho hình sóng tính toán tương đối khớp với hình sóng đo được từ thực tế, từ đó phán đoán vị trí và độ lớn khuyết tật.

Ngoài phương pháp biến dạng nhỏ PIT theo trường phái của Mỹ, ở Viện cơ học Việt Nam có hệ thống thiết bị MIMP-15 kiểm tra chất lượng cọc theo nguyên lý trở kháng cơ học (MIM) của người Pháp theo tiêu chuẩn Pháp NF 160-94.

(4). Phương pháp biến dạng lớn (PDA)

Phương pháp thử bằng biến dạng lớn (theo mô hình E.A. Smith hoặc theo Case) là phương pháp đo sóng của lực ở đầu cọc và sóng vận tốc (tích phân gia tốc) rồi tiến hành phân tích thời gian thực đối với hình sóng (bằng các tính lặp) dựa trên lý thuyết truyền sóng ứng suất trong thanh cứng và liên tục do lực va chạm dọc trục tại đầu cọc gây ra.

Nguyên lý của phương pháp như trình bày trên hình 7.21.

Các đầu đo gia tốc và ứng suất được gắn chặt vào cọc, các tín hiệu từ đầu đo được truyền từ cọc như năng lượng lớn nhất của búa, ứng suất kéo nén lớn nhất của cọc, sức chịu tải Case-Goble, hệ số độ nguyên vẹn.. được quan sát trong quá trình thí nghiệm trên hệ thống máy phân tích và hiển thị.

Các số liệu hiện trường được phân tích bằng chương trình CAPWAP (hoặc Case) nhằm xác định sức chịu tải tổng cộng của cọc, sức chống ma sát của đất ở mặt bên và ở mũi cọc cùng một số thông tin khác về công nghệ đóng và chất lượng cọc.

Kết quả kiểm tra chất lượng cọc bằng phương pháp biến dạng lớn được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng và có dạng như trình bày trên hình 7.22.

Có thể phán đoán mức độ khuyết tật (có tính chất định tính) của cọc theo hệ số hoàn chỉnh β (theo bảng 7.38).

Bảng 7.38. Phán đoán mức độ khuyết tật của thân cọc

Hệ số β	1,0	0,8-1,0	0,6-0,8	< 0,6
Mức độ khuyết tật	Hoàn chỉnh	Tổn thất ít	Phá hỏng	Nứt gãy

Như đã lưu ý trên đây, các phương pháp kiểm tra không phá hỏng vừa nêu có những hạn chế của nó. Do đó để có độ tin cậy cao hơn trong việc xác định các khuyết tật của cọc thường phải dùng không ít hơn hai phương pháp khác nhau để cùng kiểm tra và xác nhận, không vội tin vào một phương pháp nào khi có nhiều nghi ngờ về kết quả. Có thể để khẳng định, phải dùng các phương pháp trực giác tuy tốn kém và công kênh như khoan lấy mẫu hoặc đào khi điều kiện cho phép.

Trong bảng 7.39 và 7.40 tóm tắt nêu một số ưu và nhược điểm cũng như phạm vi áp dụng của các phương pháp kiểm tra nói trên.

Bảng 7.39. Các phương pháp truyền qua trực tiếp (tia gamma hoặc siêu âm)

<div>P pháp Ư khuyết</div>	Phương pháp kiểm tra bằng siêu âm truyền qua	Phương pháp kiểm tra bằng gamma truyền qua
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	<ul style="list-style-type: none"> -Đo sóng siêu âm truyền qua các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Các dao động được truyền từ một ống khác cùng cao độ để đo thời gian đến và biên độ dao động 	<ul style="list-style-type: none"> -Đo số phóng xạ giữa các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Nguồn phóng xạ và đầu thu để trong các ống gần nhau hoặc đối diện nhau có đồ đầy nước. Vùng mật độ thấp sẽ làm tăng photon trên đầu đo.
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> -Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn hình 	<ul style="list-style-type: none"> -Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn hình
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> -Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Khó xác định được khuyết tật ở gần mặt bên của cọc 	<ul style="list-style-type: none"> -Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Có thể gây nhiễm phóng xạ -Khoảng cách lớn nhất giữa các ống là 80cm.
Ứng dụng	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong cọc	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong thân cọc

Bảng 7.40. Các phương pháp thử động bề mặt (PIT, MIM, PDA)

P pháp Ư khuyết	Phương pháp thử động biến dạng nhỏ (gỗ - PIT, MIM)	Phương pháp thử động biến dạng lớn (PDA)
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	<ul style="list-style-type: none"> -Đo thời gian truyền sóng dọc trong bê tông. -Dùng búa gỗ vào đầu cọc truyền sóng nén đi xuống gặp mũi cọc hoặc bất kỳ khuyết tật nào sẽ phản xạ lại bề mặt. -Việc phân tích sẽ tiến hành sau 	<ul style="list-style-type: none"> -Đo vận tốc và biến dạng đầu cọc. -Dùng búa rơi tự do trên đầu cọc để gây ra chuyển dịch cọc vào trong đất -Dùng lý thuyết phương trình truyền sóng để phân tích
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> -Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh 	<ul style="list-style-type: none"> -Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> -Không xác định được đường kính cọc -Không xác định được các khuyết tật trong phạm vi 30cm ở đầu cọc hoặc chiều dài lớn hơn 30 lần đường kính 	<ul style="list-style-type: none"> -Phải có quả búa rơi đủ nặng và gây va đập trên đầu cọc khoan nhồi -Việc chuẩn bị thử rất phức tạp và đòi hỏi sự cẩn thận cao.
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> -Kiểm tra sơ bộ tính đồng nhất của bê tông và xác định sơ bộ khuyết tật trong thân cọc 	<ul style="list-style-type: none"> -Xác định khá chính xác vị trí và mức độ khuyết tật trên thân cọc. -Xác định sức chịu tải của cọc (phân bố ma sát thành bên+sức chống ở mũi) -Xây dựng được biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị.

3.7. Kiểm tra sức chịu tải của cọc

Sức chịu tải của cọc là thông số quan trọng và có ý nghĩa nhất phản ánh chất lượng của cọc đã thi công. Việc thử cọc để xác định sức chịu tải của nó thường là công việc tốn kém và không phải bao giờ cũng có thể thực hiện được cho nhiều loại cọc tại công trường.

Thí nghiệm bằng phương pháp động khi dùng các công thức động quen biết của Gerxevanov và Hiley là điều mà nhà thầu thường áp dụng lâu nay, chỉ có điều là đối với cọc nhồi đường kính lớn, phương pháp thử động vừa nói tỏ ra không tin cậy.

Thí nghiệm bằng biến dạng lớn PDA tuy là một công cụ khá hiện đại và được dùng rộng rãi ở các nước phát triển nhưng cũng chỉ thích hợp cho cọc đóng hoặc cọc nhồi đường kính nhỏ.

(1) Phương pháp thử cọc bằng nén tĩnh được xem là phương pháp kinh điển và đáng tin cậy tuy rằng khi so sánh các phương pháp nén tĩnh khác nhau đã chứng tỏ rằng chúng thường cho các kết quả không giống nhau. Điều đó phụ thuộc vào phương pháp gia tải, quy ước về độ lún ứng với tải trọng giới hạn khác nhau và cách xác định sức chịu tải giới hạn khác nhau. Vậy, để tránh xảy ra nghi ngờ và tranh chấp cần phải xác định quy trình thử tĩnh cọc trong chương trình kiểm tra chất lượng của mình trên cơ sở lựa chọn một trong các tiêu chuẩn như TCXD 88-82 (Việt Nam, sắp soát xét lại), ASTM D1142-81 (Mỹ) hoặc CP 2004 (Anh).

Dùng đối trọng (quả nặng, vật liệu xây dựng, bao cát) với hệ thống kích thủy lực hoặc dùng phương pháp neo với hệ thống kích thủy lực là cách thường dùng hiện nay trong thử tĩnh. Trên hình 7.23 trình bày hệ thống thiết bị neo của hãng BAUER (CHLB) Đức để thử tĩnh cọc nhồi đường kính 1200mm, dài 18,50m với tải trọng 1700 tấn ở độ lún 12,1m tại A rập Xêut.

(2) Phương pháp thử tĩnh cọc có gắn thiết bị đo lực và chuyển vị

Quanh thân cọc theo chiều sâu, thống tin thu được gồm: Lực Q_i , chuyển vị Δ_i ở các độ sâu khác nhau L_i của cọc. Đây là phương pháp do Hiệp hội thí nghiệm vật liệu của Mỹ (ASTM) đề nghị. Sơ đồ cọc có gắn thiết bị đo như trình bày trên hình 7.24 và quan hệ Q_i và Δ_i có thể biểu diễn:

$$Q_i = \frac{2AE\Delta_i}{L_i} - Q$$

Trong đó:

A, E - lần lượt là diện tích tiết diện và môđun đàn hồi của cọc;

Δ_i - chuyển vị đo được của cọc ở độ sâu L_i ;

Q - cấp tải trọng tác dụng lên đầu cọc.

Cấp tải trọng Q có thể tiến hành như thử tĩnh truyền thống và kết quả thu được không chỉ là chuyển vị và lực tác dụng ở đầu cọc mà chủ yếu là phân bố ma sát quanh thân cọc theo chiều sâu và phản lực ở mũi cọc, điều này có ý nghĩa quan trọng trong thực tế tính toán và kiểm tra sức chịu tải của cọc.

Đối với cọc đóng, thiết bị đo được gắn trên mặt ngoài của cọc, còn đối với cọc nhồi, gắn thiết bị trước khi đổ bê tông.

Nhờ kết quả đo của phương pháp này cho phép xác định hợp lý chiều dài của cọc cũng như việc tính lún (từ áp lực ở mũi cọc) sẽ chính xác hơn so với các phương pháp thử truyền thống.

(3). Phương pháp thử hiện đại

Khi cọc nhồi có đường kính và chiều dài lớn với sức chịu tải hàng ngàn tấn thì phương pháp thử tĩnh nói trên không thể thực hiện được. Hơn nữa khi những cọc này ở giữa sông hoặc ngoài biển thì việc chắt tải hoặc neo là phương pháp không có tính khả thi. Do vậy người ta đã tìm phương pháp khác để thử sức chịu tải của cọc.

- ***Phương pháp hộp tải trọng OSTERBERG***

- ***Nguyên lý:*** Dùng một (hay nhiều) hộp tải trọng OSTERBERG (hộp sẽ làm việc như kích thủy lực) đặt ở mũi khoan cọc nhồi hoặc ở 2 vị trí mũi và thân cọc trước khi đổ bê tông thân cọc (xem hình 7.25). Sau khi bê tông đã đủ cường độ tiến hành thử tải bằng bơm dầu để tạo áp lực trong hộp kích.

Theo nguyên lý phản lực, lực truyền xuống đất ở mũi cọc bằng lực truyền lên thân cọc, ngược lại với lực này là trọng lượng cọc và ma sát đất chung quanh. Việc thử sẽ đạt đến phá hoại khi một trong hai phá hoại xảy ra ở mũi và quanh thân cọc. Dựa theo các thiết bị đo chuyển vị và đo lực gắn sẵn trong hộp OSTERBERG sẽ vẽ được các biểu đồ quan hệ giữa lực tác dụng và chuyển vị mũi cọc và chuyển vị thân cọc. Tùy theo trường hợp phá hoại có thể thu được một trong hai dạng biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị có dạng gần giống như biểu đồ P-S trong thử tĩnh truyền thống. Phương pháp này phù hợp với các cọc có sức chống cho phép ở thành bên và mũi tương đương nhau, nếu không, phải ước tính để đặt hộp áp lực tại nhiều tầng trong thân cọc.

- ***Phương pháp thử tĩnh động STATNAMIC***

Nguyên lý: Đặt một thiết bị dạng động cơ phản lực và đối trọng lên đầu cọc. Thông qua việc đốt nhiên liệu rắn trong buồng áp lực của động cơ sẽ tạo nên một áp suất đẩy khối đối trọng lên phía trên đồng thời sẽ gây ra một lực tác dụng lên đầu cọc theo chiều ngược lại. Đo chuyển vị của cọc dưới tác dụng của lực nổ và các thông số biến dạng + gia tốc đầu cọc sẽ xác định được sức chịu tải của cọc (hình 7.26).

Các số liệu về quan hệ tải trọng-chuyển vị của cọc được xác định bằng hộp tải trọng và đầu đo laser gắn sẵn trong thiết bị STATNAMIC. Trên hình 7.27 trình bày cấu tạo của thiết bị này.

Trong phương pháp STATNAMIC người ta đã xác định được gia tốc a của khối phản lực ($F_{12} = ma$) dịch chuyển lên phía trên lớn gấp 20 lần gia tốc của cọc dịch chuyển xuống phía dưới ($F_{21} = -F_{12}$). Như vậy trọng lượng của khối phản lực chỉ cần bằng $1/20$ đối trọng dự kiến trong thử tĩnh đã tạo nên được một lực lớn gấp 20 lần lực truyền lên đầu cọc. Nhờ đó việc thử tải bằng STATNAMIC sẽ giảm rất nhiều về quy mô và chi phí so với thử tĩnh nhưng kết quả đạt được rất gần với phương pháp tĩnh.

STATNAMIC được phát triển từ năm 1988 với tải trọng đạt đến 0,1MN. Đến 1994 đã có thiết bị thí nghiệm đến 30MN. Các nước Mỹ, Canada, Hà Lan, Nhật Bản, Đức, Israel và Hàn Quốc đã dùng phương pháp này. Năm 1995 tư vấn Anh ACER đã đề nghị dùng phương pháp này để thử cọc ống thép tại cảng côngtenơ Tân Thuận (thành phố Hồ Chí Minh) với tải trọng 3MN nhưng chưa được phía Việt

Nam chấp thuận.

Tóm lại những kiểm tra chính của cọc có thể tham khảo ở bảng 7.41.

Bảng 7.41. *Những hạng mục kiểm tra chất lượng chính của cọc*
(cọc chế tạo sẵn và cọc nhồi) (theo [1])

STT	Các thông số kiểm tra và yêu cầu của tiêu chuẩn	Sai lệch giới hạn so với thông số và yêu cầu
1	2	3
1	Đóng cọc thử theo số lượng và vị trí do thiết kế xem xét để chính xác hoá sức chịu tải	Không ít hơn qui định của tiêu chuẩn TCXD 205 : 1998 và thử theo tiêu chuẩn thử tĩnh
2	Sai lệch về chiều sâu hạ cọc: - Đối với cọc dài đến 10 m - Đối với cọc dài hơn 10 m	Không hạ được phải nhỏ hơn 15% chiều dài Nếu không hạ được vượt quá 10% chiều dài thì phải tìm nguyên nhân và có kết luận của cơ quan thiết kế về khả năng sử dụng cọc này mà không cần đóng cọc bổ sung
3	Trị số chối của cọc và sự chính xác của nó khi : - Khi đóng bằng búa hơi đơn động hoặc búa diezen - Khi đóng cọc bằng búa song động	Đo độ chối với độ chính xác không ít hơn 0,1 cm bằng phương pháp đảm bảo sự chính xác ấy Trị trung bình của 10 nhát búa cuối cùng lấy trong 3 lần đóng (tổng cộng 30 nhát) Đo theo nhát đập cuối cùng khi kéo dài trong thời gian không ít hơn 3 phút và xác định bằng trị trung bình về độ sâu hạ cọc từ một nhát đập trong phút cuối cùng Độ chối không thể lớn hơn độ chối tính toán xác định theo tiêu chuẩn thử cọc.
4	Đóng cọc BTCT phải dùng mũ cọc và đệm đầu cọc	Không cho phép phá hoại đầu cọc
5	Đóng cọc phải tiến hành theo cốt đáy hố móng và không được cao hơn quá đáy hố	Khi không có qui định cốt đáy và bị trôi cao thì bắt buộc phải điều chỉnh độ sâu hạ cọc

1	2	3
6	Khả định được mũi cọc đã vào trong lớp đất chắc theo độ sâu thiết kế	Kết luận chắc chắn bằng thử nghiệm rằng mũi cọc đã vào lớp đất chặt như thiết kế qui định
7	<p>Không cho phép sai lệch đầu cọc trên mặt bằng so với vị trí thiết kế lớn hơn các trị số sau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khi cọc bố trí 1 hàng - Khi cọc bố trí thành nhóm và trong móng băng có 2 - 3 hàng - Khi cọc bố trí thành " trường cọc " dưới toàn bộ nhà và công trình - Khi cọc đơn và cọc cột (chỉ có 1 cọc) - Cọc đóng, cọc khoan nhồi và cọc nhồi 	<p>Cọc có đường kính hoặc cạnh của tiết diện đến 0,5m</p> <p>Theo chiều ngang của hàng - 0,2D Theo chiều dọc của hàng - 0,3D</p> <p>Ở ngoài cùng theo chiều ngang - 0,2D Ở vị trí còn lại và dọc hàng - 0,3D</p> <p>Cọc ngoài cùng - 0,2D Cọc ở giữa - 0,4 D</p> <p>Lần lượt là 5 và 3 cm. " D " đường kính cọc tròn hoặc cạnh bé của cọc tiết diện chữ nhật.</p> <p>Cọc có " D " lớn hơn 0,5m Theo chiều ngang - 10 cm Theo chiều dọc - 15 cm Cọc đơn - 8 cm</p>
8	<p>Sai lệch về độ cao đầu cọc:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trong đài đổ bê tông toàn khối - Trong đài lắp ghép - Trong móng không đài có mũi cọc lắp ghép - Trong cọc cột 	<p>Không lớn hơn 3 cm</p> <p>Không lớn hơn 1 cm</p> <p>Không lớn hơn 5 cm</p> <p>Không lớn hơn 3 cm</p>
9	Độ nghiêng của cọc so với trục thẳng đứng (không kể cọc cột)	Không vượt quá 1%
10	Độ nghiêng của lỗ khoan (khi làm cọc khoan nhồi)	Không được quá 1%
11	<p>Sai lệch đối với cọc khoan nhồi có mở rộng đáy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cốt sâu của phần mở và đáy cọc - Đường kính lỗ khoan - Đường kính chỗ mở rộng 	<p>Không được quá 10cm</p> <p>Không được quá 5 cm</p> <p>Không được quá 10 cm</p>
12	Độ sai lệch lỗ khoan cọc nhồi trên mặt bằng	Theo điểm 7

1	2	3
13	Sai lệch so với vị trí thiết kế đài cọc đúc sẵn của móng nhà ở và nhà công cộng: - Đối với các trục định vị - Đối với độ cao mặt đài	Không được quá 10 mm Không được quá 5mm
14	Sai lệch so với vị trí thiết kế của đài cọc đúc sẵn cho móng nhà sản xuất: - Đối với trục định vị - Đối với độ cao mặt đài	Không được quá 20 mm Không được quá 10 mm
15	Sai lệch trục mũ cọc so với trục cọc	Không được quá 10mm
16	Bề dày lớp vữa đệm giữa đài và mũ cọc	Không được quá 30mm
17	Bề dày lớp vữa đệm trong móng cọc không đài: - Giữa bản và mũ cọc - Giữa tấm tường và mũ cọc	Không lớn hơn 30mm Không lớn hơn 20mm
18	Cắt đầu cọc sau khi đóng	Ở chỗ đảm bảo được sự ngàm cốt thép của cọc và thân cọc vào đài theo qui định của thiết kế
19	Ngàm cọc BTCT ứng suất trước (thanh hoặc sợi) vào đài cọc	Không được cắt đầu cọc hoặc theo qui định của thiết kế
20	Làm khe theo chu vi cọc bằng cách nhồi vật liệu đàn hồi trong móng cọc đài cao	Không bé hơn 8 cm
21	Sự ngừng giữa khi kết thúc khoan và đổ bê tông trong cọc khoan nhồi - Trong đất thông thường - Trong đất lún sụt	Không được quá 24 giờ Không được quá 8 giờ (Cần theo thí nghiệm lúc khoan thử)
22	Làm sạch đáy lỗ khoan và sự ngừng tới lúc chờ đổ bê tông	Không quá 15cm mùn khoan và không quá 4 giờ (do thiết kế qui định)
23	Gia cường cọc BTCT khi có vết nứt ngang và nghiêng với bề rộng hơn 0,3mm	Dùng tấm ốp BTCT có bề dày không bé hơn 10mm

24	Hồ sơ nghiệm thu của nhà thầu phải đầy đủ với các thông tin tin cậy	Nhật ký đóng cọc, biên bản đóng thử, thử cọc, biên bản đào đất, lý lịch cọc.
----	---	--

Chú thích :

1) Kiểm tra và nghiệm thu công tác cọc cần theo qui định của thiết kế và có thể dựa vào các tiêu chuẩn Việt Nam như :

- TCXD 205 : 1998 - Móng cọc . Tiêu chuẩn thiết kế
- TCXD 206 : 1998 - Cọc khoan nhồi. Yêu cầu về chất lượng thi công
- 22 TCN - 257 : Cọc khoan nhồi . Quy phạm thi công và nghiệm thu

2) Chi tiết hơn có thể tham khảo tài liệu số [9, 10].

3.8. Một số hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi

Các hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi rất đa dạng do nhiều nguyên nhân khác nhau. Trong bảng 7.42 trình bày những dạng hư hỏng chính.

Ở đây cần lưu ý đến một số nguyên nhân chung gây ra cọc kém chất lượng thường xảy ra ở khâu khoan rồi dọn lỗ và khâu đổ bê tông.

Các nguyên nhân bao quát thường là:

- Do kém am hiểu một phần hay toàn bộ bản chất của đất nền và điều kiện địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng;
- Do kiểm tra không đầy đủ trên công trường của chủ đầu tư hay nhà thầu vì không có hoặc thiếu tư vấn giám sát có trình độ chuyên môn, kinh nghiệm và tư chất cần thiết;
- Do hợp đồng quy định quá eo hẹp hoặc kế hoạch thi công với tiến độ không thích hợp cho những công việc cần phải cẩn thận;
- Do thiếu khả năng hoặc tính cẩn thận của nhà thầu khi thi công những công việc quá phức tạp;
- Sau cùng là do việc hoàn thành một cọc bao gồm một số thao tác đơn giản hợp thành nhưng những người thực hiện thiếu tinh tế và không có những kỹ xảo cần thiết (vì ít kinh nghiệm) mặc dù họ đã được lựa chọn khá kỹ nhưng vẫn không làm chủ tốt.

Bảng 7.42. Các hư hỏng có thể gặp ở cọc khoan nhồi. Phương pháp xác định

Mục	Loại hư hỏng	Nguyên nhân có thể	Hư hỏng một chỗ	Hư hỏng nhiều chỗ
1	Sai vị trí lệch tâm	Định vị sai và thân cọc không thẳng	Quan sát và đo đạc	Quan sát và đo đạc

2	Đứt gãy ở chân	Thiết bị thi công va phải đỉnh cọc	Thử bằng siêu âm hoặc gõ bằng phương pháp PIT...	Kiểm tra bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống chôn sẵn hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng thép
3	Thân phình ra hoặc thắt lại	Đi qua vùng đất xốp	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với một hoặc tổ hợp các phương pháp NDT thường dùng	Như mục 2
4	Có hang hốc	Do khoan qua cát trong nước không có ống vách hoặc dùng dung dịch	Như mục 3	Như mục 2
5	Mũi cọc xốp	Do vách lở hoặc không làm sạch hoàn toàn đáy	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với kiểm tra siêu âm hoặc gamma trong các ống qua đáy cọc	
6	Thấu kính cát nằm ngang	Do ống bê tông bị rời khỏi bê tông	Như mục 3	Như mục 2
7	Hư hỏng ngoài lồng thép	Do độ sụt của bê tông thấp hoặc cốt thép quá dày	Như mục 3	Kiểm tra chất lượng bằng quan sát kết hợp bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng thép
8	Rỗ tổ ong hoặc mất vữa hoặc tạo thành hang trong bê tông	Do lượng nước không cân bằng hoặc đổ bê tông trực tiếp vào nước	Như mục 3	Như mục 2

9	Lấn các mảnh vụn	Do không làm sạch mùn khoan	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 3	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 2
---	------------------	-----------------------------	---	---

Ở công đoạn tạo lỗ, những hư hỏng có thể là do hậu quả của:

- Kỹ thuật thiết bị khoan hoặc loại cọc đã lựa chọn không thích hợp với đất nền;
- Mất dung dịch khoan đột ngột (khi gặp hang các-tơ hoặc thạch cao) hoặc sự trôi lên nhanh chóng của đất bị sụt lở vào thành lỗ khoan, 2 sự cố này dễ tạo thành “ngoài dự kiến thiết kế”;
- Sự quản lý kém khi khoan tạo lỗ do sử dụng loại dung dịch có thành phần không tương ứng với điều kiện đất nền và công nghệ khoan hoặc kiểm tra không tốt sự biến đổi thành phần dung dịch (nhất là mật độ và độ nhớt);
- Sự nghiêng lệch, bấp bênh của hệ thống máy khoan lỗ khi gặp đá mô côi hoặc lớp đá nghiêng. Những sai lệch vị trí kiểu này phụ thuộc vào hiệu quả và vào sự kiểm soát của thiết bị dẫn hướng, điều đó ắt dẫn đến tình trạng không tôn trọng độ thẳng đứng của cọc và vượt quá độ nghiêng dự kiến (cho phép) của thiết kế;
- Làm sạch mùn khoan trong lỗ cọc không tốt, đáy lỗ khoan có lớp cặn dày, sinh ra sự tiếp xúc xấu với lớp đất chịu lực tại mũi cọc, làm nhiễm bẩn và giảm chất lượng bê tông;

Ở công đoạn đổ bê tông vào cọc thường gặp những sai sót do một số nguyên nhân sau:

- Thiết bị đổ bê tông không thích hợp hoặc tình trạng làm việc xấu;
- Chỉ đạo công nghệ đổ bê tông kém: sai sót trong việc cung cấp bê tông không liên tục, gián đoạn trong khi đổ, rút ống đổ quá nhanh;
- Cấp liệu không đều sẽ dẫn đến lượng bê tông chiếm chỗ ban đầu không đủ do đổ quá nhanh;
- Sử dụng bê tông có thành phần không thích hợp, độ sụt hoặc tính dẻo không đủ và dễ bị phân tầng.

Một số nguyên nhân khác làm hỏng cọc hoặc làm giảm sức chịu tải của cọc có thể là:

- Sự lưu thông mạch nước ngầm làm trôi cục bộ bê tông tươi;
- Sự sắp xếp lại đất nền do chấn động sẽ dẫn đến sự suy giảm ma sát của mặt bên hoặc sức chống ở mũi cọc;
- Thời gian dẫn cách kéo dài quá quy định giữa khâu khoan tạo lỗ và đổ bê tông vào cọc gây ra sự sụt lở ở vách lỗ khoan và lắng đọng cặn quá dày ở đáy;
- Sử dụng khoan địa chất đối với cọc có đường kính quá bé, lúc đó bê tông

không có đủ thời gian để chiếm chỗ trong lỗ cọc sẽ gây ra cho cọc bị gián đoạn ở thân hoặc xấp ở mũi.

Như vậy, 3 nhóm nguyên nhân nói trên (quản lý và trình độ, trong lúc tạo lỗ và giai đoạn đổ bê tông) thường chiếm tỷ trọng đáng kể gây ra sự cố chất lượng cho cọc khoan nhồi. Thường người thi công đã dự kiến trước các tình huống, chuẩn bị sẵn biện pháp xử lý hoặc khắc phục, nhưng điều đó không phải lúc nào cũng tiên liệu hết, nên kinh nghiệm trong và ngoài nước đều chỉ ra rằng phải lấy việc giám sát chặt chẽ và ghi chép đầy đủ là cách bảo đảm chất lượng cọc tin cậy nhất.

3.9. *Nghiệm thu cọc khoan nhồi và đài*

Theo TCXD 206: 1998 trong đó cần chú ý các nội dung chính sau đây:

Phân tạo lỗ:

- Mức nước ngầm hoặc mực nước sông biển;
- Tốc độ và quá trình thi công tạo lỗ;
- Kích thước và vị trí thực của lỗ cọc (mức lệch tâm và độ thẳng đứng);
- Đường kính và độ sâu làm lỗ, đường kính và độ dài của ống chống hoặc ống định vị ở tầng mặt; độ dài thực tế của cọc, độ thẳng đứng của cọc;
- Biên bản kiểm tra chất lượng, sự cố và cách xử lý (nếu có).

Phân giữ thành và cốt thép:

- Loại dung dịch giữ thành và biện pháp quản lý dung dịch;
- Thời gian thi công cho mỗi công đoạn;
- Bố trí cốt thép, phương pháp nối đầu và độ cao đoạn đầu phân đổ bê tông;
- Biên bản kiểm tra chất lượng cọc;
- Những trục trặc và sự cố (nếu có) và cách xử lý;
- Loại thợ và số người tham gia thi công.

Phân kiểm tra chất lượng cọc:

- Báo cáo kiểm tra chất lượng cọc và sức chịu tải của cọc đơn;
- Bản vẽ hoàn công móng cọc khi đào hố móng đến cốt thiết kế và bản vẽ cốt cao đầu cọc;

Nghiệm thu đài cọc gồm các tài liệu sau đây:

- Biên bản thi công và kiểm tra cốt thép bê tông đài cọc;
- Biên bản về cốt neo giữa đầu cọc với đài cọc, cự ly mép biên của cọc ở mép đài, lớp bảo vệ cốt thép đài cọc;
- Bản ghi về độ dày, bề dài và bề rộng của đài cọc và tình hình ngoại quan của đài cọc.

3.10 . *Kiểm tra chất lượng các loại cọc bằng phương pháp “ Biến dạng lớn” còn được gọi là PDA (Pile dynamic analyze)*

PHƯƠNG PHÁP TIÊU CHUẨN ĐỂ THÍ NGHIỆM ĐỘNG BIẾN DẠNG LỚN CHO CỌC

Standard Test Method for High - Strain Dynamic Testing of Piles

1. Phạm vi áp dụng:

1.1 Phương pháp thí nghiệm này bao gồm quy trình để kiểm tra cọc đơn thẳng đứng hoặc cọc đóng xiên để xác định lực và vận tốc sinh ra trong cọc do tác động của búa hoặc các loại máy tương tự đóng dọc trục cọc gây ra biến dạng và chạm lên đầu cọc. Phương pháp này ứng dụng cho các loại móng sâu có chức năng tương tự móng cọc. không kể đến biện pháp thi công ra sao miễn là chúng chịu được thí nghiệm tác động biến dạng lớn.

1.2 Tiêu chuẩn này không đề cập đến mọi vấn đề an toàn khi sử dụng nó. Người sử dụng tiêu chuẩn này có trách nhiệm xây dựng các biện pháp thích hợp đảm bảo sức khỏe và an toàn và quy định giới hạn áp dụng trước khi dùng tiêu chuẩn. Những lưu ý đặc biệt xem ghi chú 5.

Ghi chú 1 : Thí nghiệm động biến dạng lớn yêu cầu biến dạng do tác động gây ra được biểu diễn bằng lực trong cọc có giá trị bằng hoặc lớn hơn so với sức chịu tải tối hạn của cọc.

Ghi chú 2 : Phương pháp này có thể áp dụng cho thí nghiệm cọc động biến dạng lớn chỉ sử dụng đầu đo lực hoặc đầu đo biến dạng hoặc đầu đo gia tốc, vận tốc hoặc chuyển vị; miễn là kết quả của thí nghiệm cho thấy độ sai lệch so với tiêu chuẩn như thế nào.

Ghi chú 3 : Cọc dẫn thích hợp có thể được dùng khi thí nghiệm cọc nhồi. Cọc dẫn này phải có trở kháng ở khoảng giữa 80% và 150% của cọc nhồi. Tuy nhiên có thể cần các lưu ý và bổ sung phân tích nếu trở kháng vượt quá phạm vi 10%. Đối với các cọc đóng-nhồi, lõi đóng có thể xem như một dụng cụ dùng trong đóng cọc mà lõi đóng được làm từ một thanh thẳng không có khớp nối.

2. Tài liệu tham chiếu

2.1 Các tiêu chuẩn ASTM

ASTM C 469 - Phương pháp thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi tĩnh và hệ số Poisson của bê tông chịu nén.

ASTM D 198 - Các phương pháp thí nghiệm tĩnh cho kết cấu gỗ về kích thước kết cấu.

ASTM D 653 - Thuật ngữ liên quan đến Đất, Đá và mức độ ngậm chất lỏng

ASTM D 1143 - Phương pháp thí nghiệm cọc chịu tải trọng nén tĩnh dọc trục.

3. Thuật ngữ

3.1 Trừ những thuật ngữ đã được định nghĩa trong mục 3.2, thuật ngữ dùng cho phương pháp thí nghiệm này phù hợp với thuật ngữ trong tiêu chuẩn ASTM D 653.

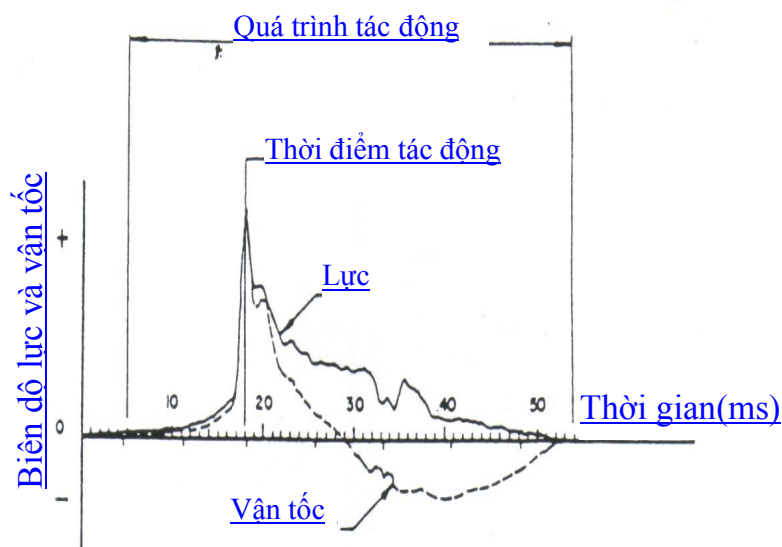
3.2 Định nghĩa các thuật ngữ riêng trong tiêu chuẩn này:

3.2.1 *Mũ cọc* - Tấm vật liệu nằm giữa đầu búa và búa (cũng được gọi là đệm búa)

3.2.2 *Tấm đệm* - Tấm vật liệu nằm giữa đầu búa và cọc (cũng được gọi là đệm cọc)

3.2.3 *Quá trình đóng* - Là khoảng thời gian xảy ra quá trình cọc dịch chuyển theo hướng dương hay âm (lên hay xuống) do lực tác động gây ra

3.2.4 *Thời điểm tác động* - Thời điểm đầu tiên ngay sau khi đóng nhất búa, từ lúc gia tốc còn bằng 0. Xem hình 1.



Hình 1- Lực và vận tốc điển hình do thiết bị
tạo ra khi đo các thông số động học

3.2.5 *Trở kháng của cọc* - là sức kháng của một cọc khi có sự thay đổi đột ngột của vận tốc

3.2.5.1 *Diễn giải* - Trở kháng của cọc có thể được tính bằng cách nhân diện tích tiết diện ngang của cọc với môđun đàn hồi Young và chia tích này cho vận tốc sóng biến dạng. Hay cách khác, trở kháng có thể được tính bằng cách nhân trọng lượng riêng với vận tốc sóng biến dạng và diện tích tiết diện của cọc.

$$Z = E.A/c = \rho CA$$

Trong đó:

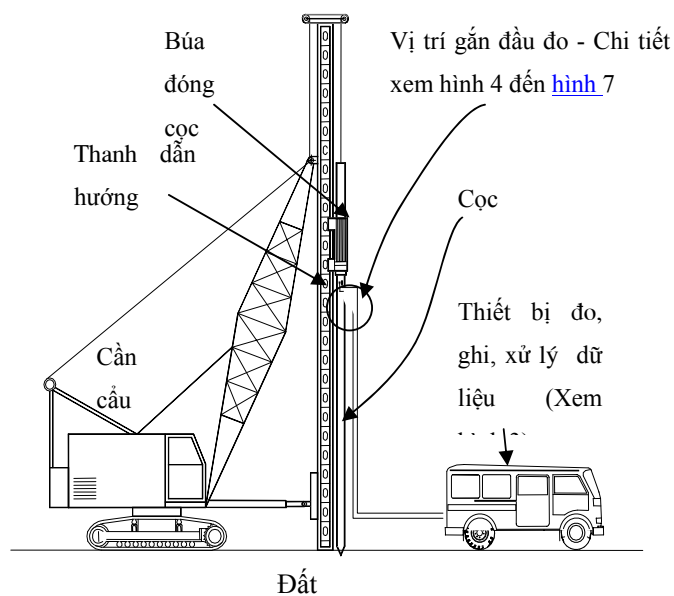
Z - trở kháng

A - Diện tích tiết diện cọc

E - Môđun đàn hồi Young

C - Vận tốc sóng biến dạng

ρ - Trọng lượng riêng của vật liệu cọc



Hình 2 - Bố trí định hình trong các thí nghiệm cọc bằng phương pháp biến dạng lớn

3.2.6 *Vận tốc sóng biến dạng (hoặc vận tốc sóng)* - Là vận tốc mà sóng biến dạng lan truyền trên cọc ; là thuộc tính riêng của thành phần tạo nên cọc.

3.2.7 *Vận tốc phân tố* - Là vận tốc tức thời của phân tố trên cọc khi sóng biến dạng truyền qua.

3.2.8 *Đóng lại* - Việc đóng lại cọc đã được đóng sau một khoảng thời gian chờ từ 15 phút đến 30 ngày hoặc lâu hơn nữa.

3.2.8.1 *Diễn giải* - Khoảng thời gian chờ phụ thuộc vào loại cọc , điều kiện đất dọc theo thân cọc và ở mũi cọc.

3.2.9 *Cọc đóng - nhồi* : Là loại cọc được tạo lỗ bằng phương pháp đóng một cọc thép rỗng bằng một lõi đóng. Cọc thép có thể làm bằng thép mỏng (không tham gia truyền lực đóng) hoặc thép dày (có tham gia truyền lực đóng) . Sau khi đạt độ sâu yêu cầu, lõi đóng được rút lên và đổ bê tông vào bên trong cọc.

4. Ý nghĩa và sử dụng

4.1 Phương pháp thí nghiệm này được sử dụng để cung cấp các dữ liệu về biến dạng, hoặc lực và gia tốc, vận tốc hoặc chuyển vị của cọc dưới tác động của lực. Dữ liệu này được sử dụng để dự kiến khả năng chịu lực và độ toàn vẹn của cọc, cũng như sự làm việc của búa, ứng suất trong cọc và tính chất động học của đất, như là các hệ số giảm chấn và giá trị về rung chấn. Phương pháp thí nghiệm này không sử dụng thay thế cho phương pháp thử nén tĩnh.

5. Thiết bị

5.1 Thiết bị tạo lực tác động

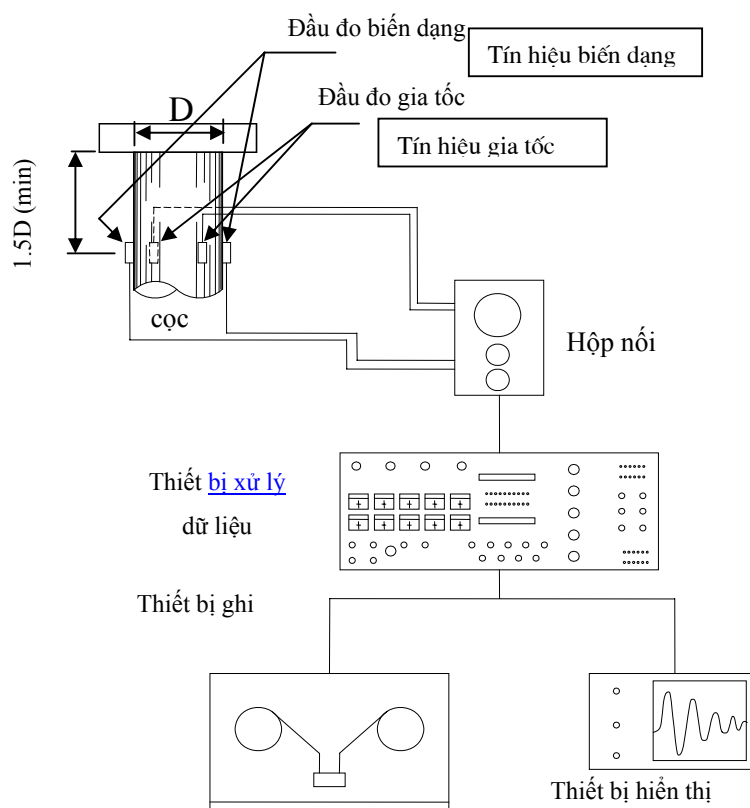
5.1.1 Tạo lực tác động

Bất kỳ một búa đóng cọc thông dụng hoặc thiết bị tương tự đều có thể được chấp nhận dùng để tạo ra lực tác động miễn là các thiết bị này có đủ khả năng tạo ra chuyển vị đo được của cọc, hoặc tạo ra được sức kháng tĩnh dự kiến tại các địa tầng (cho một chu kỳ tối thiểu là 3 ms) đủ lớn vượt mức tải trọng làm việc cho phép của cọc, do kỹ sư xác định. Thiết bị phải được lắp đặt sao cho tác động được tạo ra dọc theo trục tại đầu cọc và đồng tâm với cọc.

5.2 Thiết bị đo lường động lực học

Thiết bị bao gồm các đầu đo đủ khả năng đo độc lập các biến dạng, gia tốc theo thời gian tại các vị trí cụ thể dọc theo trục dọc khi có tác động. Yêu cầu tối thiểu hai bộ cho mỗi thiết bị này, gắn vào hai mặt đối diện của cọc, và phải được gắn chắc chắn để không bị trượt. Được dùng các biện pháp liên kết bằng bu lông, kéo dán hoặc hàn.

5.2.1 Đầu đo lực hay biến dạng



Hình 3 - Sơ đồ hệ thống thiết bị theo dõi quá trình đóng cọc

Bộ chuyển đổi biến dạng sẽ có đầu ra dạng tuyến tính trên toàn bộ dải biến dạng có khả năng xuất hiện. Khi gắn vào cọc, tần số tất yếu phải lớn hơn 2000 Hz. Biến dạng đo được chuyển đổi thành lực tác động trên diện tích tiết diện và mô đun đàn hồi tại vị trí đo. Có thể coi là mô đun đàn hồi động lực của thép từ khoảng 200 đến 207×10^6 kPa (20 đến 30×10^6 psi). Mô đun đàn hồi động lực của cọc bê tông và cọc gỗ có thể xác định bằng cách đo trong thí nghiệm nén theo phương pháp thí nghiệm trong tiêu chuẩn C 469 và phương pháp D 198. Ngoài ra, mô đun đàn hồi của cọc bê tông, cọc gỗ và cọc thép có thể được tính bằng bình phương vận tốc

sóng (được xác định trong mục 6.2) nhân với trọng lượng riêng ($E = \rho c^2$).

5.2.1.1 Các phép đo lực cũng có thể thực hiện bằng cách đặt các đầu đo ở giữa đầu cọc và búa đóng cọc mặc dù rằng các đầu đo có thể làm thay đổi các đặc trưng động lực học của hệ thống đóng cọc. Trở kháng của đầu đo lực cần có giá trị nằm trong khoảng từ 50% ~ 200% trở kháng của cọc. Tín hiệu đầu ra phải tỷ lệ tuyến tính với lực dọc trục, thậm chí cả trong trường hợp lực tác động lệch tâm. Liên kết giữa các đầu đo lực và cọc cần có khối lượng nhỏ nhất có thể và kê đệm ít nhất để tránh hư hỏng.

5.2.2 Đầu đo gia tốc, vận tốc hoặc chuyển vị

Các số liệu về vận tốc thu được nhờ các đầu đo gia tốc với điều kiện là tín hiệu có thể ghi được do quá trình tổ hợp biến đổi dữ liệu trong đầu đo. Tối thiểu phải dùng 2 đầu đo gia tốc có tần số cộng hưởng trên 2500 Hz đặt đối xứng tâm trên 2 mặt đối diện của cọc. Các đầu đo gia tốc hoạt động tuyến tính tối thiểu đến 1000 g và 1000 Hz để có kết quả đáp ứng yêu cầu đối với cọc bê tông. Với cọc thép, tốt nhất nên dùng đầu đo gia tốc tuyến tính ít nhất đến mức 2000 g và 2000 Hz. Có thể sử dụng đầu đo có nguồn AC hoặc DC. Nếu sử dụng các thiết bị có nguồn AC, tần số cộng hưởng phải trên 30000 Hz và thời gian không đổi ít nhất là 1,0sec. Nếu các thiết bị dùng nguồn DC, chúng cần phải giảm nhiễu bằng bộ lọc thấp có tần số thấp tối thiểu là 1500 Hz (-3 dB). Cũng có thể sử dụng các đầu đo vận tốc hoặc chuyển vị để thu nhận các số liệu vận tốc với điều kiện là những thiết bị này hoạt động giống như các đầu đo gia tốc chuyên dùng.

5.2.3 Lắp đặt đầu đo

Các đầu đo sẽ được đặt hoàn toàn đối xứng nhau qua tâm tiết diện, cách mũi cọc các khoảng cách đều nhau để cho các thông số đo sẽ bù được lại việc cọc bị uốn. Tại đầu cọc, các đầu đo cần được gắn vào vị trí cách đầu cọc một khoảng cách tối thiểu là 1,5 lần đường kính cọc. Điều này được minh họa trong các hình từ Hình 2 đến Hình 7. Cần đảm bảo các thiết bị được gắn chắc vào cọc tránh bị trượt. Các đầu đo phải được hiệu chuẩn tới độ chính xác 3% trong suốt dải đo. Nếu nghi ngờ đầu đo bị hư hỏng khi sử dụng, các đầu đo phải được hiệu chuẩn lại (hay được thay thế).

5.3 Truyền tín hiệu

Các tín hiệu đo được từ đầu đo phải được truyền tới thiết bị để ghi, xử lý và hiển

thị dữ liệu qua cáp dẫn hoặc các thiết bị tương đương (Xem mục 5.4). Cáp dẫn phải được bọc bảo vệ chống nhiễu điện từ hoặc các loại nhiễu khác. Tín hiệu truyền tới thiết bị đo phải tỷ lệ tuyến tính với phép đo thực hiện trên cọc trên toàn dải tần số của thiết bị đo.

5.4 Thiết bị ghi, xử lý và hiển thị dữ liệu

5.4.1 Giới thiệu chung

Tín hiệu từ đầu đo (xem mục 5.2) trong quá trình tác động sẽ được truyền đến thiết bị ghi, xử lý và hiển thị dữ liệu cho phép xác định lực và vận tốc theo thời gian. Các thiết bị này cũng xác định được gia tốc và chuyển vị của đầu cọc, và năng lượng truyền cho cọc. Thiết bị này sẽ bao gồm bộ phận hiển sóng, máy ghi dao động, hoặc màn hình đồ họa tinh thể lỏng. Để hiển thị đồ thị lực và vận tốc, các thiết bị lưu giữ như băng từ, đĩa số hoặc các thiết bị tương đương khác thực hiện lưu giữ ghi lại dữ liệu cho các phân tích sau này và cho xử lý dữ liệu. Thiết bị ghi, xử lý và hiển thị dữ liệu cần có khả năng kiểm tra hiệu chuẩn bên trong các thang đo biến dạng, gia tốc và thời gian. Sai số cho phép không được vượt quá 2% giá trị tín hiệu cực đại. Sơ đồ bố trí điển hình cho thiết bị này được minh họa trong Hình 3.

5.4.2 Thiết bị ghi

Tín hiệu từ đầu đo sẽ được ghi bằng điện dưới dạng điện tử dùng kỹ thuật tương tự hoặc kỹ thuật số sao cho các thành phần tần số có mức thấp vượt qua ngưỡng tần số 1500 Hz (-3dB). Khi số hoá, tần số lấy mẫu phải đạt ít nhất là 5000 Hz cho mỗi kênh dữ liệu.

5.4.3 Thiết bị xử lý dữ liệu

Thiết bị xử lý tín hiệu từ đầu đo là một máy tính tương tự hoặc máy tính số có những chức năng tối thiểu sau:

5.4.3.1 Đo lực

Thiết bị phải cung cấp được trạng thái của tín hiệu, khuếch đại và hiệu chuẩn cho hệ thống đo lực. Nếu sử dụng đầu đo biến dạng (xem mục 5.2.1) thiết bị cần có khả năng tính toán được lực. Tín hiệu lực đầu ra phải liên tục cân bằng ở giá trị 0 trừ khi có tác động đóng búa.

5.4.3.2 Dữ liệu vận tốc

Nếu sử dụng đầu đo gia tốc (xem mục 5.2.2). thiết bị có thể tích phân gia tốc theo thời gian để thu được vận tốc. Nếu sử dụng đầu đo chuyển vị, thiết bị phải vi phân chuyển vị theo thời gian để tìm được vận tốc. Nếu được yêu cầu, thiết bị phải cho giá trị vận tốc bằng 0 giữa các nhát búa đóng, và sẽ hiệu chỉnh bản ghi vận tốc để lý giải cho việc trôi điểm 0 của đầu đo trong quá trình đóng búa.

5.4.3.3 Điều kiện tín hiệu

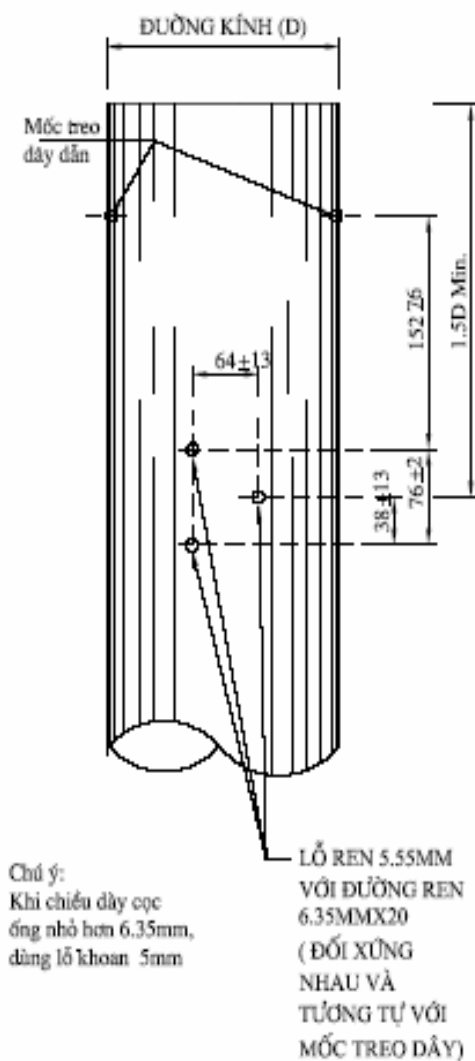
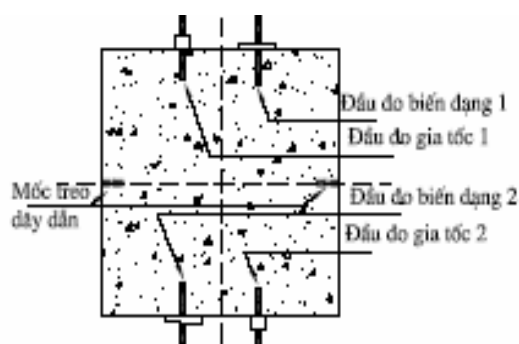
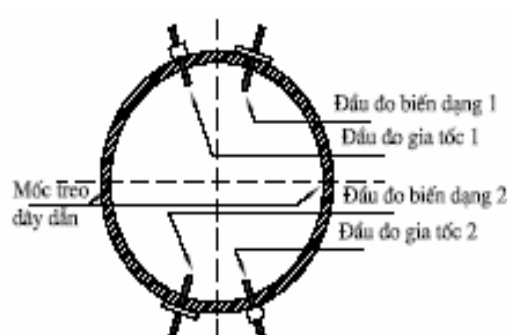
Việc kiểm tra điều kiện tín hiệu cho lực và vận tốc cần có đường cong tần số tương ứng như nhau để tránh sự dịch pha tương đối và sự lệch biên độ tương đối.

5.4.4 Thiết bị hiển thị

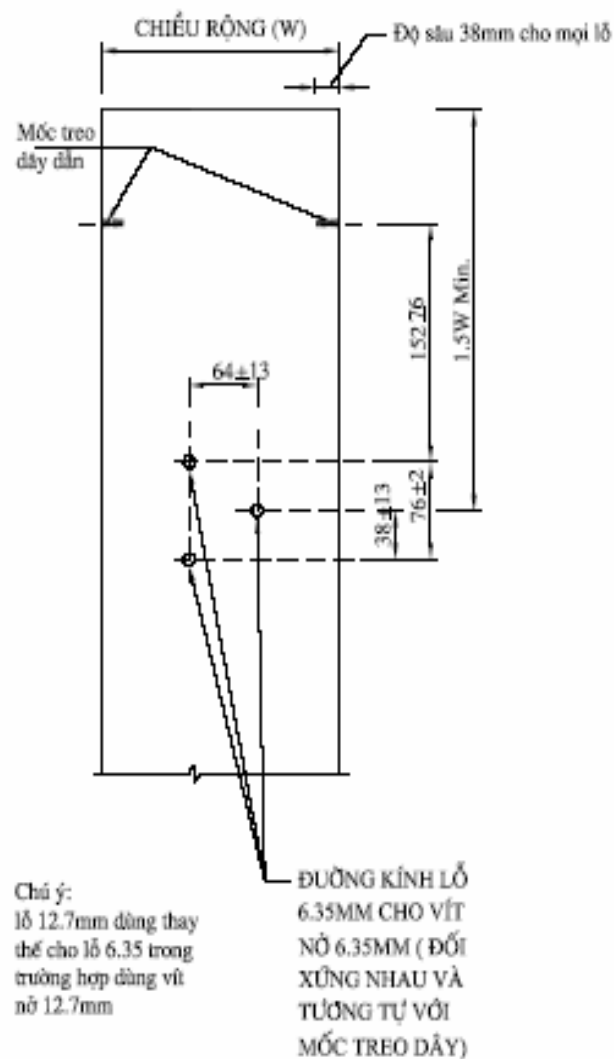
Tín hiệu đo được từ các đầu đo (được quy định trong 4.2.1 và 4.2.2) sẽ được hiển thị bằng các phương tiện của 1 máy như máy hiện sóng, máy ghi đồ thị dao động hoặc màn hình tinh thể lỏng trên đó có thể quan sát được các đại lượng lực và vận tốc theo thời gian cho mỗi nhát búa. Thiết bị này có thể nhận tín hiệu trực tiếp từ đầu đo hoặc sau khi đã được xử lý qua thiết bị xử lý dữ liệu. Thiết bị này cần có khả năng hiệu chỉnh được để tái tạo lại tín hiệu trong dải thời gian từ 5 đến 160 ms. Cả hai dữ liệu của lực và vận tốc có thể được tái tạo lại cho mỗi nhát đóng và thiết bị cần có khả năng lưu giữ và hiển thị tín hiệu cho từng nhát đóng đã được chọn lựa trong một khoảng thời gian tối thiểu là 30 sec.

6. Trình tự thí nghiệm

6.1 Ghi lại các thông tin về dự án (mục 7). Gắn các đầu đo (mục 5.2) lên cọc, tiến hành kiểm tra, hiệu chỉnh thiết bị , và ghi các thông số động học của các tác động trong từng khoảng thời gian được kiểm soát với sự theo dõi đều đặn sức kháng xuyên. Xác định các đặc trưng của tối thiểu 10 nhát đóng từ lúc bắt đầu đóng và sử dụng để tính sức chịu của đất thường là từ 1 hay 2 nhát đóng được chọn là tiêu biểu kể từ lúc bắt đầu đóng lại. Các tín hiệu lực và vận tốc theo thời gian cần được xử lý thông qua thiết bị xử lý dữ liệu, máy tính hoặc tính tay sự tiến triển của lực, vận tốc, gia tốc, chuyển vị và năng lượng trong quá trình đóng.



Hình 4 - Bố trí định hình cách gắn các đầu đo ở dạng cọc ống



Hình 5 - Bố trí định hình đầu đo cho cọc bê

6.2 Xác định vận tốc sóng biến dạng cho cọc bê tông hoặc cọc gỗ

Vận tốc sóng được xác định khi đóng cọc nếu xuất hiện rõ ràng có một sóng phản

xạ của lực căng từ mũi cọc. Có thể đặt cọc lên trên gối đỡ hoặc tự do trên mặt đất và tách ra khỏi các cọc lân cận và các vật cản khác. Gắn đầu đo gia tốc vào một đầu của cọc và gõ vào đầu kia của cọc bằng một búa có trọng lượng phù hợp. Lưu ý cẩn thận không để phá huỷ hay làm sút vỡ cọc. Ghi lại (xem mục 5.4.2) và hiển thị (xem mục 5.4.4) các tín hiệu gia tốc. Đo thời gian giữa các giá trị gia tốc đạt cực đại với càng nhiều chu kỳ phản xạ càng tốt. Chia chiều dài quãng đường sóng biến dạng truyền đi cho thời gian này để xác định vận tốc sóng biến dạng.

6.3 Công tác chuẩn bị

Đánh dấu rõ các khoảng cách đều trên cọc. Gắn chắc các đầu đo vào cọc bằng liên kết bu lông, keo dán hoặc hàn. Với các loại cọc có vật liệu không phải là thép cần xác định vận tốc sóng (xem mục 6.2). Định vị các thiết bị để tạo được lực tác động dọc trục và đồng tâm với cọc. Mở chế độ để máy ghi, xử lý, và hiển thị dữ liệu vào hoạt động và hiệu chỉnh cho các tín hiệu vận tốc và lực về số 0.

6.4 Thực hiện phép đo

Ghi lại số lần đóng cho một độ xuyên xác định. Đối với búa rơi tự do, búa diesel đơn động và búa thuỷ lực, búa khí nén, búa hơi nước ghi lại hành trình búa hoặc chiều cao búa rơi. Với búa diesel song động đo áp lực xả và với búa khí nén đo lại áp lực hơi hoặc áp lực khí ở đường dẫn áp lực đến búa.. Đối với búa thuỷ lực, ghi lại động năng từ khí cụ đo của búa , nếu có. Ghi lại số nhát búa trong một phút do búa thực hiện. Tiến hành đo, ghi lại và hiển thị một loạt các số đo lực và vận tốc. So sánh lực và tích của vận tốc và trở kháng (xem 6.5) tại thời điểm tác động.

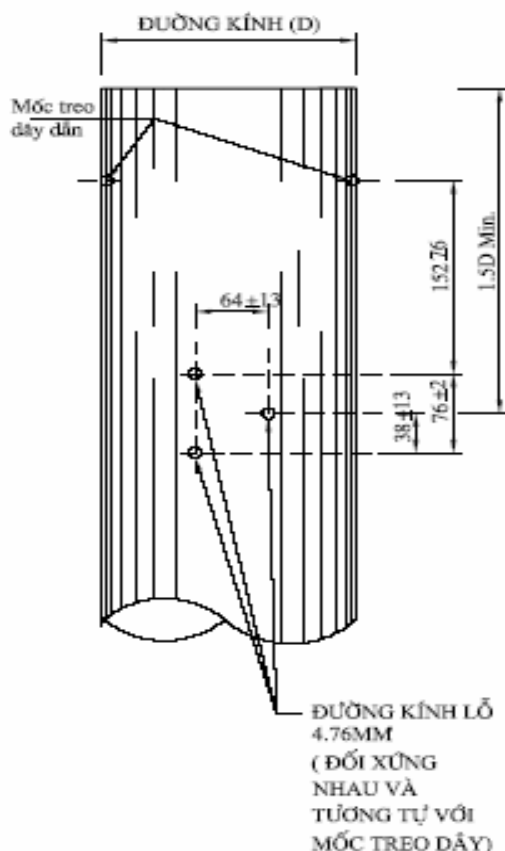
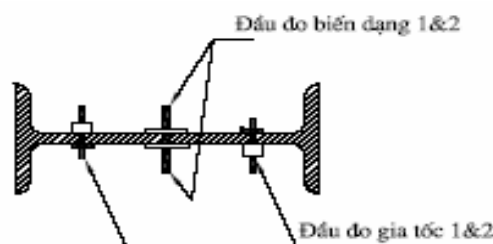
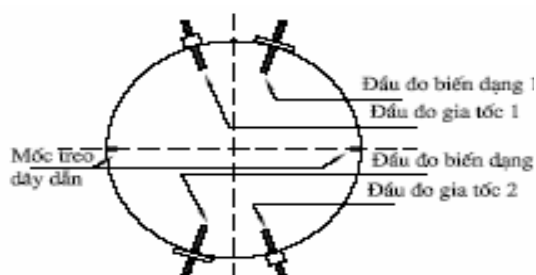
Ghi chú 4 : Nếu thực hiện phép đo động lực để tính khả năng chịu tải thì đo sau khi đóng lại cọc một khoảng thời gian đủ để xuất hiện các áp lực nước ở các lỗ rỗng cho phép và sự thay đổi cường độ của đất do sự đóng này sinh ra. Các điều kiện địa chất khác của đất, như là lớp đất chịu nén phía dưới cần luôn luôn được chú ý đến vì chúng xuất hiện trong mọi phép tính toán sức chịu tải.

Ghi chú 5 : Lưu ý - Trước khi vào nơi đóng cọc, phải kiểm tra xem có vật liệu hay phụ kiện nào có thể văng ra và làm ảnh hưởng đến an toàn của người ở chung quanh hay không.

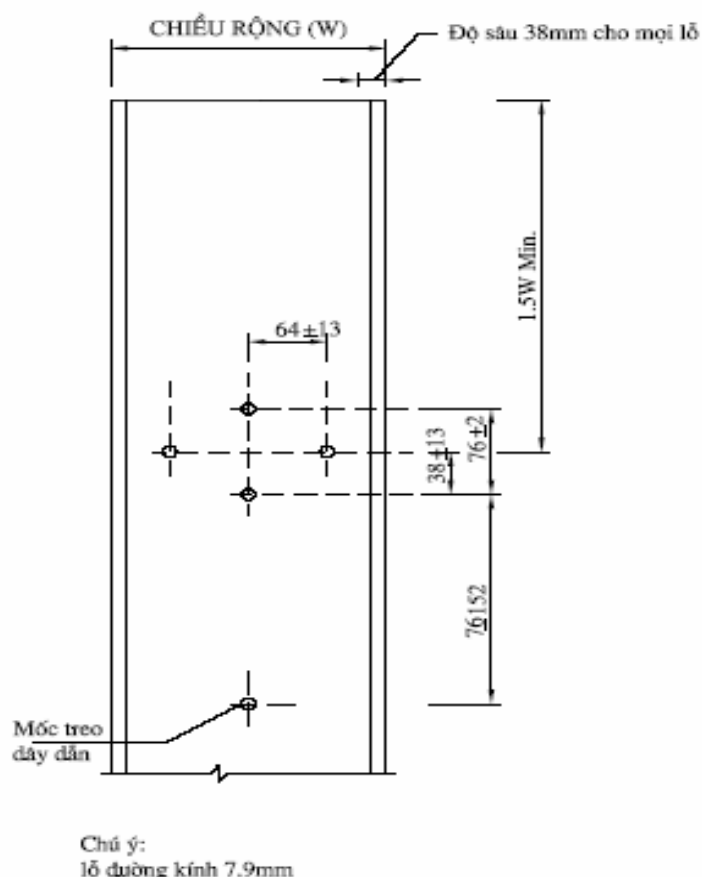
6.5 Kiểm tra chất lượng dữ liệu

Để khẳng định chất lượng dữ liệu, nên so sánh theo chu kỳ giữa lực và tích của vận tốc với trở kháng của cọc ở thời điểm đóng sao cho ăn khớp về tỷ lệ, và lực, vận tốc theo thời gian qua một loạt nhát đóng được lựa chọn và thường là liên tục diễn ra liên với nhau. Những tín hiệu liên tiếp và phù hợp với nhau từ các đầu đo lực hoặc đầu đo biến dạng và đầu đo gia tốc, vận tốc hoặc chuyển vị là kết quả của việc hệ

thống các đầu đo hoạt động tốt và hệ thống thiết bị ghi, xử lý và hiển thị dữ liệu đã căn chỉnh chính xác. Nếu các tín hiệu không ăn khớp, phải xem nguyên nhân và chỉnh sửa ngay nếu cần thiết. Nếu nguyên nhân được xác định là do đầu đo thì phải sửa hoặc hiệu chuẩn lại hoặc phải tiến hành cả hai biện pháp trước khi sử dụng. Tiến hành kiểm tra, hiệu chỉnh cho các thiết bị ghi, xử lý, hiển thị dữ liệu và phát hiện dung sai vượt quá quy định của nhà sản xuất, phải căn chỉnh lại các thiết bị này trước khi sử dụng tiếp. Ghi chú 6 : Lưu ý chung là tất cả các bộ phận của thiết bị đo động lực và các thiết bị ghi, xử lý, hiển thị dữ liệu phải được kiểm chuẩn ít nhất 2 năm một lần theo tiêu chuẩn do nhà chế tạo quy định.



Hình 6 -Bố trí định hình các đầu đo trên coc gỗ



Hình 7 - Bố trí định hình đầu đo trên coc chữ H

6.6 Phân tích kết quả

6.6.1 Lấy lực và vận tốc từ đường số liệu đầu ra của thiết bị để xử lý dữ liệu (xem 5.4.3) hoặc từ thiết bị hiển thị (xem 5.4.4), Ghi lại giá trị lực tác động, vận tốc và lực lớn nhất và nhỏ nhất của các nhát búa điển hình được chọn. Ghi giá trị gia tốc lớn nhất trực tiếp từ các tín hiệu đo của đầu đo gia tốc hoặc bằng cách lấy vi phân vận tốc theo thời gian ghi được. Lấy giá trị chuyển vị thu được từ hồ sơ đóng cọc, và từ đầu đo chuyển vị nếu được sử dụng theo mục 5.2.2 hoặc bằng cách tích phân vận tốc theo thời gian ghi được. Thu được năng lượng truyền tối đa tại vị trí gắn đầu đo.

6.6.2 Những dữ liệu ghi được có thể sẽ được phân tích bằng máy tính. Kết quả việc phân tích có thể bao gồm cả việc đánh giá tính toàn vẹn của cọc, sự làm việc của hệ thống đóng cọc, và ứng suất động học lớn nhất của quá trình đóng. Kết quả cũng có thể được dùng để đánh giá sức kháng tĩnh của đất và phân bố chúng trên cọc tại thời điểm thí nghiệm. Sử dụng những kết quả phân tích này còn để đưa ra những nhận định kỹ thuật.

Ghi chú 7:

Thông thường sự tương quan giữa sức kháng được huy động với khả năng chịu tải là tốt hơn khi chuyển vị tĩnh đo được của cọc trên mỗi lần đóng ít nhất là 3 mm.

Ghi chú 8 :

Việc đánh giá sức kháng tĩnh của đất và sự phân bố của nó, có thể dựa trên các phương pháp phân tích khác nhau, và là đối tượng của những đánh giá kỹ thuật riêng biệt. Dữ liệu đầu vào cho các phương pháp phân tích có thể dẫn đến hoặc không dẫn đến việc đánh giá phân tích động trùng với dữ liệu thí nghiệm tĩnh. Thường mong muốn và đôi khi cần thiết hiệu chỉnh kết quả của phép phân tích động với các kết quả thử tĩnh được tiến hành theo tiêu chuẩn của phương pháp ASTM D 1143.

7. Lập báo cáo

7.1 Báo cáo thí nghiệm sẽ gồm mọi thông tin như dưới đây, áp dụng cho loại cọc thí nghiệm. Bất cứ thông tin được yêu cầu nào không thu được từ thí nghiệm phải được ghi trong báo cáo là không có giá trị.

7.1.1 Giới thiệu chung

7.1.1.1 Tên dự án/ Vị trí, và

7.1.1.2 Số liệu của lỗ khoan thí nghiệm điển hình hoặc ở bên cạnh

7.1.2 Thiết bị lắp đặt để chế tạo cọc

7.1.2.1 Mô tả thiết bị để chế tạo cọc được sử dụng cho cọc đóng và cọc khoan nhồi hoặc để thí nghiệm những cọc này hoặc tổng hợp tất cả các loại trên nếu thích hợp, bao gồm cả kích thước (trọng lượng búa và xung lực) và các mức năng lượng, năng lực, chủng loại, mức độ làm việc, hoặc áp lực, mức tiêu hao nhiên liệu, mô tả đệm búa và đệm cọc và mô tả loại khung dẫn và các thiết bị lắp đặt đặc biệt khác như việc sử dụng cọc dẫn hoặc cọc ống lõi, hoặc thiết bị xối nước.

7.1.3 Cọc thí nghiệm

7.1.3.1 Mô tả (tên và vị trí) của cọc thử

7.1.3.2 Tải trọng làm việc và hệ số an toàn (hoặc khả năng chịu tải tối hạn yêu cầu) của cọc.

7.1.3.3 Loại và kích thước cọc gồm cả diện tích mặt cắt ngang thực tế và danh định hoặc cả hai, chiều dài, đường kính (như là một hàm của chiều dài cọc đối với cọc gỗ và cọc hỗn hợp).

7.1.3.4 Đối với cọc bê tông, cọc ống đổ tại chỗ, hoặc cọc khoan nhồi: ngày chế tạo cọc thử, đổ bê tông hoặc đóng, cường độ thiết kế của mẫu trụ bê tông, tỷ trọng, ứng suất trước hiệu quả, hoặc chi tiết cốt thép (kích thước, chiều dài của các thanh thép dọc), mô tả cốt thép bên trong và bên ngoài sử dụng trong cọc thử (hình dạng, chiều dài, số lượng và bố trí thép dọc, ống vách hoặc ống vỏ và chiều dài).

7.1.3.5 Đối với cọc thép, mác thép, cường độ đàn hồi, và loại cọc (ví dụ, ống đúc liền, ống hàn xoắn ốc, loại thép chữ H).

7.1.3.6 Đối với cọc gỗ: chiều dài, độ thẳng đứng, xử lý bảo quản, kích thước mũi và đỉnh cọc (và diện tích như là hàm số của chiều dài), và tỷ trọng đo được cho từng cọc.

7.1.3.7 Mô tả và vị trí chỗ nối nếu phải nối.

7.1.3.8 Mô tả bảo vệ đặc biệt cho đầu cọc nếu cần làm.

7.1.3.9 Mô tả lớp sơn bảo vệ đặc biệt được áp dụng nếu phải sơn.

7.1.3.10 Góc nghiêng so với độ thẳng đứng của mọi cọc thử, và

7.1.3.11 Nhận xét về cọc như là những chỗ sút sọc, chỗ nứt, và mặt đỉnh cọc.

7.1.4 *Thi công cọc:*

7.1.4.1 Ngày thi công và đóng cọc theo chỉ dẫn

7.1.4.2 Đối với cọc khoan nhồi, phải đưa cả kích thước danh định của gầu khoan, thể tích bê tông hoặc vữa trong cọc (thể tích theo chiều sâu cọc nếu cần xác định) và mô tả quá trình thi công đặc biệt được sử dụng, như là lắp và tháo ống vách hoặc cả hai biện pháp này.

7.1.4.3 Đối với cọc đóng, phải đưa ra các thông tin như đệm búa và đệm cọc, bao gồm các báo cáo về đóng cọc, số nhát búa, và xung lực của búa, hoặc mức lún của những nhát búa cuối cùng.

7.1.4.4 Lý do và thời gian gián đoạn trong quá trình thi công cọc, nếu xảy ra và những điều xảy ra và

7.1.4.5 Lưu ý về bất cứ diễn biến bất thường nào trong quá trình thi công hay trong công tác đào hoặc trong cả hai mà cần phải theo dõi.

7.1.5 *Thí nghiệm động*

7.1.5.1 Mô tả mọi bộ phận của thiết bị để thu nhận các thông số động lực đo được và các thiết bị để ghi, xử lý và hiển thị dữ liệu và của quy trình thí nghiệm bao gồm cả việc mô tả và vị trí để gắn đầu đo.

7.1.5.2 Ngày thí nghiệm và trình tự tiến hành cọc thí nghiệm như " kết thúc đóng cọc" hoặc " bắt

đầu đóng lại" (việc đóng lại được ghi thêm thời điểm kết thúc đóng) hoặc chiều sâu chôn cọc.

7.1.5.3 Nhận diện cọc thí nghiệm

7.1.5.4 Chiều dài phía dưới đầu đo, diện tích mặt cắt ngang, tỷ trọng, vận tốc sóng, và mô đun đàn hồi động của cọc thí nghiệm.

7.1.5.5 Sức kháng xuyên (số nhát búa trên một đơn vị xuyên) trong quá trình thí

nghiệm

7.1.5.6 Thể hiện biểu đồ của số đo vận tốc và lực trong miền thời gian cho lần đóng mẫu của từng cọc thí nghiệm.

7.1.5.7 Các phương pháp và lý thuyết truyền sóng theo một phương sử dụng (đưa ra tham chiếu) để đánh giá dữ liệu (đặc biệt với việc đánh giá khả năng chịu tải nếu cần thiết).

7.1.5.8 Giải trình về khả năng chịu tải của cọc tại thời điểm thí nghiệm, các điều đề cập cần thiết nếu khả năng chịu tải trong tình trạng hồi lại như tại cuối giai đoạn đóng cọc hoặc từ việc đóng lại với thời gian chờ vừa đủ sau khi đóng cọc. Nếu thấy cần thiết, hãy tóm tắt các biến số mô tả mô hình đất, bao gồm cả hệ số giảm chấn, hệ số chấn động, và phân bố sức kháng.

7.1.5.9 Giải trình về sự làm việc của búa đo được do năng lượng truyền vào cọc (so sánh với số liệu của nhà sản xuất).

7.1.5.10 Giải trình về ứng suất đóng cọc

7.1.5.11 Giải trình về tính toàn vẹn của cọc , và

7.1.5.12 Các kết quả thí nghiệm cần được tổng kết và trình bày theo thứ tự , với ghi chú về thời gian thí nghiệm như " kết thúc đóng cọc" hoặc " bắt đầu đóng lại" và lưu ý về chiều sâu chôn cọc, và cả độ lệch tiêu chuẩn và dải số có ý nghĩa thống kê.

8. Độ chính xác và sai số

8.1 Độ chính xác

Độ chính xác của phương pháp thí nghiệm này khi đo trực tiếp biến dạng và gia tốc trong cọc bằng các biện pháp của thí nghiệm chưa được xác định. Độ chính xác không thể xác định bằng độ biến thiên của cọc, búa đóng cọc và đất chung quanh cọc.

8.2 Sai số

Không có giá trị tham chiếu được chấp nhận cho phương pháp thí nghiệm này nên sai số không thể xác định được.

V. XÂY DỰNG Ở VÙNG ĐÔI NÚI

Để công trình (gồm cả phần nền móng) có chất lượng xây dựng tốt cần tư vấn giám sát kỹ ở 4 khâu :

- Chuẩn bị thiết kế : giai đoạn khảo sát đất nền;
- Biện pháp thiết kế để tránh nguy cơ hư hỏng;
- Thi công đúng trong khâu nền móng;
- Biện pháp bảo vệ đất nền của công trình.

Dưới đây xin trình bày những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu liên quan đến 4 vấn đề nói trên.

1. Yêu cầu khi thiết kế nền đất vùng đôi núi

1) Trong điều kiện tự nhiên ở vùng xây dựng có hiện tượng trượt lở dốc hay không ?

2) Lượng định ảnh hưởng có hại đến ổn định của dốc núi trong thi công như đào, lấp, chất tải ở gần hố móng để có biện pháp phòng ngừa;

3) Tính không đồng đều của nền đất (nguyên thổ, san lấp, lẫn đá cuội, đá mô côi) và thể nằm của các lớp đất đá (bằng phẳng hay nghiêng);

4) Mức độ hình thành và phát triển các hang đất và xói lở đất đá, sự nứt nẻ, phong hoá đá ... tạo thành dòng chảy mạnh;

5) Ảnh hưởng của nước mặt (theo mùa khô và mùa mưa) và nước ngầm khi thi công và sử dụng công trình.

Minh hoạ những vấn đề nói trên bằng 3 ví dụ sau :

Hình 7.28 : Nhà xây ở đầu dốc trên lớp đất đắp (số 8), tuy có làm lớp phủ mặt (số 3) để ngăn sự xâm nhập của nước thải nhưng không có hiệu quả, cuối dốc có dòng sông/ suối bé (số 7) làm mức nước ngầm thay đổi nhiều (số 5) nên nhà bị hỏng, nứt (số 2).

Bài học : sườn dốc không ổn định, móng đặt nông trên đất đắp có chiều dày không đều.

Hình 7.29 : Nhà đang xây dở dang nằm giữa mái dốc trên lớp đất nằm nghiêng và yếu có tác dụng như lớp " bôi trơn " làm nhà trượt về phía cuối dốc.

Bài học : điều tra nền đất không tốt, thể đất nằm nghiêng quá qui định và thiết kế không có giải pháp gia cường móng.

Hình 7.30 : Độ dốc lớn, không có biện pháp giữ ổn định đất ngoài phạm vi móng, nhà cuối dốc bị đất trượt đè lên, không thể tiếp tục sử dụng.

Bài học : Cần có biện pháp bảo vệ chống trượt cho đất quanh nhà theo hướng dốc của đôi núi.

2. Cơ chế trượt đất vùng đôi dốc

Có 3 dạng mất ổn định (hình 7.31) do trượt chính sau đây :

- Công trình đặt trên đầu dốc gây trượt làm đất dưới móng bị rời ra;

- Công trình đặt ở giữa dốc, mặt trượt hình thành dưới toàn bộ móng;
- Công trình ở cuối dốc nhưng do phân đất (và có thể có cả công trình) nằm ở phía trên bị trượt và đất đè lên nhà ở cuối dốc.

3. Giải pháp quy hoạch để hạn chế hư hỏng

Việt Nam chưa có quy định về tiêu chuẩn qui hoạch xây dựng nhà ở vùng đồi núi, ở đây tham khảo Tiêu chuẩn nước ngoài (chương 5 tiêu chuẩn TJ7-74 Trung Quốc) :

- Không xây dựng ở nơi trượt dốc lớn, bùn đá chảy, sụt lở mạnh, hang đất phát triển, độ nghiêng mặt đất quá giới hạn cho phép. Khi có nhu cầu đặc biệt bắt buộc phải sử dụng vùng đất loại này thì phải có biện pháp xử lý đủ tin cậy;

- Quy hoạch tổng thể phải bố trí hợp lý tùy thuộc yêu cầu sử dụng với điều kiện địa hình địa chất. Công trình nặng, chính nên bố trí ở chỗ có nền đất tốt hơn, cố gắng tạo sự phù hợp giữa điều kiện đất nền với yêu cầu kết cấu bên trên, không tạo ra sự chênh lệch lớn tải trọng của móng trên đất dốc;

- Phải triệt để bảo vệ và lợi dụng hệ thống thoát nước tự nhiên và thảm thực vật ở vùng đồi núi. Khi bắt buộc phải thay đổi hệ thống thoát nước tự nhiên thì phải dẫn nguồn nước ra khỏi địa điểm xây dựng ở những chỗ dễ nắn dòng hoặc dễ chặn dòng vào các sông/suối tự nhiên hoặc rãnh thoát tạm thời trong thời gian mưa to lúc thi công;

- Ở những vùng đất chịu ảnh hưởng của nước lũ phải có các biện pháp thoát lũ thích hợp, kè giữ các bờ của dòng chảy để tránh xói lở (trồng cây, kè đá / bê tông, tường chắn).

Minh hoạ những khuyến cáo nói trên bằng các ví dụ nêu ở các hình sau đây :

Hình 7.32 : Nguyên tắc đặt móng trên mái dốc theo tỷ lệ ngang 3, đứng 2.

Hình 7.33 : Công trình ở đầu và chân mái dốc.

a) Khi công trình đặt ở đầu mái dốc với mái nghiêng nhỏ hơn 45° và cao không quá 8m thì khoảng cách mép móng đến mép dốc S không được nhỏ hơn 2,5m và tính theo các công thức đã nêu. Trong trường hợp $\alpha > 45^\circ$ và $H > 8m$ phải kiểm toán độ ổn định của mái dốc + công trình.

b) Cách bố trí công trình ở đỉnh và chân dốc

Hình 7.34 : Giải pháp đặc biệt khi cần đặt công trình trên đỉnh và giữa mái dốc : dùng cọc rễ cây hoặc neo vào đất đá.

Hình 7.35 : Cách chống trượt và lấp bằng tường ốp và cọc.

Hình 7.36 - Hình 7.37 : Một số biện pháp bảo vệ mái dốc cho đường giao thông và bờ sông hoặc suối.

Một số khuyến cáo trong thiết kế

Khi lớp đất phủ là mỏng, phía dưới là mặt đá gốc theo bảng 7.43 để thiết kế. Khi san nền cần đắp đất để lấy mặt bằng xây dựng thì việc thiết kế và kiểm tra theo bảng 7.44 và 7.45.

Bảng 7.43. *Trị độ dốc cho phép của bề mặt đá gốc nằm dưới lớp đất đắp.*

Lực chịu tải cho phép của tầng đất phủ trên (R) T/m ²	Kết cấu gạch đá chịu lực 4 tầng và dưới 4 tầng, kết cấu khung 3 tầng và dưới 3 tầng	Kết cấu khung 1 tầng thông thường có cầu trục 15T và dưới 15 T	
		Cột biên mang tường và tường hồi	Cột giữa không tường
≥ 15	≤ 15%	≤ 15%	≤ 30%
≥ 20	≤ 25%	≤ 30%	≤ 50%
≥ 30	≤ 40%	≤ 50%	≤ 70%

Chú thích : *Biểu này thích hợp cho nền đất xây dựng ở trạng thái ổn định, mặt dốc của đá gốc chỉ nghiêng về 1 hướng và bề mặt của đá gốc với mặt đáy của móng nằm trên lớp đất có độ dày lớn hơn 30cm.*

Đối với nền đất có nhiều lớp đá và có lộ ra, nếu ở giữa các lớp đá có xen kẹp lớp đất sét hồng cứng dẻo hoặc cứng rắn, nếu là nhà kết cấu gạch đá chịu lực 4 tầng và dưới 4 tầng, kết cấu khung 3 tầng và dưới 3 tầng, hoặc kết cấu khung 1 tầng có cầu trục 15T và dưới 15T, mà áp lực đáy móng nhỏ hơn 20 T/m² thì có thể không cần xử lý nền đất.

Khi không thỏa mãn các qui định trên có thể dùng lớp đá để làm mố đỡ móng, khi lớp đá lộ ra có thể dùng làm đệm kê, cần thiết thì độn bê tông đá học cho nền ổn định hơn. Khi lớp đất xen kẹp mỏng có thể moi đào bỏ đi và nhồi vào đó vật liệu đá dăm, đất lẫn đá hoặc vật liệu ít co ngót nhồi vào với hệ số đầm chặt 0,87.

Bảng 7.44. *Trị khống chế chất lượng nền đất đắp.*

Loại hình kết cấu	Vị trí đất lấp	Hệ số đầm chặt k_c	Hàm lượng nước khống chế (%)
Kết cấu gạch đá chịu lực và kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	> 0,96	$W_{op} \pm 2$
	Dưới phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	0,93 ~ 0,96	
Kết cấu gối đơn giản và kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	0,94 ~ 0,97	
	Dưới phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	0,91 ~ 0,93	

Chú thích : *Hệ số nén chặt k_c , là trị của tỉ số giữa dung trọng khô khống chế γ_d của đất với dung trọng khô tối đa γ_{dmax} , W_{op} là hàm lượng nước tối ưu, thể hiện bằng %.*

Bảng 7.45. Sức chịu tải cho phép và độ dốc biên cho phép của nền đất cấp

Loại đất lấp	Hệ số nén chặt k_c	Lực chịu tải cho phép R T/m^2	Trị độ dốc biên cho phép (Tỷ số cao : rộng)	
			Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~15m
Đá dăm, đá cuội	0,94 ~ 0,97	20 ~ 30	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 1,75 ~ 1: 1,50
Cát lẫn đá (trong đó đá dăm đá cuội chiếm 30-50% toàn trọng lượng)		20 ~ 25	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 1,75 ~ 1: 1,50
Đất lẫn đá (trong đó đá dăm đá cuội chiếm 30-50% toàn trọng lượng)		15 ~ 20	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 2,00 ~ 1: 1,50
Đất sét ($8 < I_p < 14$)		13 ~ 18	1: 1,75 ~ 1: 1,50	1: 2,25 ~ 1: 1,75

Trị số dốc cho phép của sườn dốc, phải căn cứ vào kinh nghiệm tại chỗ, xác định theo trị số độ dốc ổn định của các loại đất đá cùng loại. Khi điều kiện địa chất là tốt, chất đất đá tương đối đồng đều, có thể xác định theo bảng 7.46 và bảng 7.47

Bảng 7.46. Trị độ dốc cho phép của sườn dốc đá.

Loại đá nham	Độ phong hoá	Trị độ dốc cho phép (tỷ số cao : rộng)	
		Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~ 15m
Đá cứng	Phong hoá nhẹ	1: 1,10 ~ 1: 0,20	1: 0,20 ~ 1: 0,35
	Phong hoá vừa	1: 0,20 ~ 1: 0,35	1: 0,35 ~ 1: 0,50
	Phong hoá mạnh	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
Đá mềm	Phong hoá nhẹ	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Phong hoá vừa	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
	Phong hoá mạnh	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25

Bảng 7.47. Trị độ dốc cho phép của sườn dốc đất.

Loại đất	Độ chặt học trạng thái đất sét	Trị độ dốc cho phép (tỷ số cao : rộng)	
		Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~ 15m
Đất đá vụn	Thật chặt	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Chặt vừa	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
	Hơi chặt	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25
Đất sét cứng	Cứng rắn	1: 0,33 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Cứng dẻo	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
Đất sét thường	Cứng rắn	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25
	Cứng dẻo	1: 1,00 ~ 1: 1,25	1: 1,25 ~ 1: 1,50

Chú thích :

1. Trong bảng, chất bổ sung vào với đất đá vụn là đất tính sét ở trạng thái cứng rắn hoặc cứng dẻo.

2. Với đất đá vụn mà bổ sung bằng đất cát hoặc là với đất cát thì trị số dốc cho phép của sườn dốc đều xác định theo góc dốc tự nhiên.

Khi gặp một trong các tình huống sau đây, trị độ dốc cho phép của sườn dốc phải được thiết kế riêng :

1. Độ cao của sườn dốc lớn hơn qui định trong bảng 7.46 và 7.47;

2. Nước ngầm tương đối phát triển hoặc có tầng đất nghiêng với bề mặt yếu (đề phòng bị trôi trượt).

3. Chiều dốc nghiêng của mặt lớp đá hoặc mặt san nền chủ yếu có cùng độ dốc nghiêng của thành hố đào, nhưng góc kẹp giữa hướng đi của 2 mặt này lại nhỏ hơn 45° .

Đối với sườn dốc bằng đất hoặc sườn dốc là đá dễ hoá mềm khi đào móng phải có các biện pháp thích hợp để thoát nước, bảo vệ chân dốc, bảo vệ mặt dốc, không được để nước đọng trong phạm vi có thể ảnh hưởng đến ổn định của sườn dốc.

Khi đào đất đá nên đào từ trên xuống dưới. Đào, lấp đất phải tính đến việc cân bằng. Cố gắng xử lý phân tán đất thải. Nếu bắt buộc phải tập trung một lượng lớn đất thải ở đỉnh dốc hoặc ở sườn dốc thì phải thực hiện nghiệm toán ổn định của thân dốc.

Trong nhiều trường hợp phải dùng tường chắn đất để giữ ổn định mái dốc. Việc thiết kế tường chắn đất (loại trọng lực hoặc loại mềm) phải tuân theo các tiêu chuẩn có liên quan.

MỤC LỤC

Trang

I. Mở đầu

1. Đặc điểm của công tác giám sát thi công nền móng
2. Khối lượng kiểm tra
3. Thực hiện kiểm tra

II. Móng trên nền đất tự nhiên

- 1.1. Tiêu chuẩn dùng để kiểm tra thi công nền móng tự nhiên
- 1.2. Các thông số và tiêu chí kiểm tra chất lượng hố móng và nền đất đắp
- 1.3. Kiểm tra việc bảo vệ môi trường trong thi công công tác đất
- 1.4. Kiểm tra việc thi công hố móng sâu
- 1.5. Kiểm tra thi công móng

III. Nền gia cố

1. Bấc thăm, vải hoặc lưới địa kỹ thuật
2. Bơm ép vữa
3. Gia cố nền bằng phương pháp hoá học
4. Làm chặt đất bằng đầm/lu lèn trên mặt hoặc chiều sâu

IV. Thi công móng cọc

1. Cọc chế tạo sẵn
 - 1.1. Giai đoạn sản xuất
 - 1.2. Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển
 - 1.3. Chọn búa đóng cọc
 - 1.4. Mối nối cọc và mũi cọc
 - 1.5. Trình tự đóng cọc
 - 1.6. Tiêu chuẩn dùng đóng cọc
 - 1.7. Cọc và mặt nền đất bị đẩy trôi
 - 1.8. Chấn động và tiếng ồn
 - 1.9. Một số sự cố thường gặp
 - 1.10. Nghiệm thu công tác đóng cọc
2. Cọc thép
 - 2.1. Kiểm tra chất lượng chế tạo
 - 2.2. Chất lượng hàn và cấu tạo mũi cọc
 - 2.3. Tiêu chuẩn dùng đóng

3. Cọc khoan nhồi

- 3.1. Yêu cầu chung
- 3.2. Khối lượng kiểm tra và cách xử lý
- 3.3. Kiểm tra chất lượng lỗ cọc
- 3.4. Kiểm tra lồng thép và lắp đặt ống đo
- 3.5. Kiểm tra chất lượng bê tông và công nghệ đổ bê tông
- 3.6. Kiểm tra chất lượng thân cọc
- 3.7. Kiểm tra sức chịu tải của cọc
- 3.8. Một số hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi
- 3.9. Nghiệm thu cọc khoan nhồi và đài

V. Xây dựng ở vùng đồi núi

1. Yêu cầu khi thiết kế nền đất vùng đồi núi
2. Cơ chế trượt đất vùng đồi núi
3. Giải pháp quy hoạch để hạn chế hư hỏng

Hình vẽ và ảnh

Tài liệu tham khảo