

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12111:2018

**MÓNG CỌC VÍT CÓ CÁNH ĐƠN Ở MŨI -
YÊU CẦU THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

Bottom single blade steel rotation pile foundation - Construction and acceptance

HÀ NỘI - 2018

MỤC LỤC

1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Quy định chung	9
4.1 Tổng quát.....	9
4.2 Đặc điểm áp dụng của RSP.....	10
5 Vật liệu	11
5.1 Tổng quát.....	11
5.2 Phần cọc ống thép.....	11
5.3 Cánh thép mũi cọc.....	11
5.4 Chi tiết phụ.....	12
5.5 Vật liệu hàn.....	12
6 Vận chuyển, lưu kho và kiểm tra	12
6.1 Kiểm tra.....	12
6.2 Vận chuyển.....	13
6.3 Lưu kho.....	13
7 Yêu cầu về máy móc và thiết bị thi công	14
8 Chuẩn bị thi công	14
8.1 Bố trí mặt bằng công trường.....	14
8.2 Chuẩn bị cọc tại công trường.....	14
8.3 Kiểm tra và bảo trì máy móc và thiết bị.....	14
9 Phương pháp thi công cọc vít	15
9.1 Lắp đặt máy móc cung cấp lực nén xoay và vận hành thiết bị đo đặc.....	15
9.2 Định vị.....	16
9.3 Công tác xoay hạ cọc.....	17
9.4 Hàn nối cọc tại hiện trường.....	18
9.5 Quản lý thi công.....	19
9.6 Các vấn đề xảy ra trong quá trình thi công và biện pháp xử lý.....	23
10 Thi công bệ móng	27
10.1 Xử lý đầu cọc.....	27
10.2 Chi tiết nối bệ cọc và cọc.....	27
11 Thử nghiệm cọc	30
12 Đo đạc, nghiệm thu	31
12.1 Hệ thống kiểm soát đo lường.....	31

12.2	Xác định lớp đất chịu lực và ngừng xoay cọc.....	31
12.3	Các hạng mục kiểm soát việc thực hiện và tiêu chí kiểm tra	33
12.4	Kiểm soát thi công cọc xiên	33
12.5	Hồ sơ và báo cáo thi công	34
Phụ lục A (Tham khảo) Cánh thép xoay		36
Phụ lục B (Tham khảo) Vật liệu chi tiết phụ		39
Phụ lục C (Tham khảo) Hình dạng, kích thước, khối lượng và dung sai của cọc thép đơn.....		41
Phụ lục D (Tham khảo) Hình dạng, kích thước và độ lớn dung sai của cánh thép.....		45
Phụ lục E (Tham khảo) Các mục xem xét kiểm tra và các tiêu chí		47
Phụ lục F (Tham khảo) Nhật ký thi công		48
Phụ lục G (Tham khảo) Nhật ký hàn cọc		49
Phụ lục H (Tham khảo) Lựa chọn máy thi công theo đường kính cọc		50
Phụ lục I (Tham khảo) Tổng quan về hệ thống đo lường và quan trắc.....		53
Phụ lục K (Tham khảo) Một số biện pháp xử lý khi thi công cọc		55
Thư mục tài liệu tham khảo.....		61

Lời nói đầu

TCVN 12111:2018 do Tổng cục Đường bộ Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Móng cọc vít có cánh đơn ở mũi - Yêu cầu thi công và nghiệm thu

Bottom single blade Steel Rotation Pile Foundation - Construction and Acceptance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu thi công và nghiệm thu móng cọc vít có cánh đơn ở mũi sử dụng trong các công trình giao thông.

Đường kính cọc ống thép áp dụng từ 300 đến 1600 mm.

Tiêu chuẩn này cũng có thể sử dụng tham khảo cho thi công và nghiệm thu các móng cọc tương tự trong các dạng công trình khác.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng Tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 6700-1:2000, *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn - hàn nóng chảy*;

TCVN 8774:2012, *An toàn thi công cầu*;

TCVN 9245:2012, *Cọc ống thép*;

TCVN 9393:2012, *Cọc - Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục*;

TCVN 10834:2015, *Móng cọc ống thép dạng cọc đơn dùng cho công trình cầu – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 11197-2015, *Cọc thép - Phương pháp chống ăn mòn - Yêu cầu và nguyên tắc lựa chọn*;

TCVN 11520:2016, *Móng cọc vít có cánh đơn ở mũi – Yêu cầu Thiết kế*;

TCVN 11823-2017, *Tiêu chuẩn thiết kế cầu*;

AWS A5.1, *Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding (Điện cực thép cacbon cho hàn hồ quang bằng kim loại)*;

AWS A5.17, *Specification for Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding (Thông số kỹ thuật cho điện cực thép cacbon và chất thông lượng cho hàn hồ quang chìm)*;

TCVN 12111:2018

AWS A5.18, *Carbon Steel Electrodes & Rods for Gas Shielded Arc Welding* (Điện cực thép cacbon và thanh cho hàn hồ quang bằng khí);

AWS A5.20, *Specification For Carbon Steel Electrodes For Flux Cored Arc Welding* (Đặc điểm kỹ thuật của điện cực thép cacbon cho hàn dây lõi thuốc);

JIS Z 3211, *Covered electrodes for mild steel, high tensile strength steel and low temperature service steel* (Các điện cực được che phủ cho thép cacbon thấp, thép cường độ cao và thép chịu nhiệt độ thấp);

JIS Z 3312, *Solid wires for MAG and MIG welding of mild steel, high strength steel and low temperature service steel* (Dây đặc cho MAG và MIG hàn thép các bon thấp, thép cường độ cao và thép chịu nhiệt độ thấp);

JIS Z 3313, *Flux cored wires for gas shielded and self-shielded metal arc welding of mild steel, high strength steel and low temperature service steel* (Dây lõi trợ rung cho hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí cho thép các bon thấp, thép cường độ cao và thép chịu nhiệt độ thấp);

JIS Z 3351, *Solid wires for submerged arc welding of carbon steel and low alloy steel* (Dây đặc cho hàn hồ quang chìm bằng thép cacbon và thép hợp kim thấp);

JIS Z 3352, *Fluxes For Submerged Arc Welding And Electroslag Welding* (Các chất thông lượng cho hàn hồ quang và hàn điện cực dưới lớp thuốc);

JIS Z 3801, *Standard qualification procedure for manual welding technique* (Tiêu chuẩn kỹ thuật hàn thủ công);

JIS Z 3410, *Welding Coordination - Tasks And Responsibilities* (Phối hợp Hàn - Nhiệm vụ và Trách nhiệm);

JIS Z 3841, *Standard qualification procedure for semi-automatic welding technique* (Tiêu chuẩn kỹ thuật hàn bán tự động);

JIS G 5102, *Steel Castings for welded structure* (Tiêu chuẩn thép đúc cho kết cấu hàn). WES 8106, *Standard for Certification of Welding, Operator of Foundation Piles* (Tiêu chuẩn chứng nhận hàn cho móng cọc);

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây, ngoài ra cũng sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong các tiêu chuẩn viện dẫn:

3.1

Cọc ống thép (Steel pipe pile), **SPP**: Các ống thép được sử dụng làm cọc trong các công trình xây dựng, giao thông (TCVN 9245:2012).

3.2

Cọc vít có cánh đơn ở mũi (Bottom single blade Steel Rotation Pile), **SRP**: cấu tạo từ mũi cọc dạng vít bằng cánh thép và thân cọc là ống thép có tiết diện ngang nhỏ hơn so với cánh ở mũi cọc. Cọc được thi công bằng cách vừa ấn vừa xoay (tạo mô men xoắn) với cánh thép ở mũi cọc để hạ cọc xuống nền đất (TCVN 11520:2016).

3.3

Cánh thép (Steel blade): Tấm (lưỡi) thép xoay được hàn vào mũi cọc ống thép.

3.4

Cánh đơn ở mũi cọc (Bottom single steel blade): Một tầng cánh thép hàn nối tại vị trí mũi cọc (đường kính viền cánh thường bằng 1,5 lần hoặc 2 lần đường kính cọc và có lỗ hờ giữa với đường kính bằng 0,5 lần đường kính cọc ống thép).

3.5

Đường kính cọc (Pile diameter), D_p : Đường kính ngoài của ống thép cọc (Hình 1).

3.6

Đường kính ngoài của cánh thép (blade external diameter), D_w : Đường kính ngoài của cánh thép hàn tại vị trí mũi cọc (thường là 1,5 hoặc 2 lần D_p).

3.7

Đường kính trong của cánh thép (Blade interior diameter), D_w : Đường kính của lỗ hờ ở giữa của cánh thép hàn tại mũi cọc (Hình 1).

3.8

Bước của cánh thép (Blade pitch), P : Khoảng chiều dài thay đổi theo hướng trục cọc tương ứng với mỗi lần cánh thép hoàn thành một vòng xoay.

3.9

Phần cọc nguyên (Ordinary pile part): Phần cọc thép không hàn cánh thép.

3.10

Chiều dài cọc (Pipe length), L : Chiều dài từ chiều dài từ đỉnh cọc đến mép trên thấp nhất của cánh đơn ở mũi cọc (Hình 1).

4 Quy định chung

4.1 Tổng quát

Phương pháp thi công cọc vít có cánh đơn ở mũi (SRP) phải đảm bảo an toàn và chính xác. Nhà thầu cần thực hiện các bước cơ bản theo quy trình kỹ thuật và có biện pháp quản lý chất lượng phù hợp.

TCVN 12111:2018

Khi thi công các đơn vị liên quan cần tuân thủ nghiêm ngặt các qui định về an toàn lao động và bảo vệ môi trường theo TCVN 8774:2012 và các luật, tiêu chuẩn hiện hành.

4.2 Đặc điểm áp dụng của RSP

Các thông số cơ bản của phương pháp thi công thể hiện trong Bảng 1. Các loại đất có thể thi công là: cát, đất dính, cuội sỏi (đường kính hạt nhỏ hơn 1/3 đường kính cọc hoặc nhỏ hơn 300 mm so với đường kính cọc), đá phong hóa và đá mềm.

Bảng 1. Đặc điểm áp dụng của SRP

Nội dung		Khả năng áp dụng	
		Lớp đất trung gian	Lớp chịu lực
Đường kính cọc(D_p)		300 mm—1600 mm (đường kính cánh thép là 1,5 hoặc 2,0 lần đường kính cọc)	
Đất cát		Có thể thi công	Có thể thi công
Đất dính		Có thể thi công	Có thể thi công
Đá, cuội, sỏi (D_{max})	$\leq D_p/3$ hoặc < 300mm	Có thể thi công	Có thể thi công
	300—500mm	Cần khảo sát thêm về chiều sâu, bề dày lớp, độ hỗn hợp, vv,	Có thể áp dụng nhưng cần lưu ý chiều sâu ngàm cọc, chú ý vấn đề ứng suất tập chung tại cánh thép mũi cọc. Xem xét điều kiện kết thúc thúc hạ cọc khi giá trị $N \geq 100$
	> 500mm	Cần phương pháp bổ sung	Chú ý ứng suất tập chung tại cánh thép mũi cọc. Xem xét điều kiện kết thúc hạ cọc khi giá trị $N \geq 100$
Đá nguyên khối		Cần phương pháp bổ sung	Xem xét điều kiện kết thúc thúc hạ cọc, có thể trên đá.
Sét cứng		Có thể thi công	Có thể thi công nếu $q_u \leq 2$ MPa, nhưng cần tính toán lại kháng mũi.
Đá phong hóa		Có thể thi công	Có thể thi công nếu $q_u \leq 2$ MPa, có khả năng dừng cọc ở độ sâu ngàm nhỏ hơn $1D_p$.
Đá tảng		Có thể thi công (đá mềm)	Có thể thi công nếu $q_u \leq 2$ MPa, có khả năng dừng cọc ở độ sâu ngàm nhỏ hơn $1D_p$.
Nước ngầm		Có thể thi công	Có thể thi công
Cọc xiên		Độ nghiêng $\leq 10^\circ$	Độ nghiêng $\leq 10^\circ$
Chú thích: - D_p : Đường kính cọc. - Trong trường hợp chiều sâu ngàm trong tầng chịu lực nhỏ hơn $1D_p$ cần lưu ý về việc giảm sức kháng nhỏ của cọc. - N : Giá trị SPT của lớp đất - q_u : Sức kháng cắt của đất			

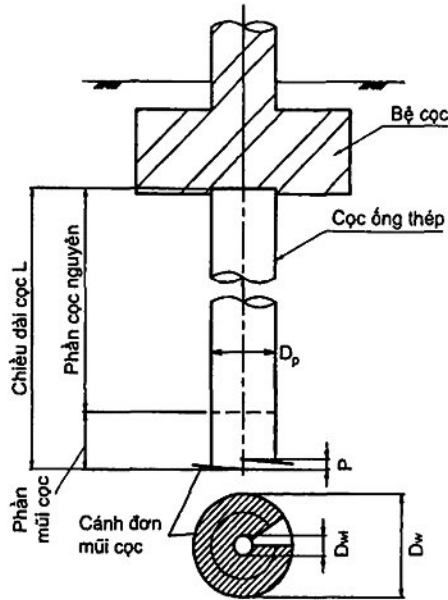
5 Vật liệu

5.1 Tổng quát

Cọc vít có cánh đơn ở mũi (Hình 1) gồm các phần:

- Phần thân cọc ống thép.
- Phần cánh thép ở mũi cọc.
- Các chi tiết phụ.

Các phần này được hàn nối với nhau. Vật liệu của từng phần quy định trong các điều sau đây.



Hình 1. Cọc vít có cánh đơn ở mũi

5.2 Phần cọc ống thép

Các yêu cầu về vật liệu cọc ống thép: gồm phần cọc nguyên và đoạn phần mũi cọc (Hình 1) tuân theo TCVN 9245:2012.

5.3 Cánh thép mũi cọc

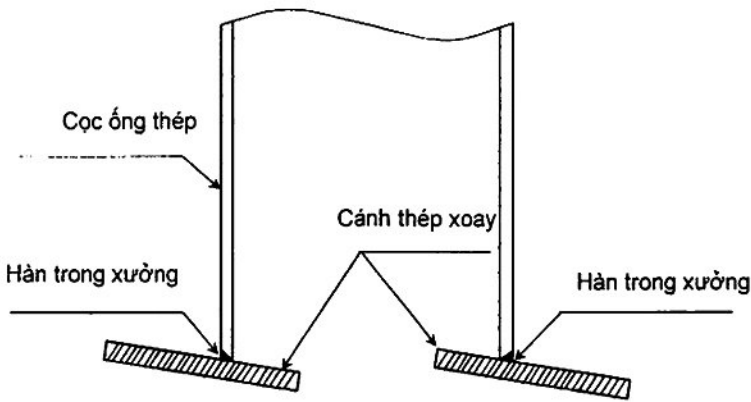
Cường độ vật liệu cánh thép và phần mũi cọc phải bằng hoặc cao hơn cường độ phần cọc ống thép.

Vật liệu cánh là thép cán (cho các loại đường kính cọc), thép đúc (cho D_p từ 300 đến 500mm) hoặc tương đương.

Phần cánh thép mũi cọc gồm cánh thép và một đoạn ống thép hàn nối sử dụng cùng loại vật liệu. Nếu sử dụng vật liệu khác cần nghiên cứu bổ sung.

Cánh thép được nối với đoạn cọc ở mũi cọc bằng hàn trong xương.

Liên kết cọc ống thép và cánh thép mũi cọc được thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Hình dạng cánh thép

Chi tiết cánh thép và đặc tính vật liệu cánh thép mũi cọc có thể tham khảo trong Phụ lục A.

5.4 Chi tiết phụ

Các chi tiết phụ của cọc gồm móc treo, phần cọc xoay, các phần hàn tại công trường và con kê đầu cọc tuân theo hồ sơ thiết kế. Hình dạng và kích thước chi tiết phụ thay đổi tùy theo đường kính cọc, bề dày tấm thép, trọng lượng,....

Vật liệu sử dụng cho chi tiết phụ như các móc nâng phù hợp với vật liệu thép cán của kết cấu, tuân theo hồ sơ thiết kế.

Hình dạng và kích thước móc treo, các thành phần hóa học và tính chất cơ học của vật liệu tham khảo Phụ lục B.

5.5 Vật liệu hàn

Vật liệu hàn sử dụng để nối phần cọc với mũi cọc. Sử dụng vật liệu hàn theo các tiêu chuẩn sau:

- + AWS A5.1 hoặc JIS Z 3211, hoặc tương đương; thép mềm có vỏ bọc, thép cường độ cao, thép nhiệt độ thấp.
- + AWS A5.18 hoặc JIS Z 3312, hoặc tương đương; Lõi hàn thép mềm, thép cường độ cao, thép nhiệt độ thấp.
- + AWS A5.20 hoặc JIS Z 3313, hoặc tương đương; Lõi sợi hàn hồ quang thép mềm, thép cường độ cao, thép nhiệt độ thấp.
- + AWS A5.17 hoặc JIS Z 3351, hoặc tương đương; dây đặc cho hàn hồ quang chìm thép cacbon và thép hợp kim thấp.
- + AWS A5.17 hoặc JIS Z 3352, hoặc tương đương; chất đánh sạch cho hồ quang chìm.

6 Vận chuyển, lưu kho và kiểm tra

6.1 Kiểm tra

Khi tiếp nhận cọc, cọc phải được thực hiện kiểm tra đối với các hạng mục sau đây phù hợp với đặc điểm kỹ thuật sản xuất đã được phê duyệt, bản vẽ hoặc tài liệu liên quan.

- Kích thước cọc (Đường kính cọc, chiều dày thành ống, chiều dài cọc)
- Kích thước cánh thép (Đường kính ngoài và đường kính trong, chiều dày cánh thép)
- Tiêu chuẩn cọc và cánh thép.

Khi vận chuyển đến công trường, cọc vít sẽ được kiểm tra hình dạng và dung sai kích thước theo TCVN 9245:2012, TCVN 11520:2016 hoặc tham khảo trong Phụ lục C, Phụ lục D.²⁾

6.2 Vận chuyển

Khi vận chuyển và bốc dỡ cọc cần tuân thủ các yêu cầu sau đây:

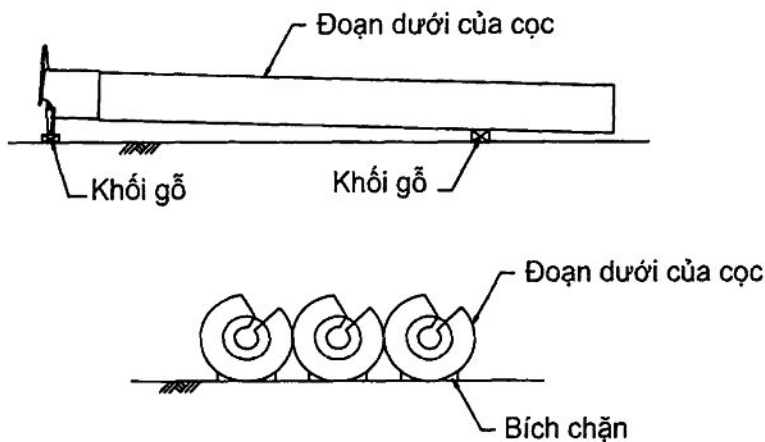
- Cọc chỉ được phép chuyển giao khi đã vượt qua tất cả các kiểm tra chất lượng sản phẩm.
- Quá trình vận chuyển, các cọc phải được neo giữ để tránh không bị dịch chuyển hoặc bị trượt, làm hư hỏng mũi cọc hoặc biến dạng hoặc hư hỏng thân cọc.
- Quá trình bốc dỡ cần đặc biệt chú ý tới cánh thép của cọc.

6.3 Lưu kho

Các cọc sẽ được lưu kho tạm thời theo kế hoạch, vị trí lưu kho không được gây cản trở công tác thi công cọc và phải đảm bảo chất lượng cọc, phủ bảo vệ, đề phòng ăn mòn.

Nền đất phải được làm phẳng và các khối gỗ được đặt tại các vị trí kê cọc sao cho cọc không bị trượt và phải thực hiện các biện pháp để tránh cho cọc bị lún, gồm các điểm kê tại cánh mũi cọc và điểm kê trên cọc. Cách xếp cọc trong kho có thể tham khảo Hình 3.

Cọc trong kho có thể xếp chồng nếu đảm bảo ổn định chống trượt nhưng không quá 3 tầng cọc.



Hình 3. Ví dụ bố trí lưu kho cọc

7 Yêu cầu về máy móc và thiết bị thi công

Máy móc và thiết bị thi công nên được lựa chọn sau khi xem xét đầy đủ các thông số kỹ thuật của cọc, môi trường làm việc, điều kiện của các lớp đất và an toàn trong quá trình vận hành, để đáp ứng các yêu cầu kích thước và chức năng.

Máy móc thi công chính sử dụng để thi công là các loại máy cung cấp lực nén xoay và cần cầu phụ trợ. Cần lựa chọn máy móc phù hợp với đường kính cọc ống thép sẽ sử dụng, chú ý đến độ sâu, loại đất, trạng thái độ chặt của đất và hạn chế chiều cao của bãi thi công.

Việc cung cấp lực nén xoay phải được thực hiện bằng các loại máy có công suất thoả mãn các điều kiện thiết kế và cho phép thi công an toàn theo đúng đường kính cọc và điều kiện địa chất.

Lựa chọn máy móc, thiết bị thi công tham khảo Phụ lục H với hai loại máy cơ bản thi công cọc vít.

8 Chuẩn bị thi công

8.1 Bố trí mặt bằng công trường

Phải xác nhận trước khi thi công khả năng chịu lực của đất nền thi công, vị trí tim cọc và không gian thi công, chiều cao hạn chế thi công, chiều sâu đào khô, thời gian có thể tiến hành thi công, sự có mặt của kết cấu liền kề, điều kiện hạn chế do kết cấu liền kề.

Mặt bằng công trường cần đảm bảo chịu được áp lực của máy thi công cọc.

8.2 Chuẩn bị cọc tại công trường

Trước khi thi công, các đoạn cọc đã được gắn nhãn cần được tập hợp tại bãi công trường. Phải bố trí các điểm kê kích bằng gỗ tại các vị trí trên thân cọc, không đặt trực tiếp cọc trên bãi công trường. Các cọc được đặt sao cho tránh gây ra hư hỏng cánh thép xoay theo quy định trong 6.3.

Tham khảo Hình 3 về bố trí điểm kê.

8.3 Kiểm tra và bảo trì máy móc và thiết bị

Máy tạo lực nén xoay, máy xúc, máy hàn, thiết bị phụ trợ và các dụng cụ phụ trợ khác nên được kiểm tra và bảo dưỡng trước khi bắt đầu đưa vào hoạt động phù hợp với hướng dẫn sử dụng để chúng có thể thực hiện đầy đủ chức năng cần thiết. Người sử dụng thiết bị cần có những kỹ năng được đào tạo riêng đối với sự hoạt động của máy móc, thiết bị và vấn đề an toàn cần được đảm bảo bởi các kỹ sư chịu trách nhiệm được chỉ rõ và công tác kiểm tra bảo trì.

Để phương pháp thi công cọc SRP được thực hiện trơn tru, cần thực hiện khảo sát toàn diện về điều kiện công trường, điều kiện địa chất, môi trường thi công,....các điều kiện thiết kế phải được xác nhận trước khi thực hiện thi công. Ngoài ra, phải tham khảo các công trình quá khứ ở gần công trường và hồ sơ thi công các công trình tương tự để có thể thực hiện một cách thích hợp các công việc.

Để các công việc được tiến hành an toàn, kết quả của các khảo sát khác nhau ở giai đoạn thiết kế cần phải được nghiên cứu. Để ngăn chặn không chỉ các vấn đề liên quan trực tiếp tới công tác thi công cọc

như tiếng ồn, rung động mà còn là việc cản trở giao thông khi máy móc, v.v được đưa vào hoặc di chuyển khỏi công trường hoặc gây ô nhiễm tuyến đường. Cần phải làm rõ tình trạng đời sống của cư dân gần đó và phản ánh những phát hiện trong kế hoạch thực hiện và quan trọng là các số liệu khảo sát công trình tương tự trong khu vực liền kề. Các hạng mục chính của công tác khảo sát có thể tham khảo Bảng 2.

Bảng 2. Các hạng mục khảo sát chính

Hạng mục	Các hạng mục khảo sát	Nội dung khảo sát
Điều kiện môi trường xung quanh	Điều kiện đường xung quanh	Điều kiện đường đi, điều kiện giao thông, các hạn chế bắt buộc/không bắt buộc
	Điều kiện khu vực liền kề	Làm rõ những kết cấu nhà, nhà máy và các công trình liền kề khác, thời gian ảnh hưởng, xác nhận mực nước của các sông và thời điểm có thể thi công.
	Các hạn chế pháp luật về công trình xây dựng	Xác nhận tiếng ồn và rung động, thời gian thi công, chất thải công nghiệp, v.v... và xác nhận các bệnh viện, đồn cảnh sát và các tổ chức khác trong trường hợp xảy ra tai nạn.
Điều kiện đất	Đất	Sự phân tầng, chiều sâu và độ nghiêng lớp chịu lực, có/không có đất sét cổ kết, sỏi, đá cuội hoặc các lớp trung gian khác (về nguyên tắc, đá hoặc cuội, v.v có kích thước bằng $D_p/3$ hoặc lớn hơn 300mm phải được loại bỏ trước)
	Nước ngầm	Cao độ mực nước ngầm, hiện diện/vắng mặt của dòng chảy ngầm và nước ngầm bị bọc kín (túi nước ngầm)
Điều kiện công trường thi công	Bãi thi công	Xác nhận diện tích, hình dạng, khác biệt về cao độ và các đường ranh giới
	Mặt đất thi công	Xác nhận độ ổn định của đất bề mặt và việc sử dụng các tuyến đường
	Cơ sở vật chất tạm thời	Có/không có việc sử dụng nước, năng lượng điện, khu vực nghỉ, nhà vệ sinh và các cơ sở vật chất tạm thời khác
	Điều kiện tự nhiên	Làm rõ nhiệt độ không khí, lượng mưa và các điều kiện thời tiết khác
	Vật thể được chôn dưới đất và các vật cản	Có/không có dây cáp điện, cột điện, cây cối và các vật cản trên mặt đất khác, ống chôn, bê tông đá hộc, đá và chướng ngại vật làm giới hạn dưới lòng đất khác

9 Phương pháp thi công cọc vít

9.1 Lắp đặt máy móc cung cấp lực nén xoay và vận hành thiết bị đo đặc

TCVN 12111:2018

9.1.1 Yêu cầu chung

Thiết bị và máy móc thực hiện được lắp đặt đúng vị trí trên nền đất cứng. Nếu nền đất thi công không bằng phẳng hoặc nền đất mềm, cần tạo phẳng nền đất, đặt các tấm bản thép lên đất hoặc cải tạo lớp đất mặt để tạo sự ổn định cho máy móc thi công. Toàn bộ các ống ngầm và cáp cũ, nền kết cấu cũ, đá, sỏi và các vụn gỗ v.v. phải được di dời trước khi lắp đặt máy móc.

9.1.2 Tiến hành kiểm tra sự vận hành của máy móc

Thiết bị, máy móc thi công, v.v... cần phải được kiểm định đầy đủ, bôi trơn và luôn luôn chạy thử trước khi đưa vào vận hành. Sau khi máy hạ cọc được lắp ráp, cần vận hành thử máy hạ cọc để đảm bảo máy hoạt động tốt. Tình trạng hoạt động, bất thường, hay tình trạng xoắn bất thường của cáp treo máy hạ cọc hoặc cáp sử dụng chịu tải trọng dọc trục cần phải được xác nhận.

Thực hiện các biện pháp kiểm tra tương tự khi sử dụng máy khoan ống vách xoay để đảm bảo vận hành chính xác. Nếu sử dụng đối trọng, cần xác định độ ổn định.

9.1.3 Tình trạng vận hành của thiết bị đo đạc

Hệ thống kiểm soát đo lường cho cọc vít, các dữ liệu đầu vào và đầu ra, độ sâu thi công, xuyên, và các loại tải trọng dọc trục căn cứ dữ liệu đầu ra từ máy khoan thăm dò địa chất hoặc máy thi công xoay do đó các hạng mục quan trọng dưới đây cần phải được xác định.

- + Tình trạng không tải trọng của máy thi công, nén thủy lực không tải trọng và các kết quả đầu ra của máy thủy lực.
- + Tình trạng hoạt động và kết quả của dữ liệu đầu ra của các thiết bị sử dụng đo lường độ sâu thi công
- + Các kết quả đầu ra của hướng xoay (bình thường và xoay ngược)

9.2 Định vị

Các cọc được đánh dấu tim cọc một cách chính xác vì vị trí các tim cọc có ảnh hưởng lớn đến việc chính xác khi thi công. Công tác đánh dấu tim cọc được thực hiện có sử dụng thước đo để xác định rõ vị trí cọc ống thép và các thành phần khác tại vị trí tim cọc. Do các thông số vị trí tim cọc bị thay đổi do dịch chuyển của máy thi công nên cần luôn luôn đảm bảo sự chính xác của vị trí tim cọc trước khi thi công. Tim cọc được xác định bằng máy toàn đạc và đánh dấu bằng việc đóng thanh thép làm điểm tim. Khi khoan cọc bằng máy xoay đầu cọc thì điểm tim cọc được gửi thêm 2 điểm ra bên ngoài theo 2 hướng vuông góc để phục vụ khi lắp đặt cọc vào vị trí tim cọc và theo dõi khi hạ cọc.

Những điểm định vị chính cho công tác xoay hạ cọc phải được hoàn thành trước khi bắt đầu hạ cọc. Định vị cáp hai hoặc định vị từng cọc lẻ phải được hoàn thành 5 giờ trước khi tiến hành xoay hạ các cọc liên quan. Tất cả các vị trí, đường, mốc định vị phải được bảo vệ an toàn và không bị thay đổi cho tới khi công việc hoàn thành.

9.3 Công tác xoay hạ cọc

9.3.1 Nâng và dựng cọc

Cọc được nâng và dựng cẩn thận có chú ý đến những điểm dưới đây:

- + Khi cọc được dựng lên, cần chú ý không dựng đột ngột.
- + Phương thẳng đứng cần được xác nhận bằng việc sử dụng 02 máy kinh vĩ (hoặc máy toàn đạc) đo theo 02 hướng vuông góc.

9.3.2 Bắt đầu thực hiện xoay hạ cọc

Nhìn chung, trong quá trình xoay hạ cọc không được thường xuyên dùng lực thẳng đứng. Chỉ được bổ sung lực thẳng đứng trong những trường hợp đặc biệt cần xử lý. Giai đoạn từ khi bắt đầu xoay hạ cọc đến độ sâu khoảng 5m, nếu sử dụng máy xoay đầu cọc, cọc phải được cố định vào thiết bị kẹp. Nếu sử dụng máy xoay thân cọc thì cọc đã được kẹp chặt và giữ ổn định cùng máy khoan.

9.3.3 Chiều thẳng đứng của cọc

Nhằm đảm bảo độ chính xác khi thi công cọc, từ khi bắt đầu quá trình thi công cho đến khi ổn định công tác này khoảng cao độ -5,0 m so với mặt đất, sử dụng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc v.v... để điều chỉnh mức độ thẳng đứng chính xác của cọc.

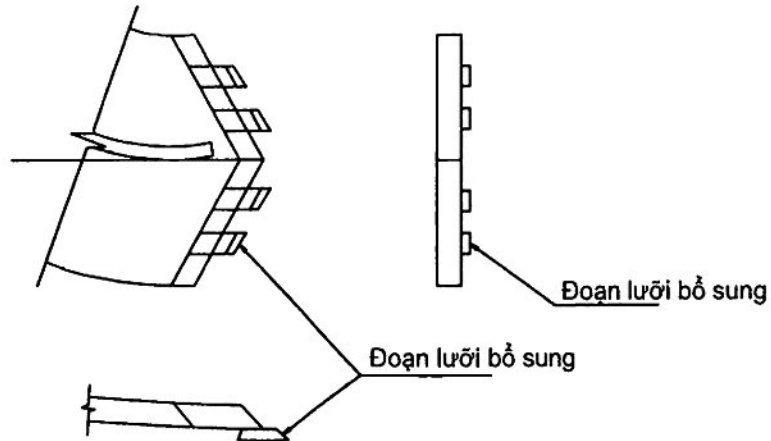
9.3.4 Các biện pháp xoay hạ cọc

Nhìn chung, khi thực hiện hạ cọc đồng nghĩa có thể cung cấp lực đẩy cho các cánh thép xoay. Đặc biệt, khi vận hành thiết bị này một điều quan trọng là lực nâng không tác động lên cọc.

- Trong trường hợp sử dụng máy hạ cọc, trọng lượng riêng của máy tác dụng lực lên đầu cọc (lực dọc trục).
- Khi sử dụng máy xoay cọc, máy được vận hành sao cho bộ phận xoay kéo theo các bộ phận gán vào, ví dụ cát van xả áp trên kích.

Tỷ lệ bổ sung lực thẳng đứng phụ thuộc vào sự thay đổi điều kiện địa chất, nhưng máy móc hoạt động không tạo trở ngại đối với lực đẩy của cánh thép. Lực thẳng đứng được bổ sung và kiểm soát trong trường hợp đầu cánh thép xuyên đến tầng đất cứng hơn hoặc từ tầng đất dính kết xuyên vào tầng sỏi cát để tăng khả năng đâm xuyên của cọc nhưng phải đảm bảo sự ổn định của máy xoay. Biện pháp áp dụng bổ sung lực thẳng đứng được xác nhận bằng cọc thí nghiệm.

Nếu cần thiết, các lưới tạm thời bổ sung sẽ được lắp đặt bên dưới cánh thép khi thi công tại hiện trường như Hình 4 khi có yêu cầu.



Hình 4. Lưới tạm thời bổ sung

9.3.5 Biện pháp phụ trợ

Khi cọc từ tầng đất tiếp giáp tầng đất cứng xuyên vào tầng đất mềm, đất dễ dàng bit phía trong cọc, làm cho lực đẩy cánh thép không đủ và cánh thép xoay nhưng không xuyên sâu xuống đất, do đó phải điều khiển cho máy xoay đảo chiều liên tục hoặc có thể sử dụng biện pháp phụ trợ như đào đất từ phía trong cọc bằng gầu ngoạm, hoặc dùng lưới khoan ruột gà để khoan mũi và làm tơi đất trong lòng cọc, hoặc phun xịt khí nén.

Nếu gặp chướng ngại vật dưới lòng đất ví dụ như xuất hiện đá to hoặc tầng đất trung gian cứng và dày có thể là việc sử dụng mũi khoan ruột gà để khoan mũi và làm tơi đất trong lòng cọc, dùng ống casing để khoan cắt vật cản và dùng gầu ngoạm để lấy đất đá trong lòng cọc, phun xịt khí nén, hoặc sử dụng máy xúc để đào thăm dò, di dời chướng ngại vật ở phạm vi nông.

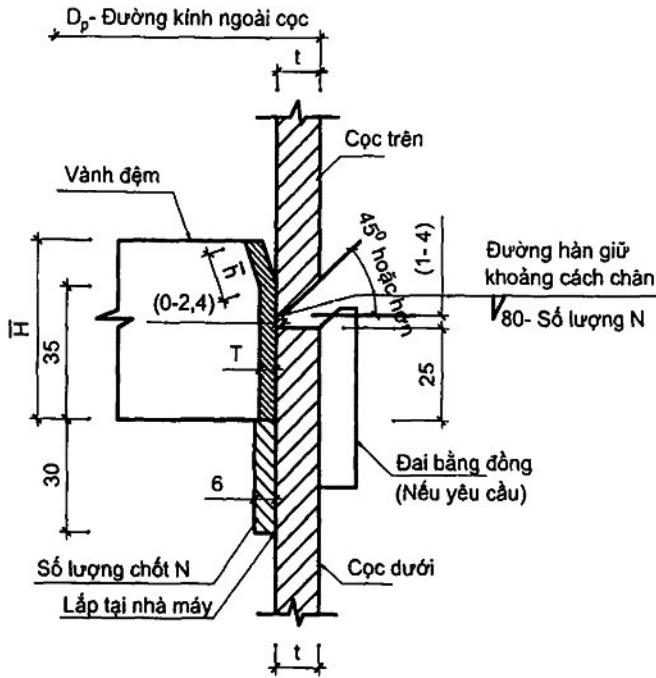
Nếu có thể tại vị trí ma sát bề mặt gây ra các tác động trái chiều, cần thi công theo thiết kế có sử dụng biện pháp thi công hỗ trợ như giảm ma sát bề mặt. Ngoài ra, không nên sử dụng biện pháp thi công hỗ trợ có thể tạo ra những ảnh hưởng không tốt đến khả năng chịu lực của mũi cọc.

9.4 Hàn nối cọc tại hiện trường

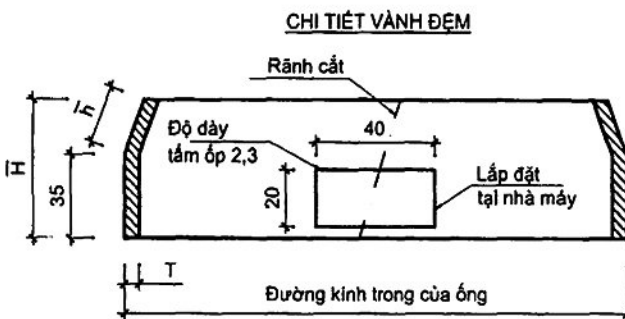
Hàn nối ống thép tại hiện trường có nhiều ảnh hưởng đến công tác thi công cọc, do vậy cần lưu ý chặt chẽ đến điều kiện hàn, công tác hàn và nghiệm thu công việc.

Hình dạng của ống thép nối trên công trường được qui định trong Tiêu chuẩn TCVN 11520:2016, TCVN 9245:2012, và hình dạng mối nối sử dụng không bao gồm trường hợp cọc đặc biệt.

Hình dạng mối nối trên công trường thể hiện trong Hình 5 tuân thủ Tiêu chuẩn TCVN 11520:2016 và là dạng mối nối điển hình của ống thép trên công trường.



Đường kính ngoài D_p (mm)	N (cái)
$D_p \leq 609,6$	4
$609,6 < D_p \leq 1016$	6
$D_p > 1016$	8



Độ cao và độ dày của đai phụ trợ

Đường kính ngoài D_p (mm)	t (mm)	\bar{H} (mm)	\bar{h} (mm)
$D_p \leq 1016$	4,5	50	15
$D_p > 1016$	6,0	0-70	35

Hình 5. Hình dạng tiêu chuẩn của mối nối trên hiện trường
(các kích thước trên hình vẽ tính bằng mm)

9.5 Quản lý thi công

9.5.1 Quản lý thi công hạ cọc xoay

a) Tốc độ hạ cọc

Kiểm tra tốc độ hạ cọc, tốc độ hạ cọc phải phù hợp với điều kiện địa chất, cần duy trì cường độ xoay và số vòng xoay của cánh thép.

Do tìm cọc có xu hướng chuyển vị ngay sau khi bắt đầu xoay nên việc thi công cần đặc biệt chú ý ở giai đoạn ban đầu. Khi thực hiện hạ cọc vào lòng đất bằng cánh thép không được tăng lực ấn mũi cọc quá mức vào thân cọc để tăng tốc độ hạ cọc vào đất.

b) Bảo đảm độ chính xác dọc trục

TCVN 12111:2018

Trong quá trình hạ xoay cọc và trước khi thi công mỗi nố trên công trường, cần kiểm tra độ thẳng đứng của cọc bằng các thiết bị cần thiết như máy toàn đạc hoặc quả dọi. Cần chú ý đặc biệt nếu nền đất mềm hoặc nếu mũi cọc đâm vào đá nằm tại vị trí nông. Khi máy xoay cọc được sử dụng, cũng cần kiểm tra xem động cơ máy có thẳng không và điều chỉnh cho thẳng đứng nếu cần thiết.

c) Mô men xoay

Để đảm bảo độ bền của thân cọc, không áp dụng mô men xoay vượt quá khả năng kháng xoay của thân cọc.

Cũng nên gá một loại thiết bị tự động dừng khi động cơ xoay tròn đạt mô men xoay cho phép. Ngoài ra, khi xác định giá trị kháng xoắn bằng mô men xoay, các giá trị này cần được chỉ rõ cho người vận hành máy biết trước để tập trung bảo đảm trạng thái tốt nhất cho thân cọc.

d) Lực thẳng đứng

Sử dụng lực thẳng đứng hỗ trợ khi lực xoay hạ cọc do cánh thép tạo ra chưa đủ và khó xuyên. Tránh thi công bằng các biện pháp bổ sung lực thẳng đứng không cần thiết.

e) Quản lý quá trình thi công

Thực hiện việc quản lý thi công mỗi cọc bằng các dữ liệu đo được gồm giá trị mô men kháng xoắn, lực thẳng đứng, tốc độ hạ cọc và so sánh các số liệu ghi chép thi công những đoạn cọc trước đó với kết quả khoan địa chất. Có thể sử dụng công cụ quản lý thi công đo đạc tự động và ghi chép dữ liệu những vấn đề cần kiểm tra thêm bằng đo đạc thủ công. Trong trường hợp này, để kiểm tra độ sâu của lớp chịu lực, cần đo trong khoảng 20 cm hoặc dưới 20 cm tại khu vực xung quanh tầng chịu lực.

f) Thi công trong tầng chịu lực

Để sức kháng mũi của cọc được đảm bảo, cần tránh sử dụng các biện pháp thi công gây xáo trộn lớp đất đầu mũi cọc. Không nên thực hiện việc nhổ cọc/kéo cọc lên tầng trên lớp chịu lực sau khi hạ cọc đến tầng chịu lực và dừng thi công cọc ở trạng thái cọc bị nhổ lên.

g) Biện pháp thi công hỗ trợ

Có thể xem xét đến việc sử dụng các biện pháp thi công hỗ trợ trong một số trường hợp như đã nêu ở 9.3.5.

9.5.2 Tầng chịu lực

Độ sâu thiết kế tầng chịu lực nói chung căn cứ vào kết quả khảo sát địa chất giai đoạn ban đầu. Tuy nhiên độ sâu tầng chịu lực có thể thay đổi nếu tầng chịu lực bị nghiêng.

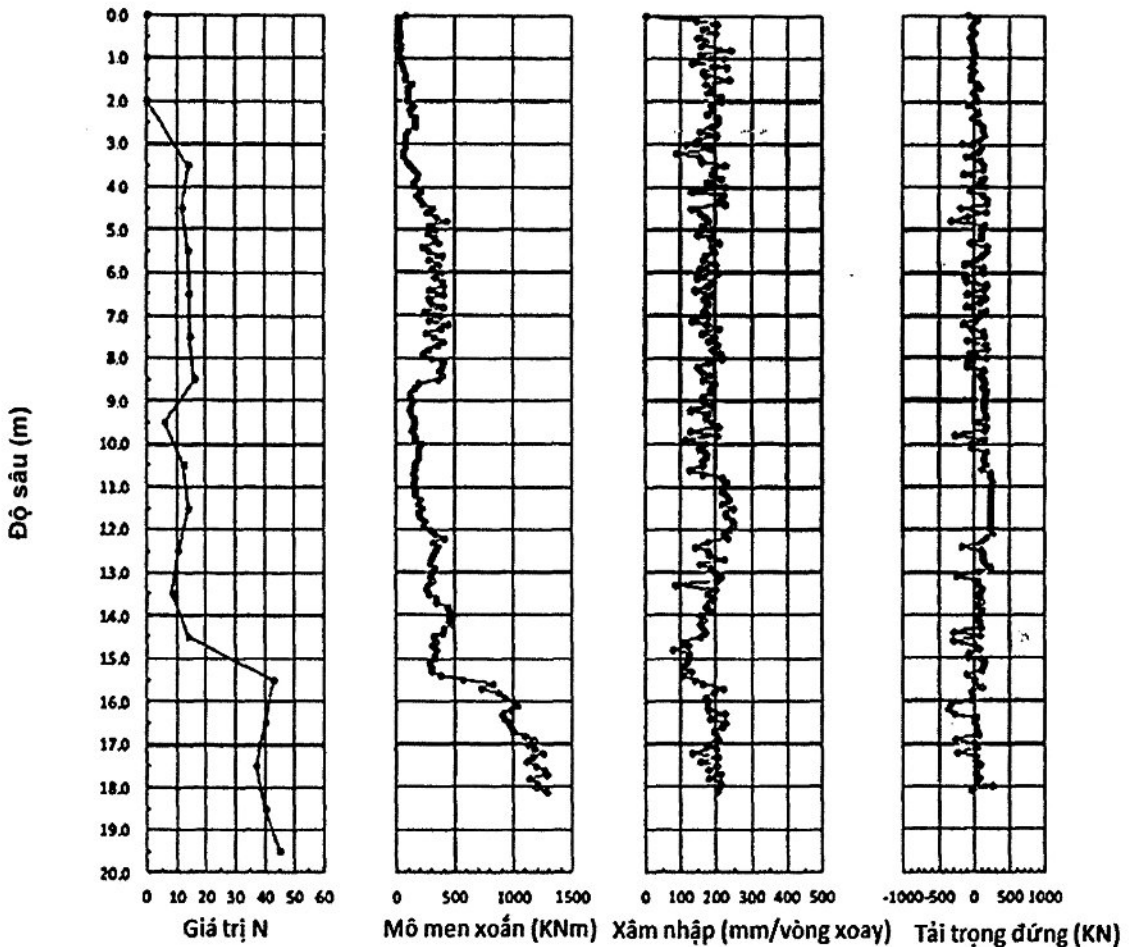
Với biện pháp thi công cọc vít, cần xác định rõ độ kháng xuyên mũi cọc dự tính từ các giá trị kháng xoắn và xâm nhập trong quá trình thi công là hoàn toàn có tương quan với độ cứng thực của đất. Do đó, có thể hoàn thành công tác hạ cọc đến tầng chịu lực bằng cách kiểm tra tầng chịu lực dựa trên các

giá trị kháng xoắn và xâm nhập khi tiến hành thi công. Quy trình cụ thể để kiểm tra tầng chịu lực được mô tả như sau:

+ Chọn cọc, tương tự với kết quả khoan địa chất của lớp đất đích làm cọc thử, và thi công cọc đến độ sâu yêu cầu trong khi thực hiện liên tục đo các giá trị kháng xoắn, thâm nhập, lực ấn mũi cọc.

+ Đưa ra chỉ số kiểm soát để đánh giá tầng chịu lực của lớp đất, ngoài những dữ liệu ghi trong nhật ký thi công cọc thử thì các giá trị Mô men kháng xoắn và tốc độ hạ cọc đang thi công có mối tương quan đặc biệt với độ cứng của đất. Do đó, có 2 biện pháp: một là trực tiếp sử dụng giá trị Mô men kháng xoắn làm chỉ số kiểm soát, và hai là sử dụng giá trị thu được bằng cách chia giá trị Mô men kháng xoắn cho độ thâm nhập/1 vòng xoay. Mối quan hệ điển hình giữa độ cứng của đất và chỉ số kiểm soát thể hiện trong Hình 6.

Khi thi công cọc này, đánh giá tầng chịu lực căn cứ chỉ số kiểm soát của cọc thử. Có thể kiểm tra tầng chịu lực cho mỗi cọc căn cứ vào qui trình nêu trên.



Hình 6. Mối quan hệ điển hình giữa độ chặt của đất và chỉ số kiểm soát

TCVN 12111:2018

9.5.3 Kiểm soát dừng thi công cọc

Sau khi kiểm tra tầng chịu lực, cần xác định độ sâu thiết kế nén cọc trong tầng chịu lực và sau đó dừng quá trình hạ xoay cọc phải đáp ứng đồng thời các điều kiện theo 03 bước sau:

- Bước 1: Kiểm tra cao độ cánh mũi cọc đúng với cao độ thiết kế
- Bước 2: Kiểm tra tầng chịu lực trên cở sở điểm thay đổi mô men xoay
- Bước 3: Kiểm tra chiều sâu ngàm trong lớp chịu lực $\geq 1D_p$

Nếu khó đạt đến độ sâu yêu cầu, ví dụ trong trường hợp này tầng đất chịu lực hoàn toàn cứng có thể tạm dừng thi công cọc xoay tại độ sâu nhỏ hơn độ sâu yêu cầu và thực hiện các tính toán kiểm tra bổ sung về sức chịu tải, điều kiện địa chất.

Nếu độ sâu yêu cầu của cọc không được bảo đảm vì lý do thi công, cần tính toán lại lực kháng nhổ so sánh với giá trị thiết kế.

Trường hợp không thỏa mãn các điều kiện xem quy định tại 9.6 và tham khảo phụ lục K, L.

9.5.4 Kiểm soát công tác hàn.

9.5.4.1 Hàn ống thép

Biện pháp hàn ống thép trên công trường là hàn điện.

9.5.4.2 Thợ hàn

Thợ hàn là những người có tay nghề đáp ứng một trong các tiêu chuẩn sau: TCVN 6700-1:2006, JIS Z 3801, JIS Z3841, WES 8106 hoặc tương đương. Các yêu cầu của thợ hàn thể hiện trong Bảng 3.

9.5.4.3 Dây và que hàn

Dây và que hàn sử dụng trong công tác hàn thành bên cọc trên công trường là các vật liệu có chất lượng và đường kính thoả mãn chất lượng của thép được hàn và biện pháp hàn được áp dụng. Que hàn và dây hàn phải được quản lý cẩn thận, không được sử dụng những que hàn và dây hàn bị ướt, dính đất hay bị tróc lớp vỏ bao vật liệu và có vật liệu lõi bị rỉ. Que hàn và dây hàn sử dụng phải là loại phù hợp với tiêu chuẩn nêu trong Bảng 3 hoặc tương đương.

Bảng 3. Yêu cầu đối với thợ hàn và loại que hàn và dây hàn

	Hàn thủ công	Hàn bán tự động
Yêu cầu đối với thợ hàn	TCVN 6700-1:2000, hoặc JIS Z 3801, hoặc WES 8106	TCVN 6700-1:2000, hoặc JIS Z 3841, hoặc WES 8106
Loại que hàn và dây hàn	AWS A5.1, hoặc JIS Z 3211, 3212	AWS A5.18, hoặc JIS Z 3312, hoặc AWS A5.20, hoặc JIS Z 3313

9.5.4.4 Công tác chuẩn bị

Trước khi hàn, phần nối ống thép bên trên và dưới phải được làm sạch và khô.

9.5.4.5 Công tác hàn

Trước khi hàn, dòng điện hàn, điện áp hàn và tỉ lệ hàn được lựa chọn để đảm bảo độ ngấu đầy đủ của mối hàn, và công tác hàn sẽ không bị ảnh hưởng gì khi sử dụng điện cực phù hợp với biện pháp hàn áp dụng và điều kiện hàn. Vì vậy, khi vật liệu cơ bản bị ướt, hoặc khi tốc độ gió là 10 m/giây hoặc hơn thì không được thực hiện công tác hàn. Tuy nhiên, khi đã thực hiện chống ẩm hoặc chống gió để ngăn các ảnh hưởng bất lợi đến công tác hàn và mối hàn, kỹ sư giám sát có thể ra chấp thuận cho phép tiến hành hàn. Khi nhiệt độ trong không khí là +5°C hoặc thấp hơn, không được tiến hành công tác hàn. Tuy nhiên nếu nhiệt độ không khí nằm trong khoảng -10°C và 5°C, nếu tất cả các phần nằm trong khoảng 100mm của mối hàn được làm nóng đến nhiệt độ +36°C hoặc nóng hơn, có thể thực hiện công tác hàn.

Việc kiểm soát nhiệt độ theo quy trình kỹ thuật, trường hợp tiếp tục hạ cọc sau khi hàn cần đảm bảo nhiệt độ dưới 300 °C.

9.5.4.6 Giám sát việc thực hiện công tác hàn

Sau khi hoàn thành công tác hàn, người quản lý phải tiến hành nghiệm thu bằng biện pháp và tại vị trí qui định trong hồ sơ thiết kế để đảm bảo rằng mối hàn đạt yêu cầu. nếu trong khi nghiệm thu phát hiện sai sót cản trở việc sử dụng cọc, cần tiến hành các biện pháp phù hợp theo chỉ đạo của giám sát kỹ thuật.

Nghiệm thu có thể thực hiện bằng mắt thường nhằm đảm bảo rằng mối hàn không bị nứt hoặc rỗ. mối hàn đúng kích thước, phần xén cắt, phần gối chồng lên nhau, phần xi nóng và phần kim loại hàn dư là chuẩn. Ngoài ra có thể kiểm tra chất lượng hàn bằng siêu âm (UT) hoặc bằng dung dịch chỉ thị màu (PT).

Đối với các mối hàn thực hiện tại công trường cần kiểm tra chất lượng hàn bằng siêu âm với tần suất 5% trên tổng số lượng mối hàn tại công trường, khảo sát từ 4 hướng, trên chiều dài 30cm mỗi mối nối.

9.5.5 Các vấn đề quan trọng trong quản lý thi công

Các công tác cần kiểm tra khi quản lý thi công tại mỗi giai đoạn trình bày trong Bảng 4. Xem các vấn đề quan trọng trong quản lý thi công của biện pháp thi công để có thông tin về các vấn đề chung, công tác chuẩn bị thi công, trở ngại trong thi công, công tác vận chuyển/lưu giữ cọc, số lượng/chất lượng cọc, ghép nối cọc, mối nối tại hiện trường, xử lý đầu cọc, và các biện pháp đảm bảo an toàn/vệ sinh môi trường.

9.6 Các vấn đề xảy ra trong quá trình thi công và biện pháp xử lý

Các vấn đề cơ bản có thể xảy ra trong quá trình thi công và biện pháp xử lý thể hiện trong Bảng 5.

TCVN 12111:2018

Biện pháp xử lý khi không đạt được cao độ tính toán tham khảo Phụ lục H, mũi cọc dừng ở vị trí cao hoặc thấp hơn vị trí thiết kế.

Bảng 4. Các vấn đề quan trọng trong quản lý thi công

Nội dung kiểm tra	Hạng mục kiểm tra	Ghi chép
1. Số lượng/ chất lượng cọc	Kiểm tra hình dạng, kích thước cọc	Xác nhận rằng các cọc sử dụng thoả mãn yêu cầu nêu trong hồ sơ thiết kế. Ngoài ra, cần xác nhận đường kính ngoài và độ dày của cánh thép mũi cọc là đúng yêu cầu kỹ thuật.
	Kiểm tra loại cọc và số lượng cọc	Căn cứ vào Biên bản giao nhận và chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất, xác nhận tại thời điểm thi công cọc ngoài công trường rằng chất lượng cọc (loại cọc, sự khác biệt giữa cọc trên/cọc giữa/cọc dưới, v.v...) và số lượng cọc để thoả mãn các yêu cầu để đưa vào thi công.
	Kiểm tra bề mặt ngoài của cọc	Tiến hành kiểm tra bằng mắt thường mũi cọc thép, cánh thép, điều kiện của thiết bị xoay, v.v...
2. Ghép nối cọc	Kiểm tra vị trí tim cọc	Kiểm tra độ dài sử dụng thanh đo độ dài bất biến trong trường hợp sử dụng biện pháp khoan xoay đầu cọc. Kiểm tra máy móc đã lắp đặt đúng chưa trong trường hợp sử dụng biện pháp khoan xoay thân cọc.
	Kiểm tra độ thẳng đứng của thân cọc	Kiểm tra độ thẳng đứng tại hai hướng, vuông góc, sử dụng máy toàn đạc, quả dọi. Kiểm tra lắp đặt luy nén cố định trong trường hợp sử dụng biện pháp khoan xoay đầu cọc và kiểm tra độ thẳng đứng của máy móc trong trường hợp sử dụng biện pháp khoan xoay thân cọc.
	Kiểm tra lực truyền động xoay hạ cọc	Khi sử dụng máy xoắn vòng tròn, trước hết gắn thiết bị lực phản xoắn có khả năng chịu được mô men xoắn yêu cầu.
3. Hạ xoay	Kiểm tra tốc độ hạ xoay	Kiểm tra khi thi công tốc độ hạ cọc có đủ và phù hợp với từng loại và tình trạng của địa chất chưa. Nếu tốc độ hạ cọc quá lớn so với cánh thép mũi cọc, ma sát bề mặt sẽ giảm và không tối ưu khả năng chịu tải theo yêu cầu kỹ thuật.

Bảng 4. Các vấn đề quan trọng trong quản lý thi công (Tiếp theo và hết)

Nội dung kiểm tra	Hạng mục kiểm tra	Ghi chép
3. Hạ xoay	Kiểm tra độ chính xác theo phương thẳng đứng	Phương thẳng đứng có xu hướng không được đảm bảo ngay sau khi bắt đầu quá trình hạ xoay và trong trường hợp đất mềm, cần kiểm tra phương thẳng đứng hoặc những vấn đề tương tự.
	Kiểm tra mô men xoắn và giá trị thâm nhập	Đo mô men xoắn, lực mũi khoan, v.v... bằng các thiết bị quản lý thi công hoặc tương đương, so sánh các giá trị đo được với các giá trị ghi trong nhật ký khoan địa chất và các giá trị đo được của cọc nối ghép trước đó nhằm phục vụ công tác quản lý thi công từng cọc.
4. Kiểm tra tầng chịu lực và vị trí dừng hạ cọc	Kiểm tra chỉ số kiểm soát	Đối với cọc xoay, xác định chỉ số kiểm soát để đánh giá tầng chịu lực cho mỗi loại địa chất. Lựa chọn loại cọc, phù hợp với kết quả khoan địa chất lớp đất đích, ví dụ như thi công cọc thử.
	Kiểm tra mức độ đạt đến tầng chịu lực	Đánh giá tầng chịu lực căn cứ chỉ số kiểm soát xác định khi tiến hành thi công cọc thử.
	Kiểm tra độ sâu cọc xoay về mức độ đạt đến tầng chịu lực	Xác nhận rằng $1D_p$ hay lớn hơn được bảo đảm như qui tắc cọc xoay và xác nhận rằng độ sâu hạ cọc yêu cầu được bảo đảm với cọc bị nhỏ.

Bảng 5. Các vấn đề xảy ra trong quá trình thi công và biện pháp xử lý

Vấn đề xảy ra	Nguyên nhân	Biện pháp xử lý	Ghi chú
1. Phần bên dưới máy hạ cọc bị xoay	• Không đủ lực truyền động	• Lắp đặt thiết bị truyền động chịu được mô men xoắn yêu cầu	
2. Vỡ thân cọc	• Bề dày cọc thép không đủ chống lại mô men xoắn cọc.	• Chọn loại cọc có bề dày thép chịu được mô men xoắn cọc	Kiểm tra mô men xoắn trong suốt quá trình thi công.
	• Lực mô men xoắn quá lớn	• Kiểm tra mô men xoắn cho phép	
	• Xuất hiện chướng ngại vật dưới lòng đất	• Dỡ bỏ chướng ngại vật dưới lòng đất trước.	

Bảng 5. Các vấn đề xảy ra trong quá trình thi công và biện pháp xử lý (tiếp theo và hết)

Vấn đề xảy ra	Nguyên nhân	Biện pháp xử lý	Ghi chú
3. Không hạ được cọc xuống đất	• Mô men xoắn nhỏ, lực xoay cọc yếu	• Trong quá trình thi công xử lý bằng việc bổ sung lực ấn mũi cọc, hạn chế nén xuống và xoay đảo chiều.	Đây là những trường hợp lực xoay hạ cọc chưa đủ và yếu đặc biệt tại các vị trí gần vị trí giáp ranh giữa các tầng địa chất.
	• Vỡ thân cọc	• Liên tục kiểm tra giá trị kháng xoắn và xác nhận rằng không có gì bất thường xảy ra đối với thân cọc.	
	• Có chướng ngại vật như đá bắn lên	• Kiểm tra quy trình ghép nối cọc.	
	• Thiết bị hạ cọc làm cho đất cứng chặt	• Sử dụng biện pháp thi công hỗ trợ.	
4. Nghiêng cọc	• Máy thi công bị nghiêng	• Kiểm tra độ chính xác của máy thi công theo phương ngang trước và trong khi hạ cọc.	Độ chính xác theo phương thẳng đứng có xu hướng giảm đi ngay sau khi bắt đầu quá trình hạ cọc.
	• Chưa kiểm tra đầy đủ phương thẳng đứng tại thời điểm ghép nối cọc	• Thường xuyên kiểm tra độ chính xác của phương thẳng đứng ngay sau khi bắt đầu hạ cọc.	
5. Dừng thi công ở vị trí cao hoặc thấp	• Tầng chịu lực cứng.	• Cắt độ dài thừa trong trường hợp dừng thi công ở vị trí cao. Nối thêm cọc trong trường hợp dừng thi công ở vị trí thấp.	Do tầng chịu lực đã được kiểm tra cho tất cả các cọc khi thi công bằng biện pháp xoay nên có thể nắm được chính xác những bất thường của tầng chịu lực.
	• Tầng chịu lực không bình thường.	• Trước đó cần tiến hành khảo sát địa chất chính xác. • Thi công theo thiết kế với dung sai thay đổi theo chiều dài cọc.	

10 Thi công bộ móng

10.1 Xử lý đầu cọc

Đầu cọc được xử lý sau khi thi công xong cọc vít. Công tác xử lý đầu cọc phải đảm bảo không có hư hỏng nào xảy ra cho cọc và đầu cọc phải nhẵn và phẳng nhất có thể.

Trong trường hợp cao độ dừng khoan cao hơn thiết kế thì đầu cọc thép sẽ được cắt nhưng phải đảm bảo độ phẳng nhẵn.

10.2 Chi tiết nối bộ cọc và cọc

10.2.1 Cấu tạo chung

Phương pháp liên kết cọc ống thép và bộ cọc được thể hiện trong Hình 7. Mục đích của việc bố trí cốt đai là để giữ cốt thép liên kết trong quá trình thi công và cốt đai thường được đặt bên trong của cửa cốt thép liên kết.

10.2.2 Khóa cốt

Các khóa cốt được lắp đặt đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa cọc thép và bê tông bộ đầu cọc có liên quan đến lực dọc cọc tác động lên đầu cọc. Các khóa cốt là các miếng thép phẳng chịu kéo sẽ được lắp đặt tại hiện trường trong đầu cọc.

10.2.3 Chiều dày khóa cốt

Chiều dày khóa cốt được chỉ ra trong Bảng 6 là các chiều dày tiêu chuẩn. Bề rộng của khóa cốt sẽ lớn hơn 2 lần chiều dày khóa cốt.

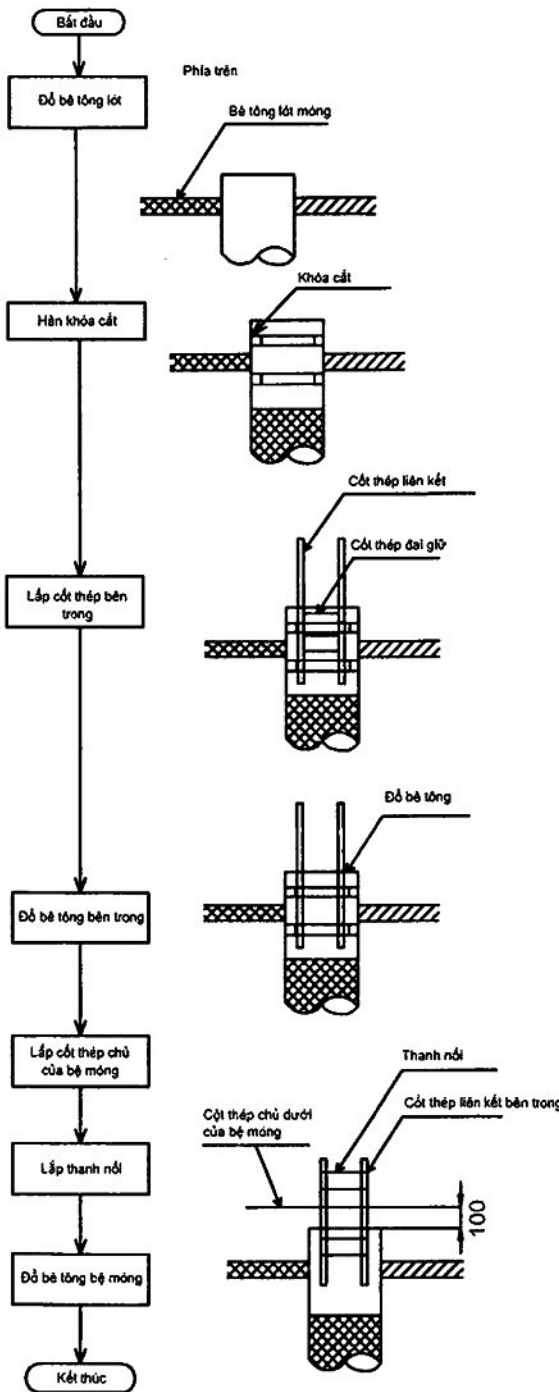
Bảng 6. Chiều dày khóa cốt bên trong cọc

Đường kính (mm)	Chiều dày t (mm)
$D_p < 800$	9
$800 \leq D_p < 1200$	12
$D_p > 1200$	16

10.2.4 Số lượng khóa cốt và cách lắp đặt

Thường sử dụng 02 khóa cốt. Vị trí lắp đặt thể hiện trong Hình 8. Khóa cốt thường hàn với cọc tại hiện trường.

Dạng khóa nối điển hình và cách lắp đặt thể hiện trong Hình 9. Đường hàn hiện trường của khóa nối là đường hàn liền vòng quanh cọc phía trên của khóa nối. Kích thước đường hàn khoảng 80% chiều dày khóa nối. Để đảm bảo kích thước đường hàn đạt được 80% chiều dày khóa nối thì chiều dày đường hàn bằng chiều dày khóa nối.



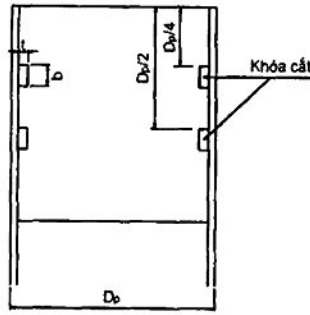
Chiều dày lớp bê tông lót bằng 100mm.
 Phương pháp đổ bê tông trong mục 10.2.6 Đổ bê tông

Khóa cắt gồm hai chi tiết là đạt chuẩn. Phương pháp lắp đặt chỉ trong mục 10.2.4 Khóa cắt.

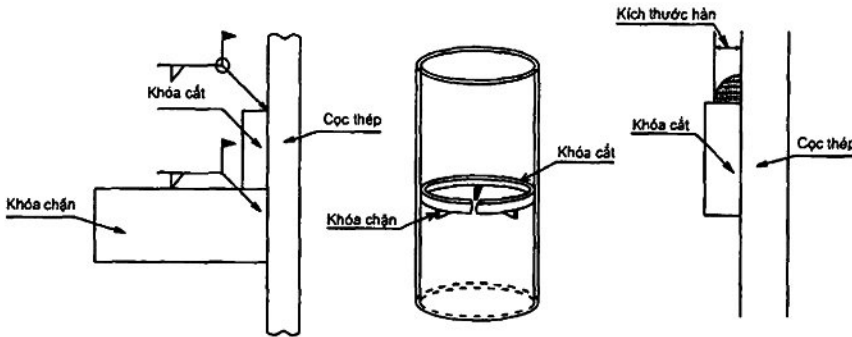
Cốt thép đai được lắp bên trong của cốt thép liên kết.
 Phương pháp lắp đặt chỉ trong mục 10.2.5 Cốt thép liên kết.

Do cốt thép liên kết, nối, và cốt thép chủ trong bộ móng sắp xếp dày, vì vậy cần phải chú ý cân trọng chi tiết trong việc lắp cốt thép này.
 Phương pháp lắp đặt chỉ trong mục 10.2.5 Cốt thép liên kết.

Hình 7. Các bước xử lý liên kết giữa đầu cọc và bộ móng



Hình 8. Vị trí lắp đặt khóa chống cắt



Hình 9. Hình dạng khóa chống cắt

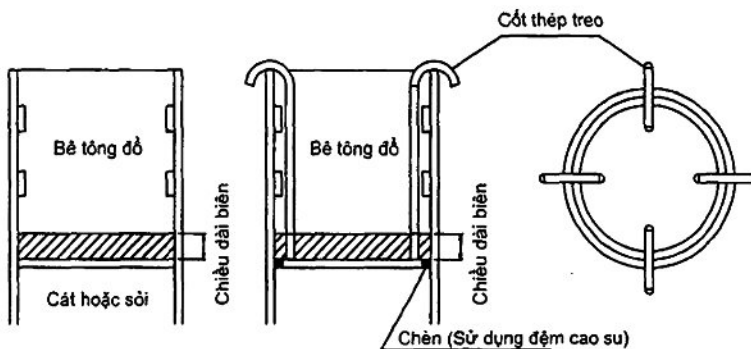
10.2.5 Cốt thép liên kết

Cốt thép liên kết đầu cọc phải được lắp đặt theo các điểm chú ý sau đây:

- Chiều dài cốt thép liên kết ở đầu cọc là chiều dài thiết kế.
- Khi lồng thép liên kết được chế tạo sẵn, cốt đai giữ chỉ lắp đặt trong cọc và các thanh nổi trên đầu cọc được lắp đặt sau hoàn thành lắp khi cốt chủ dưới bề mặt.

10.2.6 Đổ bê tông

Bê tông đổ đầu cọc có cường độ tương đương với bê tông bề mặt. Bê tông được đổ sau khi đã lắp đầy cát hoặc sỏi bên trong tới chiều cao xác định trước trong cọc hoặc sau khi lắp ván khuôn treo. Phương pháp đổ bê tông có thể xem Hình 10.



Hình 10. Các phương pháp đổ bê tông đầu cọc

TCVN 12111:2018

10.2.7 Phương pháp lấp cát hoặc sỏi

Cát hoặc sỏi sẽ được đổ đầy trong cọc đến chiều cao thiết kế.

10.2.8 Phương pháp ván khuôn treo

Ván khuôn treo được lắp đặt vào trong lòng cọc, móc treo giữ vào đỉnh cọc bằng các thanh cốt thép thi công. Khoảng hở giữa ván khuôn và thành cọc được lấp bằng cát hoặc sỏi.

Bê tông đầu cọc nên được kết hợp đổ cùng bê tông bộ móng.

11 Thử nghiệm cọc

11.1 Thử nghiệm cọc có thể được thực hiện ở giai đoạn: thăm dò thiết kế hoặc kiểm tra chất lượng công trình.

11.2 Thí nghiệm cọc ở giai đoạn thăm dò thiết kế (sau đây gọi là thí nghiệm thăm dò) được tiến hành trước khi thi công cọc đại trà nhằm xác định các số liệu cần thiết về cường độ, biến dạng và mối quan hệ tải trọng - chuyển vị của cọc làm cơ sở cho thiết kế hoặc điều chỉnh đồ án thiết kế, chọn thiết bị và công nghệ thi công cọc phù hợp.

Trong trường hợp có cơ sở để xác định chắc chắn khả năng làm việc của cọc thực tế thì không nhất thiết phải tiến hành thí nghiệm thăm dò.

Có thể chọn cọc của móng công trình hoặc cọc thi công riêng biệt ngoài phạm vi móng công trình làm cọc thí nghiệm thăm dò. Khi sử dụng cọc móng công trình, cọc phải có đủ cường độ để chịu được tải trọng thí nghiệm lớn nhất theo dự kiến và phải dự báo trước, chuyển vị của cọc để không gây ảnh hưởng xấu đến kết cấu bên trên của công trình sau này. Với cọc thi công riêng biệt, cọc phải có cấu tạo, vật liệu, kích thước và phương pháp thi công giống như cọc chịu lực của móng công trình.

11.3 Thí nghiệm cọc ở giai đoạn kiểm tra chất lượng công trình (sau đây gọi là thí nghiệm kiểm tra) được tiến hành trong thời gian thi công hoặc sau khi thi công xong cọc nhằm kiểm tra sức chịu tải của cọc theo thiết kế và chất lượng thi công cọc.

Trong trường hợp có cơ sở để xác định chắc chắn khả năng làm việc của cọc thì không nhất thiết phải tiến hành thí nghiệm kiểm tra.

Cọc thí nghiệm kiểm tra được chọn trong số các cọc của móng công trình.

11.4 Vật liệu cọc có thể đánh giá căn cứ trên thí nghiệm kiểm tra khi xuất xưởng sản phẩm cọc.

11.5 Đối với mối hàn tại công trường cần kiểm tra siêu âm với tần suất 5% như quy định ở 9.5.4.

11.6 Hai phương pháp thường sử dụng để thử cọc là thử tĩnh (nén tĩnh, nhổ tĩnh, nén ngang) và phương pháp thử động (PDA).

Số lượng cọc thử: số lượng cọc thử tĩnh lấy bằng 1% tổng số cọc và ít nhất là 1 cọc.

Phương pháp thử tĩnh: vị trí, phương pháp nén tĩnh theo quy định trong TCVN 9393:2012.

Phương pháp thử động: chưa có kinh nghiệm của phương pháp này đối với thử tải cọc vít do đó không đủ tin cậy khi sử dụng phương pháp thử động để đánh giá sức chịu tải.

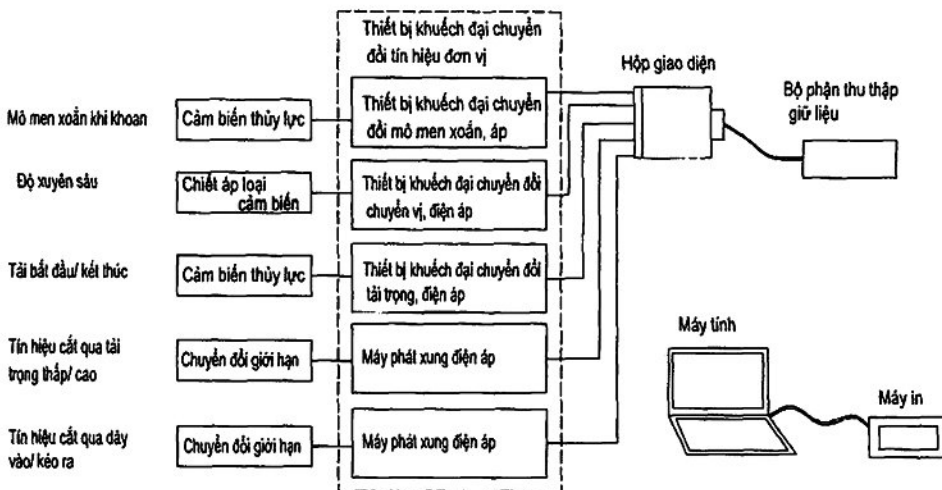
12 Đo đạc, nghiệm thu

12.1 Hệ thống kiểm soát đo lường

Để thực hiện đo lường SRP, về nguyên tắc, trong khi thực hiện công tác xoay hạ cọc các hệ thống điều khiển đo lường liên tục ghi lại giá trị mô men xoắn, độ đâm xuyên, và lực thẳng đứng theo thời gian thực.

Mô men xoắn và dữ liệu khác đo được sử dụng để xác nhận rằng các cọc đã đạt khả năng chịu tải theo yêu cầu, là cơ sở để ngừng công tác xoay hạ và lưu lại ngay dữ liệu máy ghi chép.

Sơ đồ của hệ thống kiểm soát đo lường xem Hình 11, các hệ thống đo lường, màn hình điều khiển, bản ghi kiểm soát dữ liệu tham khảo Phụ lục I.



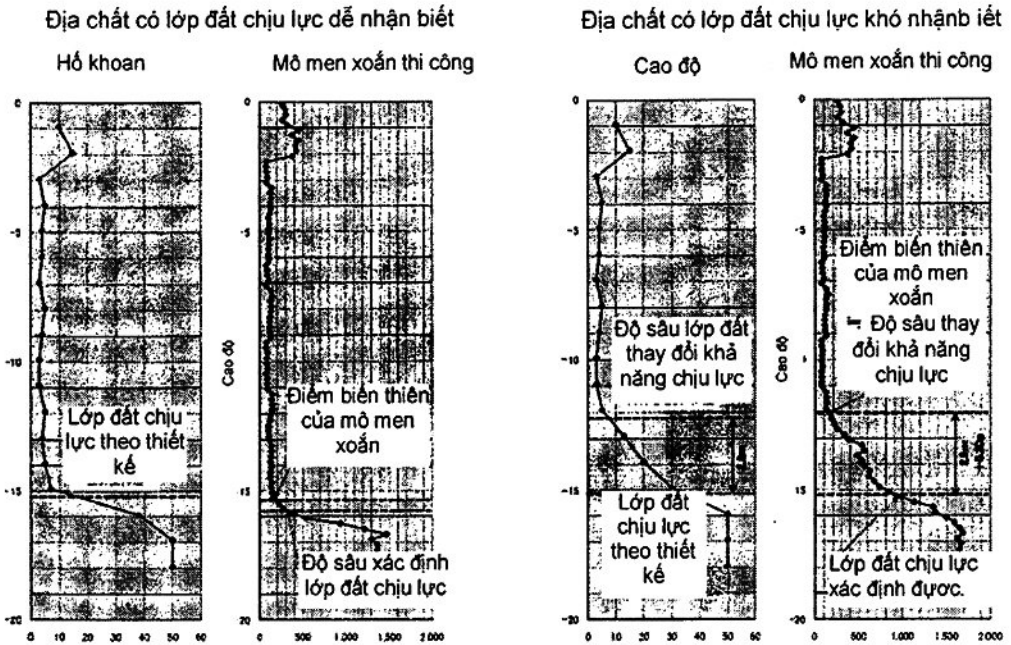
Hình 11. Sơ đồ hệ thống kiểm soát đo lường

12.2 Xác định lớp đất chịu lực và ngừng xoay cọc

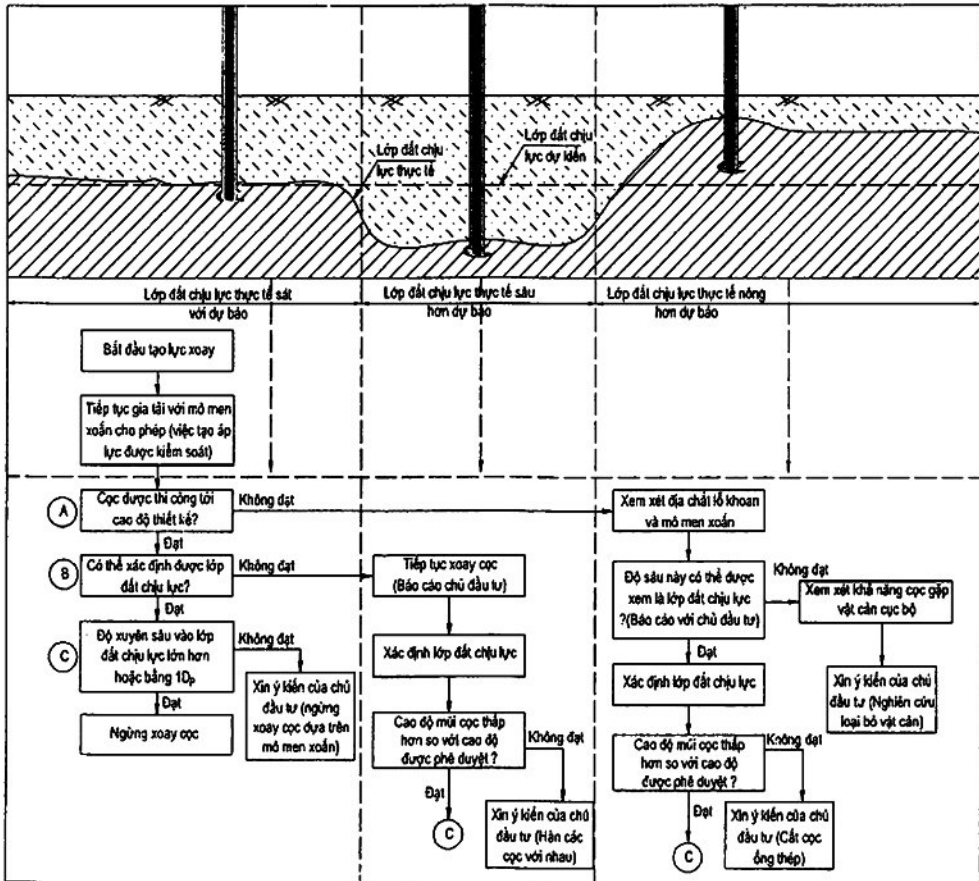
Sự thay đổi của mô men xoắn và sự thay đổi cường độ của đất nền có sự liên quan đến nhau như thể hiện trong Hình 12. Do đó mô men xoắn và các số liệu đo được được sử dụng để xác định cọc đã đặt vào lớp đất chịu lực và ngừng thi công.

Các bước điều khiển dừng cọc vít SRP mô tả trong Hình 13. Để ngừng xoay cọc, về cơ bản cần đáp ứng tất cả các điều kiện thi công sau đây:

- Cọc đã đạt cao độ theo thiết kế trong tầng chịu lực,
- Các dữ liệu đo đạc thi công xác nhận rằng mũi cọc đã hạ vào lớp chịu lực: Chiều dài thực của cọc, mô men xoắn, độ xuyên sâu của cọc trong quá trình thực hiện được so sánh với kết quả khảo sát địa chất.
- Độ xuyên sâu của cọc trong lớp đất chịu lực ($\geq D_p$) được đảm bảo.



Hình 12. Quan hệ độ sâu và mô men xoắn



Hình 13. Sơ đồ quy trình quản lý xoay cọc

Nếu có xét sức kháng nhỏ của cọc trong tính toán, giới hạn độ xuyên sâu lớn nhất của cọc trong lớp đất chịu lực là $2,5 D_w$.

Biện pháp xử lý khi không thỏa mãn các điều kiện trên quy định tại mục 9.6 và tham khảo phụ lục K

Khi lớp chịu lực cứng hơn nhiều so với dự kiến, nếu xoay cọc để đảm bảo đủ chiều sâu ngàm mũi cọc vào tầng chịu lực thì có thể dẫn đến hư hỏng vật liệu cọc do đó cần phải dừng xoay cọc và kiểm tra sức chịu tải của cọc so với thiết kế, có thể dừng hạ cọc nếu đảm bảo đủ chiều sâu tròn cánh thép.

Để xác nhận các lớp chịu lực và ngừng thực hiện theo quy định ở trên, rất khó để ước tính giá trị SPT dựa trên các giá trị tuyệt đối của mô-men xoắn, vì vậy cần để thực hiện một cọc thử để thiết lập việc thực hiện dừng xoay cọc cho mỗi khu vực khi tham khảo các bên liên quan.

12.3 Các hạng mục kiểm soát việc thực hiện và tiêu chí kiểm tra

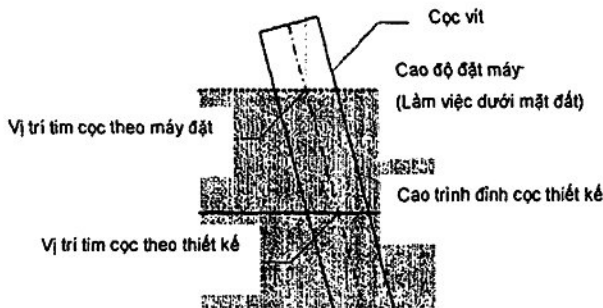
Công tác thi công được kiểm soát một cách thích hợp theo điều kiện tại chỗ, bao gồm cả các khoản mục trình bày trong Bảng 7. Các mục kiểm tra và tiêu chí nghiệm thu trong quá trình thi công tham khảo Phụ lục E

12.4 Kiểm soát thi công cọc xiên

12.4.1 Thiết lập trục tim cọc

Đối với cọc xiên có thể có khác biệt cao độ trên máy thi công và cao độ thiết kế (Hình 14) vì vậy cần tính toán tim cọc dựa trên vị trí đặt máy.

Sau khi tim cọc được xác định dựa trên vị trí đặt máy, máy được đặt vào vị trí tim cọc. Phải kiểm tra cao độ máy trong quá trình thi công. Đặc biệt là trong trường hợp sau khi đào để khoan đánh giá, cần phải chú ý đến cao độ đặt máy do máy đặt chìm dưới mặt đất.



Hình 14. Mối quan hệ giữa vị trí tim cọc theo thiết kế và tim cọc theo máy đặt

12.4.2 Đo đạc độ nghiêng cọc

Độ nghiêng của cọc được đo bằng thiết bị đo nghiêng, cần theo dõi và điều chỉnh độ chính xác trong thiết lập máy thi công. Khi độ chính xác không đúng yêu cầu, cọc cần được loại bỏ sai số bằng cách quay ngược, sau đó điều chỉnh độ chính xác bằng cách chỉnh sửa thiết lập máy.

TCVN 12111:2018

12.5 Hồ sơ và báo cáo thi công

Cần ghi lại quá trình thực hiện của tất cả các cọc. Biên bản thực hiện bao gồm các mục sau đây. Quá trình thực hiện và định dạng báo cáo thi công tham khảo Phụ lục F và G .

- Tên dự án, vị trí công việc, và ngày thực hiện
- Máy thi công
- Thông số kỹ thuật cọc, số lượng, và bố trí, mã hiệu của cọc, mã hiệu thi công
- + Độ sâu xoay cọc
- + Mặt cắt địa chất hố khoan
- + Hồ sơ ghi các số liệu đo đạc
- + Các mục cần thiết khác (điều kiện đặc biệt như khó khăn, và biện pháp xử lý)

Bảng 7. Các hạng mục kiểm soát thi công

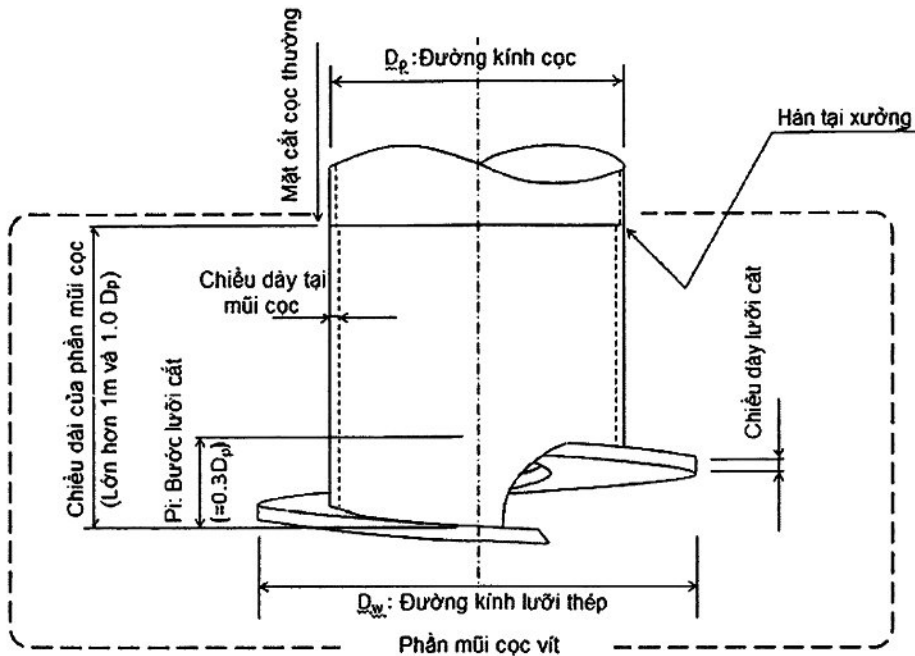
Hạng mục kiểm soát	Nội dung kiểm soát	Biện pháp	Ví dụ xác nhận nội dung/mục tiêu kiểm soát
Kiểm soát vật liệu	Hình dạng bên ngoài	Kiểm tra bằng mắt thường (đường kính và chiều dài cọc, độ dày thành cọc, đường kính ngoài cánh thép, độ dày cánh thép và số lượng)	Có chỗ nào bị phồng, méo hay sai sót nào không?
	Chất lượng vật liệu	Kiểm tra căn cứ ký hiệu trên ống thép và các giấy tờ xuất xưởng	
	Kiểm soát giao nhận vật liệu	Xác nhận vị trí và biện pháp lưu kho tạm thời	
Kiểm soát thi công	Kiểm tra địa chất khu vực thi công	Xác nhận sức chịu tải của nền đất và biện pháp gia cố	Xác nhận độ cân bằng của lực nén của máy móc thi công đối với sức chịu tải của nền đất.
	Di dời chướng ngại vật ngầm trong đất	Thông qua việc thăm dò, di dời cáp ngầm và các loại ống ngầm cũ, móng kết cấu cũ, đá, cao su, và các loại vụn gỗ v.v...	
	Kiểm tra thiết bị và máy móc thi công	Xác nhận khả năng vận hành của máy móc và các thiết bị khoan xoay, xác nhận thông tin đầu vào	
	Lắp đặt máy hạ cọc	Xác định vị trí khuôn dẫn thể hiện máy hạ cọc được đặt ở vị trí tim cọc và lắp đặt thiết bị lực phản ứng xoay để có thể chịu được mô men xoay (trong trường hợp sử dụng máy khoan ống vách xoay)	Xác nhận giá trị kiểm soát mô men xoay cho mỗi máy đưa vào sử dụng và cho mỗi loại tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cọc (mô men xoay kiểm soát).

Bảng 7. Các hạng mục kiểm soát thi công (tiếp theo và hết)

Hạng mục kiểm soát	Nội dung kiểm soát	Biện pháp	Ví dụ xác nhận nội dung/mục tiêu kiểm soát
	Tình trạng lắp ráp cọc	Đo đạc sự dịch chuyển của tim cọc Xác định độ nghiêng từ hai hướng vuông góc bằng máy kinh vĩ, quả dọi, hoặc máy toàn đạc, v.v... Kiểm tra độ nghiêng của cọc xiên bằng thiết bị đo nghiêng.	<ul style="list-style-type: none"> · Độ lệch tâm $\pm 100\text{mm}$, và $D_p/4$ hoặc ít hơn · Độ nghiêng 1/100 hoặc ít hơn
	Tình trạng lực nén xoay	Kiểm tra mô men xoay, độ xuyên, tải trọng dọc trục (dữ liệu đo đạc và hệ thống kiểm soát) và so sánh biểu đồ khảo sát địa chất, và các kết quả khảo sát địa chất khác	
	Tình trạng hàn thành bên cọc trên công trường	Tiêu chuẩn thợ hàn Xác nhận công tác hàn chu vi thành bên cọc trên công trường bằng mắt thường (Nếu cần thiết, thực hiện các công tác thử nghiệm không phá hủy)	<ul style="list-style-type: none"> · Kiểm tra chất lỏng bôi trơn · Thử nghiệm siêu âm · Kiểm tra bằng cách chụp bằng tia bức xạ v.v...
	Xác nhận tầng đất chịu tải và kết thúc quá trình hạ cọc.	Xác nhận so sánh với các kết quả mô men xoay, độ sâu, kết quả thí nghiệm địa chất và các khảo sát địa chất khác. Xác định độ sâu ngầm vào tầng đất chịu tải	<ul style="list-style-type: none"> · Về nguyên tắc, $1.0D_p$ hoặc hơn · Nếu tầng đất chịu tải là tầng đất cứng và khó xuyên qua, cần thảo luận riêng vấn đề này.
	Thi công chính xác	Xác nhận đài cọc, và đo độ lệch tâm và độ nghiêng của cọc (cọc thẳng đứng và cọc xiên)	<ul style="list-style-type: none"> · Độ lệch tâm $\pm 100\text{mm}$, và $D_p/4$ hoặc ít hơn · Độ nghiêng 1/100 hoặc ít hơn · Độ cao đỉnh cọc $\pm 50\text{mm}$
Kiểm soát qui trình thi công	Quy trình hạ cọc	Xác nhận sơ đồ máy móc hạng nặng Xác nhận kế hoạch bố trí vật liệu và thiết bị	
Kiểm soát an toàn	Tình trạng khu vực thi công Máy hạ cọc Biện pháp khắc phục an toàn thiết bị điện Biện pháp phòng chống đổ Xem xét các kết cấu xung quanh		

Phụ lục A
(Tham khảo)
Cánh thép xoay

Chiều dày của cánh thép được quyết định từ kết quả phân tích tính toán kết cấu và tham khảo các chỉ dẫn kỹ thuật đối với từng phương pháp thi công để đảm bảo khả năng chịu lực và độ bền của sức kháng mũi. Phụ lục này đưa ra ví dụ tham khảo về chiều dày và kích thước của một loại cánh thép xoay thép (Hình A1, Bảng A1).



Hình A1. Chiều dày tiêu chuẩn của cọc SRP⁷⁷⁾

Bảng A1. Chiều dày của cánh và phần mũi của cọc SRP (cho D_p từ 400mm)⁷⁸⁾

Đường kính cọc D_p (mm)	Đường kính lưới thép D_w (mm)	Chiều dày lưới thép (mm)	Chiều dày cọc tại mũi cọc (mm)
400	600	25	12
600	900	28	13
700	1050	32	13
800	1200	36	14
900	1350	38	15
1000	1500	40	16
1100	1650	45	17
1200	1800	45	18
1300	1950	60	24
1400	2100	60	24
1500	2250	65	25
1600	2400	75	25

Bảng A2. Thành phần hóa học thép cán cho kết cấu hàn

Đơn vị: %

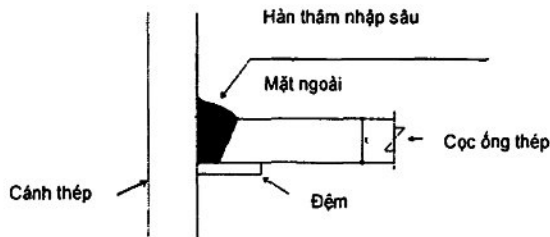
Bề dày	C	Si	Mn	P	S
≤ 50 mm	0,20	0,55	1,65	0,035	0,035
> 50 mm đến 200 mm	0,22	0,55	1,65	0,035	0,035

Chú thích: Trong bảng chỉ bao gồm các thành phần hợp kim cơ bản.

Bảng A3. Đặc tính cơ học thép cán cho kết cấu hàn

Bề dày	Kim loại gốc			Hàn hồ quang
	Độ bền kéo MPa	Giới hạn chảy MPa	Độ giãn dài (%)	Độ bền kéo MPa
			Mẫu thử	
> 16 mm đến 40 mm	490-610	≥ 315	21	-
> 40 mm đến 50 mm	490-610	≥ 295	21	-
> 50 mm đến 75 mm	490-610	≥ 295	23	-
> 75 mm đến 100 mm	490-610	≥ 295	23	-

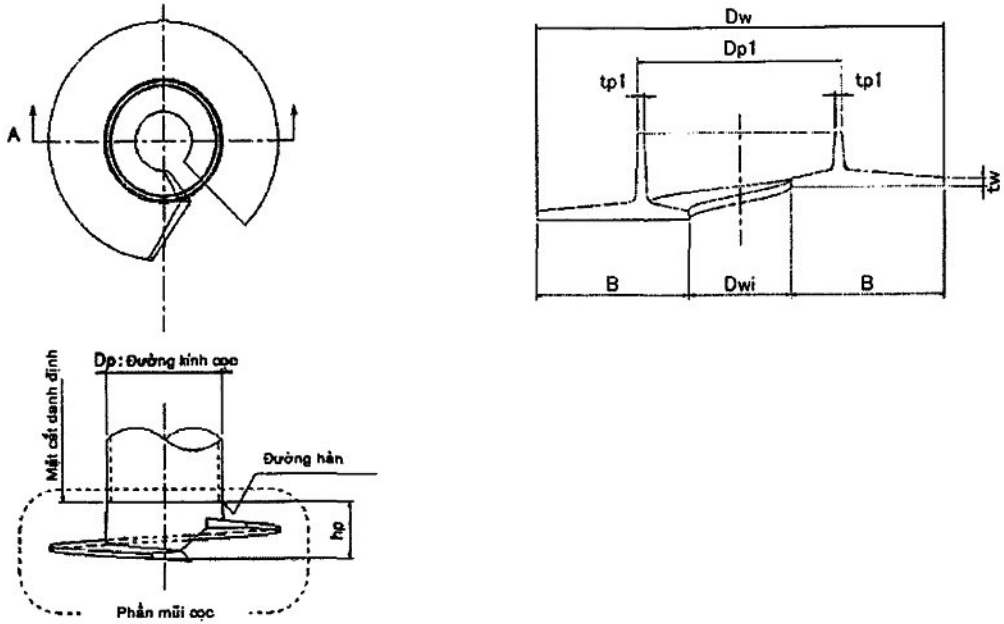
Liên kết hàn cánh thép sử dụng thép cán và ống thép phải sử dụng phương pháp hàn thâm nhập sâu như hình A2.



Hình A2. Hàn thâm nhập sâu

Bảng A4. Chiều dày của cánh và phần mũi của cọc SRP (thép đúc, $D_p \leq 508$ mm)

Đường kính cọc D_p (mm)	D_{p1} (mm)	t_p (mm)	h_{p1} (mm)	D_w (mm)	D_{w1} (mm)	B (mm)	t_w (mm)
500; 508	510	20	244	1000	250	375	17
500; 508	510	20	244	1250	250	500	17
400; 406,4	408	17	275	800	200	300	14
400; 406,4	408	19	275	1000	200	400	14
355,6	357	14	242	711	177	267	12
355,6	357	14	242	889	177	356	12
318,5	320	13	219	637	159	239	11
318,5	320	13	219	796	159	319	11



Hình A3. Chiều dày của cánh và phần mũi của cạp SRP (Thép đúc)

Các thành phần hóa học và tính chất cơ học của thép đúc thể hiện trong Bảng A5 và A6.

Bảng A5. Thành phần hóa học thép đúc

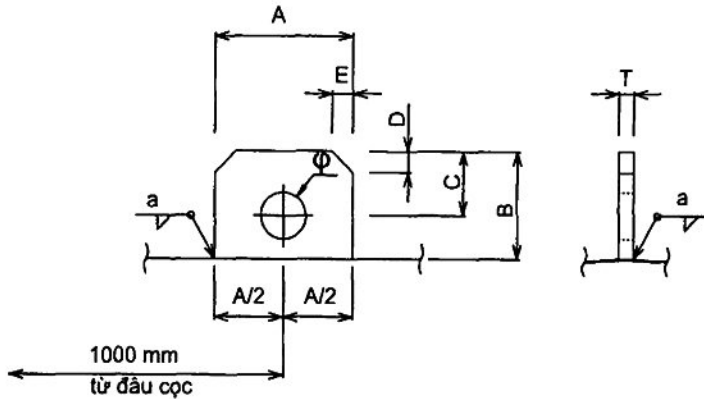
đơn vị : %

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Các bon quy đổi
0,22	0,80	1,50	0,040	0,040	0,50	0,50	0,45
Chú thích: Các bon quy đổi (%) = $C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$							

Bảng A6. Tính chất cơ học thép đúc

Gới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)	Độ giãn dài (%)	Mức hấp thụ năng lượng(J)	
			Nhiệt độ thí nghiệm (°C)	Trung bình 3 mẫu thử
≥ 275	≥ 480	20	0	27

Phụ lục B
(Tham khảo)
Vật liệu chi tiết phụ



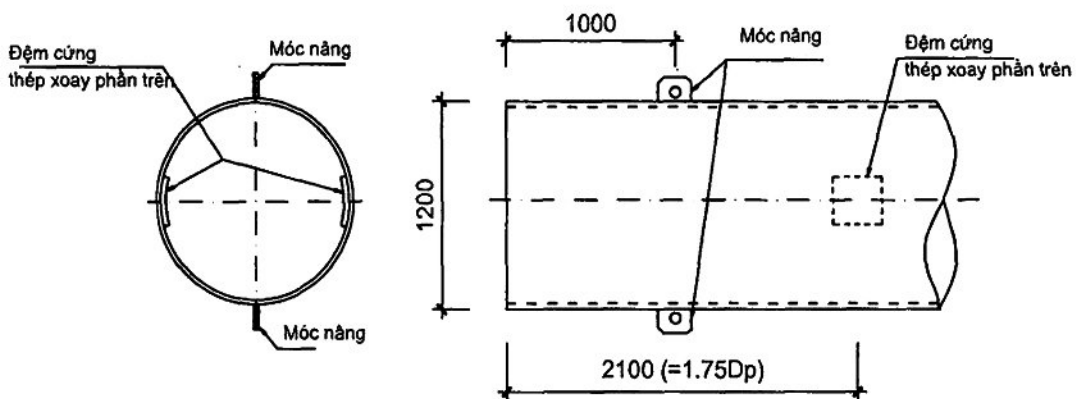
Hình B1. Hình dạng móc treo

Bảng B1. Kích thước móc treo

Đơn vị: mm

Lực treo lớn nhất N (kN)	A	B	C	D	E	T	ϕ	a
$N \leq 29,4$	120	100	55	25	25	12	40	6
$29,4 < N \leq 49,0$	120	100	55	25	25	16	40	9
$49,0 < N \leq 98,0$	200	150	90	30	30	22	65	15
$98,0 < N \leq 196,0$	300	250	150	50	50	22	80	15

Hình B2 thể hiện ví dụ các vị trí gắn đầu cọc đệm cứng dùng để liên kết cọc xoay với thiết bị xoay trong trường hợp dùng máy xoay.



Hình B2. Cọc SRP sử dụng đệm cứng và móc nâng

Vật liệu sử dụng cho chi tiết phụ như các móc nâng phù hợp với vật liệu thép cán của kết cấu.

Các thành phần hóa học và tính chất cơ học của thép cán thể hiện trong Bảng B2 và B3

Bảng B2. Thành phần hóa học thép cán

Đơn vị : %

C	Mn	P	S
-	-	0.050	0.050

Ghi chú: Trong bảng chỉ bao gồm các thành phần hợp kim cơ bản.

Bảng B3. Tính chất cơ học thép cán

Chiều dày	Vật liệu gốc				Khả năng chịu uốn		
	Cường độ chảy MPa	Cường độ kéo MPa	Độ giãn (%)		Góc uốn	Đường kính trong	Loại mẫu
			Bề dày	Giá trị			
≤ 16 mm	245	400~ 510	> 5mm đến 16mm	17	180°	Bề dày × 1.5	Loại 1
> 16 mm đến 40 mm	235		> 16mm đến 50mm	21			

Phụ lục C
(Tham khảo)

Hình dạng, kích thước, khối lượng và dung sai của cọc thép đơn

Bảng C1. Kích thước ^{a)}, chiều dày tối thiểu và đơn vị khối lượng của ống thép đơn

Đường kính ngoài D_p mm	Chiều dày t mm	Diện tích mặt cắt ngang A cm^2	Đơn vị khối lượng W kg/m	Thông số tham khảo			
				Mô men quán tính trục I $cm^4 (x 10^2)$	Mô đun của mặt cắt ngang Z $cm^3 (x 10)$	Bán kính quán tính R cm	Diện tích bao quanh m^2/m
400	9	110,6	86,8	211	106	13,8	1,26
	10	122,5	96,2	233	117	13,8	1,26
	11	134,4	106,0	254	127	13,8	1,26
	12	146,3	115,0	276	138	13,7	1,26
500	9	138,8	109,0	418	167	17,4	1,57
	10	153,9	121,0	462	185	17,3	1,57
	11	169,0	133,0	505	202	17,3	1,57
	12	184,0	144,0	548	219	17,3	1,57
	13	198,9	156,0	590	236	17,2	1,57
600	14	213,8	168,0	632	253	17,2	1,57
	9	167,1	131,0	730	243	20,9	1,88
	10	185,4	145,0	807	269	20,9	1,88
	11	203,5	160,0	883	294	20,8	1,88
	12	221,7	174,0	958	319	20,8	1,88
	13	239,7	188,0	1.030	344	20,8	1,88
	14	257,7	202,0	1.110	369	20,7	1,88
700	15	275,7	216,0	1.180	393	20,7	1,88
	16	293,6	230,0	1.250	417	20,7	1,88
	10	216,8	170,0	1.290	369	24,4	2,20
	11	238,1	187,0	1.410	404	24,4	2,20
	12	259,4	204,0	1.540	439	24,3	2,20
	13	280,6	220,0	1.660	473	24,3	2,20
	14	301,7	237,0	1.780	507	24,3	2,20
	15	322,8	253,0	1.890	541	24,2	2,20
800	16	343,8	270,0	2.010	575	24,2	2,20
	11	272,7	214,0	2.120	531	27,9	2,51
	12	297,1	233,0	2.310	577	27,9	2,51
	13	321,4	252,0	2.490	622	27,8	2,51
	14	345,7	271,0	2.670	668	27,8	2,51
	15	369,9	290,0	2.850	713	27,8	2,51
	16	394,1	309,0	3.030	757	27,7	2,51
900	12	334,8	263,0	3.300	733	31,4	2,83
	13	362,3	284,0	3.560	792	31,4	2,83
	14	389,7	306,0	3.820	850	31,3	2,83
	15	417,0	327,0	4.080	908	31,3	2,83
	16	444,3	349,0	4.340	965	31,3	2,83
	17	471,6	370,0	4.600	1.020	31,2	2,83
	18	498,8	392,0	4.850	1.080	31,2	2,83
1000	19	525,9	413,0	5.100	1.130	31,2	2,83
	13	403,1	316,0	4.910	982	34,9	3,14
	14	433,7	340,0	5.270	1.050	34,9	3,14
	15	464,2	364,0	5.630	1.130	34,8	3,14
	16	494,6	388,0	5.990	1.200	34,8	3,14
	17	525,0	412,0	6.340	1.270	34,8	3,14
	18	555,3	436,0	6.700	1.340	34,7	3,14
	19	585,6	460,0	7.050	1.410	34,7	3,14

TCVN 12111:2018

Đường kính ngoài D_p mm	Chiều dày t mm	Diện tích mặt cắt ngang A cm^2	Đơn vị khối lượng W kg/m	Thông số tham khảo				
				Mô men quán tính trục I $cm^4 (x 10^2)$	Mô đun của mặt cắt ngang Z $cm^3 (x 10)$	Bán kính quán tính R cm	Diện tích bao quanh m^2/m	
1100	14	477,6	375,0	7.040	1.280	38,4	3,46	
	15	511,3	401,0	7.530	1.370	38,4	3,46	
	16	544,9	428,0	8.010	1.460	38,3	3,46	
	17	578,4	454,0	8.480	1.540	38,3	3,46	
	18	611,9	480,0	8.960	1.630	38,3	3,46	
	19	645,3	506,0	9.430	1.710	38,2	3,46	
1200	14	521,6	409,0	9.170	1.530	41,9	3,77	
	15	558,4	438,0	9.800	1.630	41,9	3,77	
	16	595,1	467,0	10.400	1.740	41,9	3,77	
	17	631,8	496,0	1.110	1.840	41,8	3,77	
	18	668,4	525,0	1.170	1.950	41,8	3,77	
	19	704,9	553,0	1.230	2.050	41,8	3,77	
	20	741,4	582,0	1.290	2.150	41,7	3,77	
	21	777,8	611,0	1.350	2.250	41,7	3,77	
	22	814,2	639,0	1.410	2.350	41,7	3,77	
	22	814,2	639,0	1.410	2.350	41,7	3,77	
1300	16	645,4	507,0	1.330	2.050	45,4	4,08	
	17	586,2	538,0	1.410	2.170	45,4	4,08	
	18	725,0	569,0	1.490	2.290	45,3	4,08	
	19	764,6	600,0	1.570	2.410	45,3	4,08	
	20	804,2	631,0	1.650	2.530	45,3	4,08	
	21	843,8	662,0	1.730	2.660	45,2	4,08	
	22	883,3	693,0	1.800	2.780	45,2	4,08	
	22	883,3	693,0	1.800	2.780	45,2	4,08	
1400	16	695,7	546,0	1.670	2.380	48,9	4,40	
	17	738,6	580,0	1.770	2.520	48,9	4,40	
	18	781,5	613,0	1.870	2.670	48,9	4,40	
	19	824,3	647,0	1.970	2.810	48,8	4,40	
	20	867,1	681,0	2.060	2.950	48,8	4,40	
	21	909,8	714,0	2.160	3.090	48,8	4,40	
	22	952,4	748,0	2.260	3.230	48,7	4,40	
	22	952,4	748,0	2.260	3.230	48,7	4,40	
	1500	19	884,0	694,0	2.420	3.230	52,4	4,71
		20	929,9	730,0	2.550	3.400	52,3	4,71
21		975,7	766,0	2.670	3.560	52,3	4,71	
22		1.021,5	802,0	2.790	3.720	52,3	4,71	
23		1.067,2	838,0	2.910	3.880	52,2	4,71	
24		1.112,9	874,0	3.030	4.040	52,2	4,71	
25		1.158,5	909,0	3.150	4.200	52,2	4,71	
25		1.158,5	909,0	3.150	4.200	52,2	4,71	
1600	19	493,7	741,0	2.950	3.690	55,9	5,03	
	20	992,9	779,0	3.100	3.870	55,9	5,03	
	21	1.041,7	818,0	3.250	4.060	55,8	5,03	
	22	1.090,6	856,0	3.400	4.240	55,8	5,03	
	23	1.139,5	894,0	3.540	4.430	55,8	5,03	
	24	1.188,3	933,0	3.690	4.610	55,7	5,03	
	25	1.237,0	971,0	3.840	4.800	55,7	5,03	
	25	1.237,0	971,0	3.840	4.800	55,7	5,03	

Ghi chú:

- Thông số kỹ thuật của cọc ống tuân thủ theo tiêu chuẩn TCVN 9245:2012 SPP 490
- Chiều dày in đậm và nghiêng trong bảng là chiều dày tối thiểu của cọc vít ứng với đường kính cọc tương ứng
- Giá trị không đổi của khối lượng đơn vị được tính theo công thức sau ứng với trọng lượng riêng của thép là $7.85g/cm^3$ và được làm tròn đến ba chữ số theo tiêu chuẩn ISO 1517: 2009. Trong trường hợp lớn hơn $1000 kg / m$ sẽ làm tròn đến bốn chữ số

Trong đó:

$$W=0,02466 \times t \times (D_p-t)$$

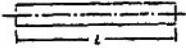

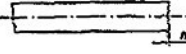
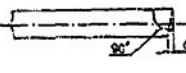

W là khối lượng đơn vị của ống (kg/m)

T là chiều dày của ống (mm)

D_p là đường kính ngoài của ống (mm)

0,02466 là hệ số chuyển đổi đơn vị để tính toán W

Bảng C2. Hình dạng và dung sai kích thước cho phép

Hạng mục		Dung sai	Chú ý	Ghi
Đường kính ngoài (D_p)	Trừ mũi cọc	$\pm 0,5\%$	Để đo đường kính ngoài dùng phép đo chu vi để tính và có thể sử dụng giá trị đo hoặc đường kính ngoài chuyển đổi từ giá trị đo. Việc quy đổi giữa đường kính ngoài (D_p) và chu vi (l) được tính bởi công thức sau: $D_p = l/\pi$ Trong đó: D_p : Đường kính ngoài l : Chu vi ngoài $\pi=3,1416$	Giá trị đo thực tế
Chiều dày (t)	Chiều dày dưới 16mm	Đường kính ngoài dưới 500 mm	+ Không xác định - 0,6 mm	Đánh giá tốt
		Đường kính ngoài từ 500 tới 800 mm	+ Không xác định - 0,7 mm	
		Đường kính ngoài từ 800mm tới 1600mm	+ Không xác định - 0,8mm	
	Chiều dày từ 16mm trở lên	Đường kính ngoài dưới 800 mm	+ Không xác định - 0,8 mm	
		Đường kính ngoài từ 800mm tới 1600mm	+ Không xác định - 1,3 mm	
Chiều dài (L)		+ Không xác định - 0 mm		Kết quả nghiệm thu (Đánh giá tốt)
Độ cong (M)		Dưới 0,1% của chiều dài (L). Trong trường hợp chiều dài ống dưới 6 m, thì từ 6 mm trở xuống		Kết quả nghiệm thu (Đánh giá tốt)
Độ phẳng của đầu mút để tạo hình cho mỗi hàn chu vi tại công trường (h)		Từ 2 mm trở xuống		Kết quả nghiệm thu (Đánh giá tốt)
Độ vuông góc của đầu mút để tạo hình cho mỗi hàn chu vi tại công trường (h)		Dưới 5% của đường kính ngoài nhưng không lớn hơn 4 mm		Kết quả nghiệm thu (Đánh giá tốt)
Độ tròn của đầu mút tạo hình cho mỗi hàn chu vi tại công trường (OR)		1% hoặc nhỏ hơn	$OR = 100 \times ID_{45} - D_{135} / D_{nom}$  (D_{nom} là đường kính ngoài danh nghĩa)	Kết quả nghiệm thu (Đánh giá tốt)

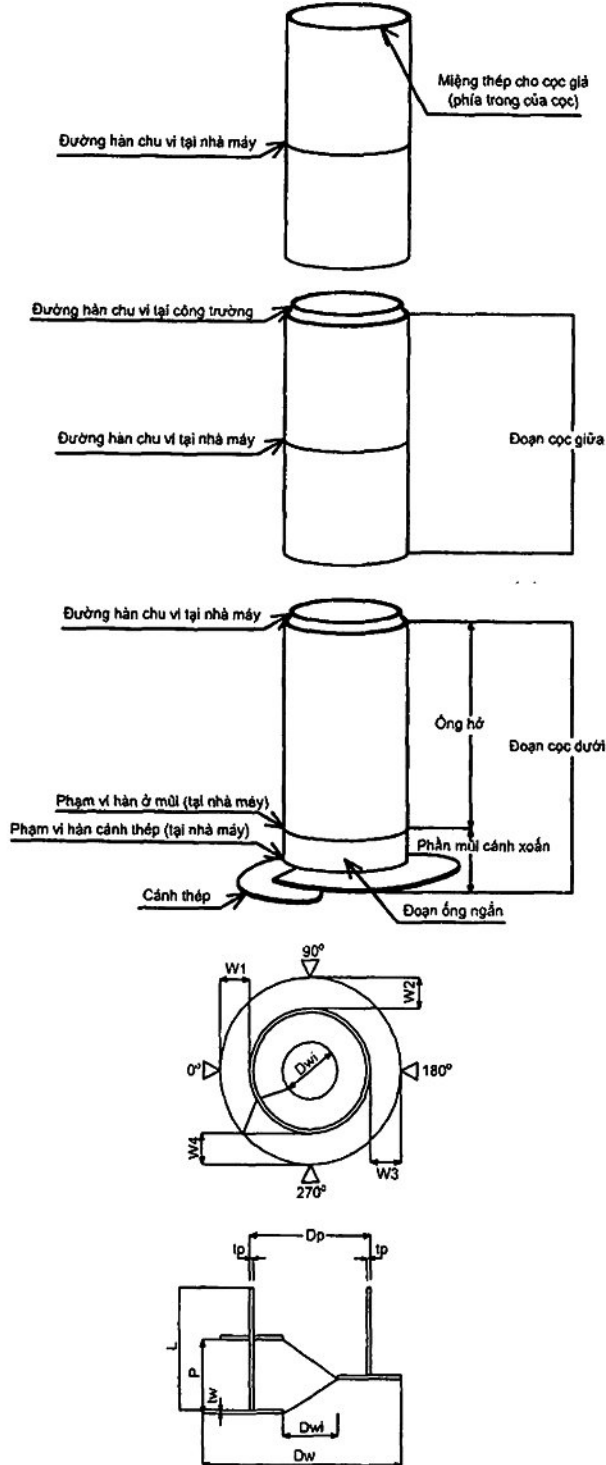
Bảng C3. Dung sai sai lệch vị trí của mỗi hàn chu vi tại công trường^{a)b)}

Đơn vị: mm

Đường kính ngoài, D_p (mm)	Dung sai
$D_p < 700$	≤ 2
$700 \leq D_p \leq 1016$	≤ 3
$1016 < D_p \leq 2000$	≤ 4
Ghi chú: Sự sai lệch vị trí là sự sai lệch về đường kính ngoài của hai ống đơn ở đầu đường ống (giá trị chuyển đổi sang chu vi) khi tiến hành hàn tại công trường xây dựng.	

Phụ lục D
(Tham khảo)

Hình dạng, kích thước và độ lớn dung sai của cánh thép



Hình D1. Cấu tạo cọc ống thép có một tầng cánh ở mũi thi công bằng phương pháp xoay

Bảng D1. Độ lớn dung sai của cánh thép

Tham số	Ký hiệu	Dung sai
Đường kính ngoài của đoạn ống gắn gắn với cánh thép	D_p	Tuân theo TCVN 9245:2012
Chiều dày của thành đoạn ống gắn gắn với cánh thép	T_p	Tuân theo TCVN 9245:2012
Chiều dài đoạn ống ngắn (mm)	L	+ Không quy định - 0
Đường kính cánh thép	D_w	$\pm 2\%$ và ± 15 mm
	D_{wj}	$\pm 2\%$ và ± 15 mm
Chiều dày cánh thép	t_w	Tham khảo Bảng 2
Chiều dài phần nhô ra của cánh thép (mm)	W1, W2, W3, W4	$\pm 4\%$ của đường kính ngoài cánh thép và ± 15 mm
Bước của cánh thép (mm)	P	± 5 mm

Bảng D2. Chiều dày của cánh thép

Chiều dày (mm)	Chiều rộng của tấm ban đầu (m)					
	$< 1,6$	$1,6 \leq W < 2,0$	$2,0 \leq W < 2,5$	$2,5 \leq W < 3,15$	$3,15 \leq W < 4,0$	$4,0 \leq W < 5,0$
$25 \geq t > 40$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$
$40 \geq t > 63$	$\pm 3,70$	$\pm 3,70$	$\pm 3,70$	$\pm 3,70$	$\pm 3,70$	$\pm 3,70$

Phụ lục E
(Tham khảo)

Các mục xem xét kiểm tra và các tiêu chí

Xem xét và kiểm tra trong quá trình hạ cọc

<u>Trình tự thực hiện</u>	<u>Hạng mục xem xét, kiểm tra</u>	<u>Tiêu chuẩn</u>
Tiếp nhận cọc	Kiểm tra: * Đường kính ngoài * Bề dày * Chiều dài	Tham khảo bản vẽ đã được duyệt và phụ lục B
↓		
Lắp đặt tấm xoay	Kiểm tra tìm cọc, tìm tấm xoay	±10mm
↓		
Lắp đặt đoạn mũi cọc		
↓		
Hạ đoạn mũi cọc		
↓		
Lắp đặt vòng đệm phục vụ hàn nối cọc		
↓		
Lắp đặt đoạn cọc tiếp theo	Kiểm tra các sai lệch của đoạn cọc trên và cọc dưới Kiểm tra khoảng hở	Tham khảo phụ lục B 1~4mm
↓		
Hàn nối các đoạn cọc	Kiểm tra hàn	Kiểm tra trực quan * Không có vết nứt và chông chéo * Gia cố quá mức: Lớn nhất 5 mm * Cát xén: Lớn nhất 0,5 mm Kiểm tra không phá hủy (Phụ thuộc vào yêu cầu công việc) * X-Ray: JIS Z 3104 t Level 3 hoặc cao hơn * UT: JIS Z 3060 Level 3 hoặc cao hơn Lưu ý: Tỷ lệ của NDT là 1 lần đối với 20 mối hàn tại công trường, thăm dò từ 4 hướng, 30cm chiều dài chu vi mỗi hướng.
↓		
Tiếp tục hạ cọc	Kiểm tra độ nghiêng	1/100 (Kiểm tra khi hạ đoạn cọc trên)
↓		
Lắp đặt đũa cọc nối và tiếp tục hạ cọc	Xác định lớp đất chịu lực	Có sự thay đổi của mô men xoắn khi thực hiện hay không
↓		
Ngừng hạ cọc	Kiểm tra độ lệch tâm (Sơ bộ)	±100mm
↓	Kiểm tra cao độ đầu cọc (sơ bộ)	±50mm
↓		
Lắp đất hoàn trả mặt bằng		
↓		
Đào mũi cọc	Kiểm tra độ lệch tâm (Lần cuối)	±100mm
	Kiểm tra cao độ đầu cọc (Lần cuối)	±50mm

**Phụ lục F
(Tham khảo)
Nhật ký thi công**

Người lập.....

Tên dự án					
Địa chỉ					
Cọc số	Ký hiệu cọc	Loại cọc	Đường kính cọc	Đường kính lưới	Người lập
Số hiệu khung	Đoạn mũi cọc		Số		Đoạn cọc giữa 2
	Đoạn cọc giữa 1		Số		Số
					Đoạn cọc cuối
					Số

Sản phẩm hồ sơ			Kích thước thiết kế (mm)	Kích thước thực tế (mm)	Sai số cho phép	Đạt/ Không đạt	
Chiều dài cọc	Đoạn mũi cọc	Nửa trên			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
		Nửa dưới			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
	Đoạn cọc giữa 1			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
	Đoạn cọc giữa 2			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
Đường kính cọc	Đoạn mũi cọc	Nửa trên			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
		Nửa dưới			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
	Đoạn cọc giữa 1			±0,5% chu vi ngoài π	Đạt	Không đạt	
	Đoạn cọc giữa 2			±0,5% chu vi ngoài π	Đạt	Không đạt	
Bề dày cọc	Đoạn mũi cọc	Nửa trên			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
		Nửa dưới			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
	Đoạn cọc giữa 1			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
	Đoạn cọc giữa 2			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
Cánh thép	Đoạn mũi cọc	Nửa trên			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
		Nửa dưới			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt
	Đoạn cọc giữa 1			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
	Đoạn cọc giữa 2			+ Không quy định, -0	Đạt	Không đạt	
Chú ý	Đường kính thông dụng của cọc	Bề dày nhỏ hơn 16mm		800 ≤ Dp ≤ 1600	Không quy định, -0,8mm		
	Đường kính thông dụng của lưới	Bề dày lớn hơn hoặc bằng 16mm		800 ≤ Dp ≤ 1600	Không quy định, -1,0mm		
		40 ≤ tw < 63			± 1,1mm		
		63 ≤ tw < 100			± 1,3mm		

Nội dung công việc		Ngày thi công	Thời gian thi công	Đạt trong cọc (Bề dày lớp đất)	Khi thi công xong đoạn mũi cọc	m
Đoạn mũi cọc	-	-	-	Khi thi công xong đoạn cọc giữa 1	m	
Hàn nối cọc	-	-	-	Khi thi công xong đoạn cọc giữa 2	m	
Đoạn cọc giữa thứ 1	-	-	-	Khi thi công xong đoạn cọc cuối	m	
Hàn nối cọc	-	-	-	-	-	
Đoạn cọc giữa thứ 2	-	-	-	Độ nghiêng	Trước khi lắp đoạn cọc dẫn	/1000
Hàn nối cọc	-	-	-	Xác nhận giá trị ước tính (trong thời gian thi công)		
Đoạn cọc cuối	-	-	-	Máy thi công		
Đoạn cọc dẫn	-	-	-	Quản lý mô men xoắn		KNm
	-	-	-	Xác định giá trị mô men xoắn tới hạn		
	-	-	-	Xác định giá trị tải trọng đầu cọc		
	-	-	-	Xác nhận độ xuyên sâu của cọc		mm
Bảo cáo	Tổng	Giờ		Có sự giám mô men xoắn?	Có/ Không	
	Hạng mục	Kích thước thiết kế	Kích thước thực tế	Có sự giám tải trọng thẳng đứng?	Có/ Không	
	Cao độ đầu cọc	GL- m	GL- m	Độ xuyên sâu quá dư?	Có/ Không	
	Lớp đất chịu lực, xác định mô men xoắn (KNm)	KNm		Có rung hay ồn ào?	Có/ Không	
	Lớp đất chịu lực, xác định cao độ (m)	GL- m	GL- m	Có sụt trượt?	Có/ Không	
	Mô men ngừng (KNm)	KNm		Chú ý: Xác nhận cao độ trong quá trình thi công đoạn cọc dẫn		
	Cao độ mũi cọc (m)	GL- m	GL- m			
	Độ xuyên sâu cuối cọc (m)	m	M			

Phụ lục G
(Tham khảo)
Nhật ký hàn cọc

Người lập.....

Tên dự án	
Địa chỉ	

Hạng mục		Nội dung			
Mã ID (trụ, cọc, mối nối)					
Ngày hàn					
Công tác thi công	Điều kiện thời tiết	Thời tiết			
		Nhiệt độ			
		Tốc độ gió			
	Điều kiện hàn	Độ lệch			
		Khoảng cách góc			
	Điều kiện hàn	Phương pháp hàn			
		Máy hàn			
		Que hàn (loại..)			
		Điện áp			
		Nhiệt độ làm nóng ban đầu			
		Độ sạch góc vát			
		Số lượng mối hàn đạt yêu cầu			
	Công tác hàn	Tên thợ hàn			
		Chứng chỉ hàn			
Thời gian hàn					
Kiểm tra	Kiểm tra thực tế	Vết nứt			
		Cắt dưới ($\leq 0,5\text{mm}$)			
		Đoạn chồng lên nhau			
		Lỗ			
		Chú ý			
	Kiểm tra không phá hủy				
Chỉnh sửa nhật ký hàn					

Phụ lục H
(Tham khảo)

Lựa chọn máy thi công theo đường kính cọc

Bảng H1. Thiết bị và máy móc chính trong phương pháp thi công xoay cọc dựa trên máy cơ sở

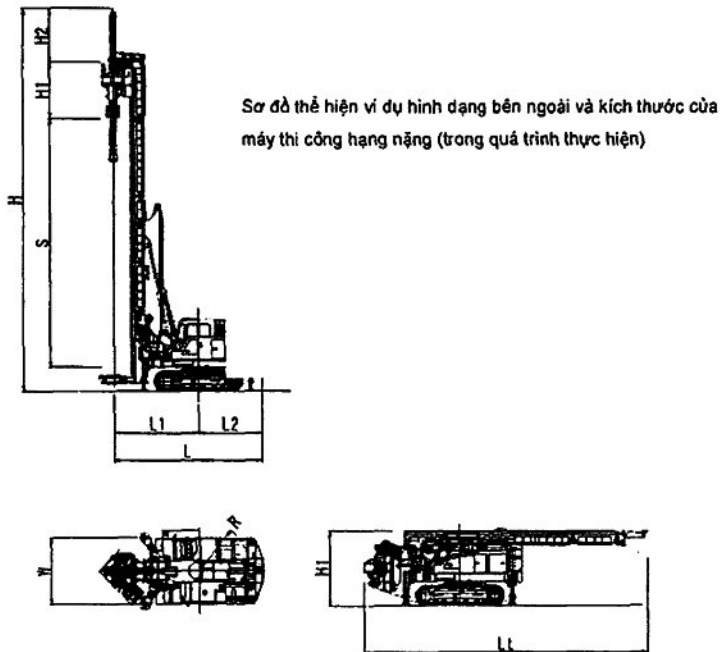
Tên	Yêu cầu kỹ thuật	Ghi chú
Máy hạ cọc chính	Máy hạ cọc nhỏ gọn	D_p 300 - 600 (Có thể lên tới D_p 600 tùy thuộc điều kiện đất)
Máy khoan	Động cơ khoan 10~550 kN.m	Loại thủy lực
Thiết bị cung cấp lực nén	Với động cơ khoan sử dụng loại 20~60kN.m	Sử dụng để bổ sung lực đẩy
Khuôn dẫn dùng để xoay cọc	Yêu cầu tùy thuộc loại đường kính cọc	Sử dụng để xoay cọc
Cọc giả	Yêu cầu tùy thuộc loại đường kính cọc	Sử dụng để xoay cọc
Cần cầu phụ trợ	Cần trục cho địa hình gồ ghề hoặc xe cẩu	Lực nâng từ 2.9t
Máy xúc gầu ngược	Yêu cầu kỹ thuật cho cần trục di động	Nếu cần thiết
Máy hàn	Hàn thủ công hoặc hàn bán tự động	Trong trường hợp nối cọc ống thép tại công trường
Máy cắt bằng ga		
Bản thép đặt trên nền đất		Nếu cần thiết
Dây cung cấp nguồn điện hoặc máy phát điện	Khoảng 60kVA	Sử dụng cho máy hàn

Bảng H2. Thiết bị và máy móc chính dùng cho phương pháp thi công xoay ống vách [C.2]

Tên	Yêu cầu kỹ thuật	Ghi chú
Máy xoay ống vách	Thủy lực	D_p 400 - 1600
Thiết bị thủy lực		Loại tiếng ồn thấp, loại tiếng ồn siêu thấp
Đổi trọng cho máy xoay ống vách	Bản hoặc vụn bê tông Slab or concrete rubble	Sử dụng loại 10 tấn, 20 tấn, 30 tấn, 40 tấn
Thanh neo phản lực	Tùy thuộc cho mỗi loại máy	Khuôn dẫn sử dụng để thu lực xoay
Vòng xoắn	Tùy thuộc cho mỗi loại đường kính cọc và loại máy	Khuôn dẫn sử dụng để kẹp ống
Cọc giả	Tùy thuộc cho mỗi loại máy	
Cần cầu phụ trợ	Cần trục bánh xích	Lực nâng từ 50 tấn đến 200 tấn
Máy xúc gầu ngược	Dung tích gầu xấp xỉ 0,2 - 0,4 m ³	Nếu cần
Máy hàn	Hàn thủ công hoặc hàn bán tự động	Trong trường hợp nối cọc ống thép tại công trường
Bản thép đặt trên nền đất	Xấp xỉ 1,5m x 6,0m x 10 mm - 20 bản	Đặt dưới máy khoan cọc hoặc dưới cần trục
Dây cung cấp nguồn điện hoặc máy phát điện	Khoảng 125kVA	Dùng cho máy hàn
Bản thép đặt trên nền đất	Xấp xỉ 1,5m x 6,0m x 10 mm - 20 bản	Đặt dưới máy khoan cọc hoặc dưới cần trục

Bảng H3. Đặc tính kỹ thuật của máy cơ sờ và thiết bị xoay cọc gắn trên máy cơ sờ

Máy	DHJ-12SP	DHJ-25SP
Mô men xoay: Nhỏ nhất tới lớn nhất (kN.m)	16—98	30—276
Tổng chiều dài L(m)	5,04	5,97
Trước L1(m)	2,80	3,39
Sau L2(m)	2,24	2,58
Chiều cao lớn nhất H(m)	9,01	14,68
Chiều cao máy khoan ruột gà H1(m)	1,55	2,00
Hành trình lớn nhất của mũi khoan S (m)	6,9	10,7
Cọc giả đơn vị H2(m)	—	1,65
Tổng bề rộng W(m)	2,42	2,53
Vòng hồi chuyển R(m)	2,24	2,61
Tổng chiều dài khi vận chuyển Lt(m)	8,69	13,68
Tổng chiều cao khi vận chuyển Ht(m)	2,79	2,85
Tổng trọng lượng thiết bị (tấn)	14,4	~ 33,0
Lực nén (kPa)	70	107
Đường kính cọc (mm)	~267,4	~400

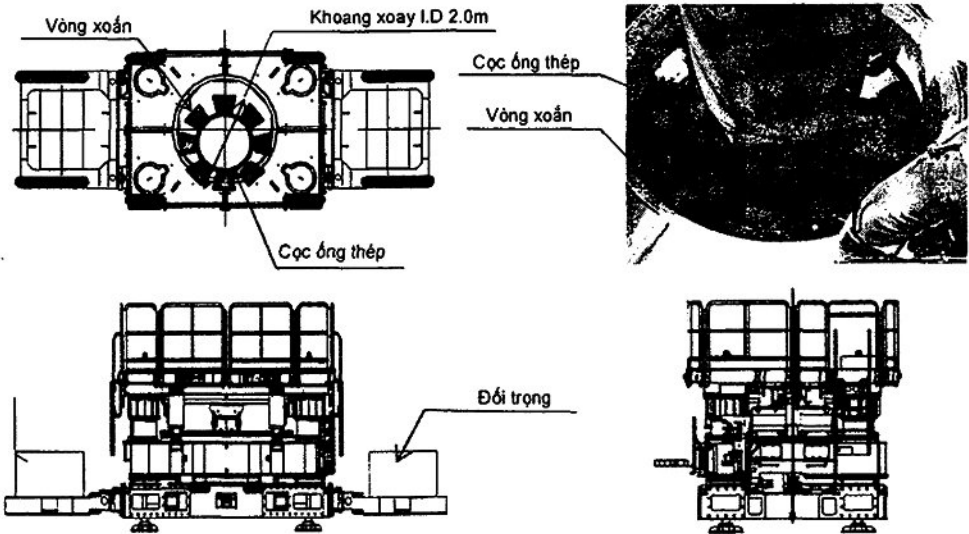


Hình H1. Sơ đồ tổng thể máy cơ sờ và thiết bị xoay cọc gắn trên máy cơ sờ

Bảng H4 thể hiện các đặc tính kỹ thuật của phương pháp xoay cọc dựa trên máy cơ sở và phương pháp xoay ống vách và Hình H1, H2 thể hiện ví dụ sơ đồ tổng thể.

Bảng H4. Đặc tính kỹ thuật phương pháp thi công dựa trên máy cơ sở và máy xoay ống vách

Đặc điểm kỹ thuật thi công		Trọng lượng máy (tf)	Mô men xoắn lớn nhất (kN.m)	Máy cơ bản tiêu chuẩn
Xoay cọc dựa trên máy cơ sở	Khoan thủy lực	25~32	276	DHJ-25
	Khoan thủy lực	34~54	548	DHJ-45
Xoay ống vách	Loại I.D. 1,5 m	26,1	1400	RT-150
	Loại I.D. 2,0 m	30,0	2170	RT-200AIII
	Loại I.D. 2,0 m (Công suất lớn)	34,1	2958	RT200H
	Loại I.D. 2,6m	46,5~55,0	8000	RT260H



Hình H2. Sơ đồ tổng thể máy xoay ống vách (Ví dụ: loại đường kính 2000) [C.6]

Lực nén xoay phải được thực hiện bằng cách chọn máy có công suất đáng tin cậy để đáp ứng điều kiện thiết kế và cho phép thực hiện an toàn theo đường kính cọc và đất điều kiện. Bảng H-5 thể hiện ví dụ về máy tiêu chuẩn được lựa chọn theo đường kính cọc.

Bảng H5. Lựa chọn máy tạo lực nén xoay (Ví dụ)

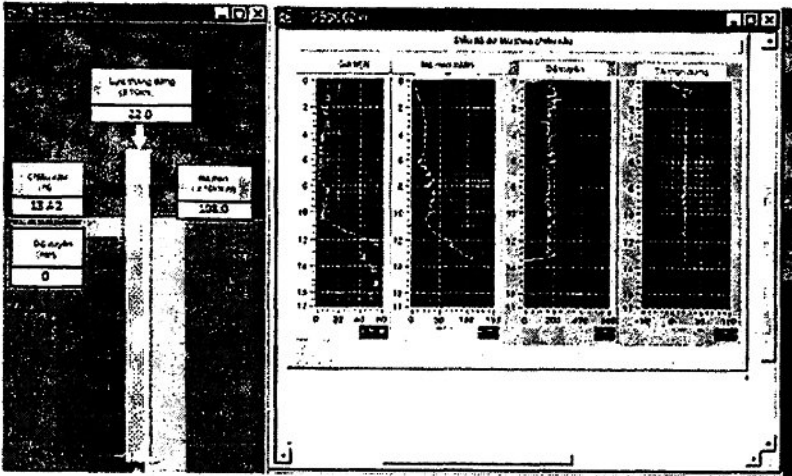
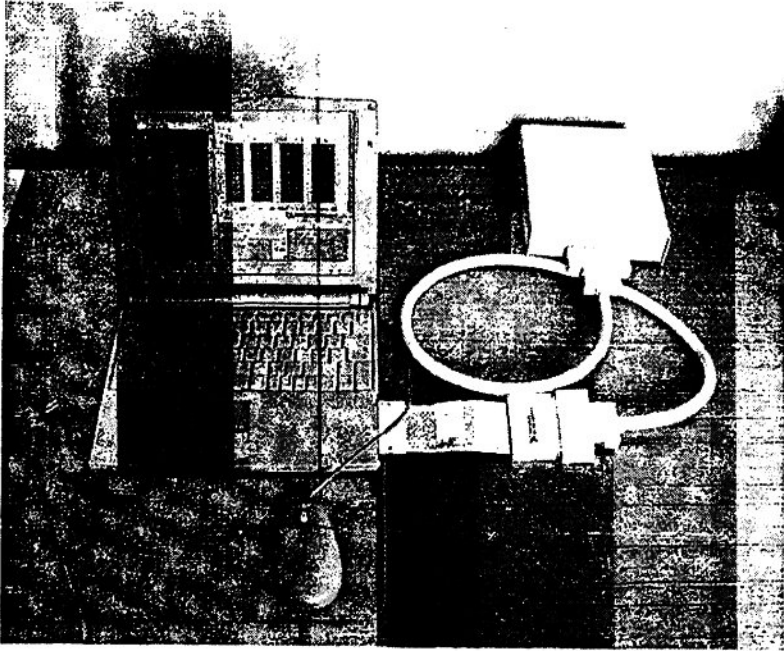
Đường kính cọc (mm)	Máy tạo lực nén xoay	Cầu bánh xích	Gầu ngược
D_p 300—600	Thiết bị gắn trên máy cơ sở	-	0,4 m ³
D_p 400—600	Máy xoay ống vách I.D. 1,5 m	65t	0,4 m ³
D_p 600—1200*	Máy xoay ống vách I.D. 2,0 m	100t	0,4 m ³
D_p 1300—1600	Máy xoay ống vách I.D. 2,6 m	150t	0,4 m ³

* Trong trường hợp đường kính cánh thép lớn hơn hoặc bằng 2.000mm, lựa chọn máy xoay ống vách I.D.2.6m

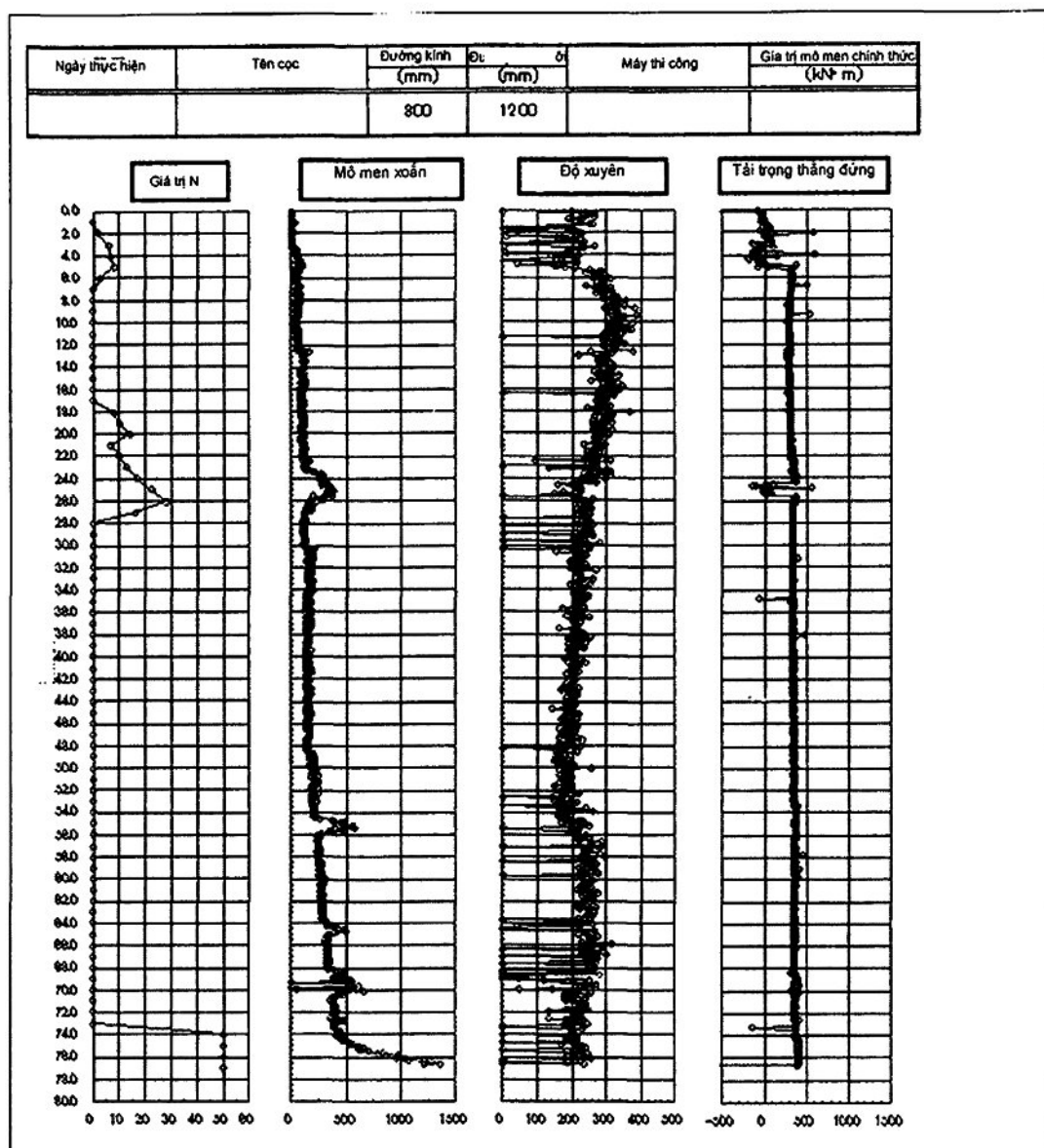
Phụ lục I

(Tham khảo)

Tổng quan về hệ thống đo lường và quan trắc

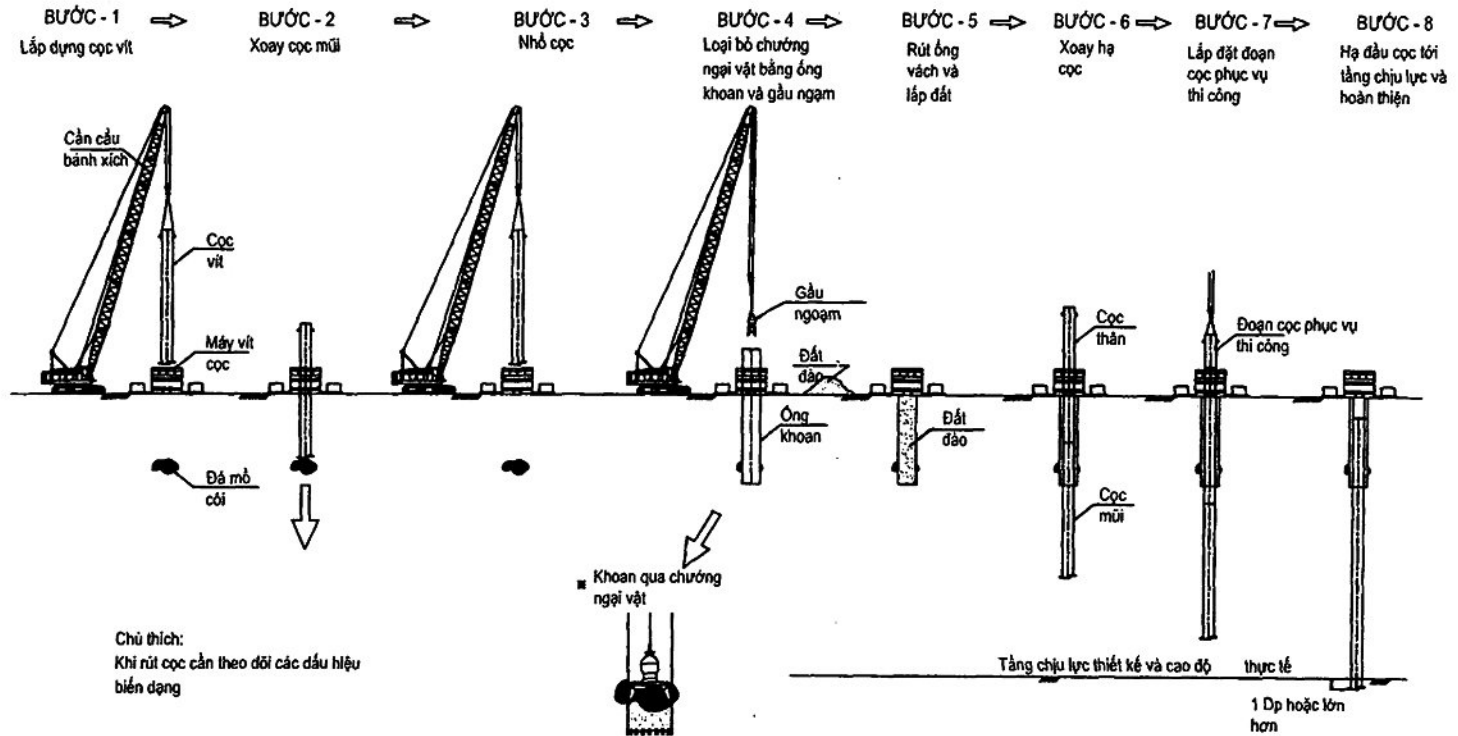


Hình I1. Ví dụ về hệ thống đo lường và quan trắc



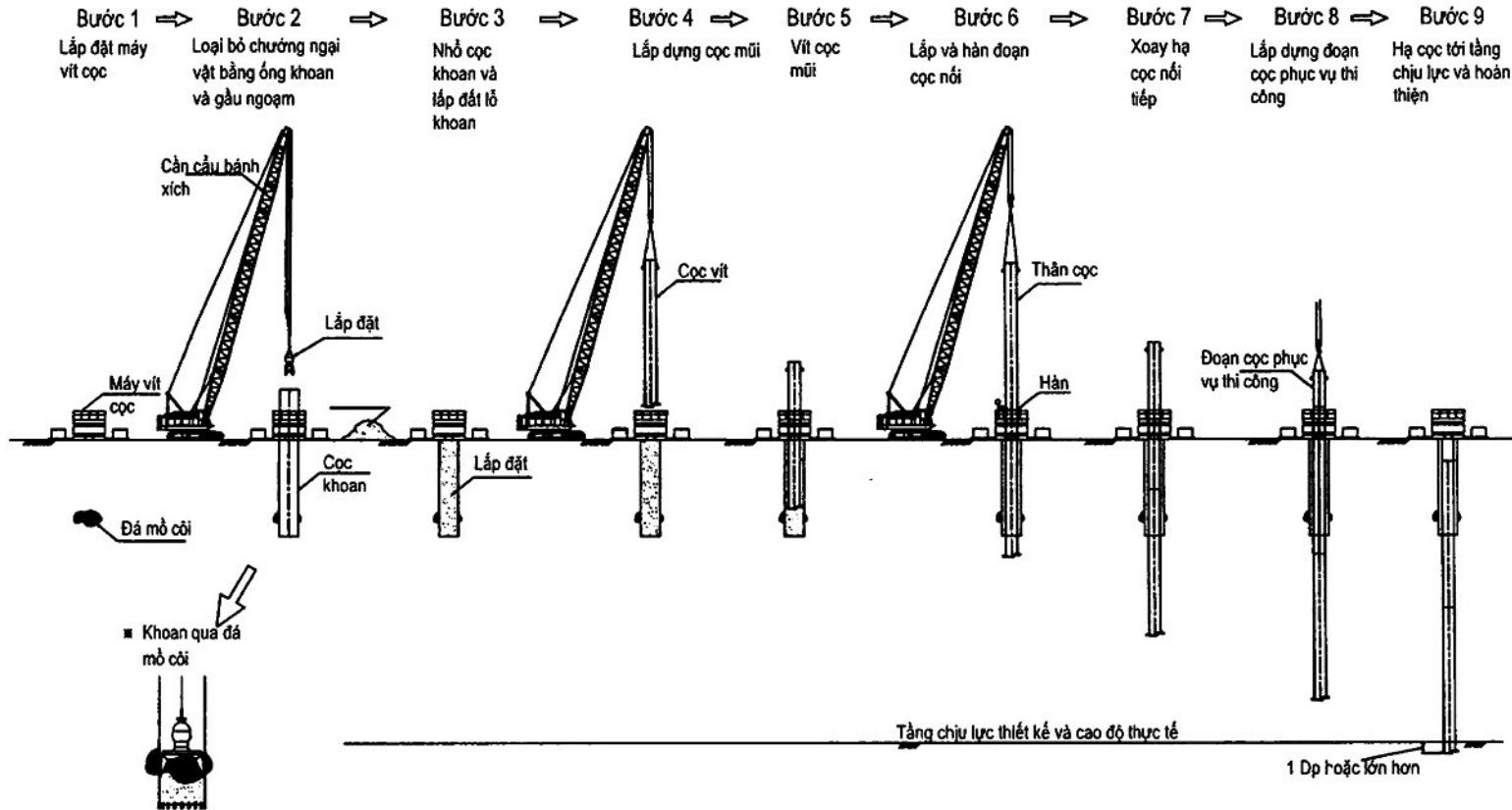
Hình 12. Ví dụ kiểm soát quá trình thực hiện

Phụ lục K
(Tham khảo)
Một số biện pháp xử lý khi thi công cọc
 Trường hợp đang thi công gặp phải đá mờ côi



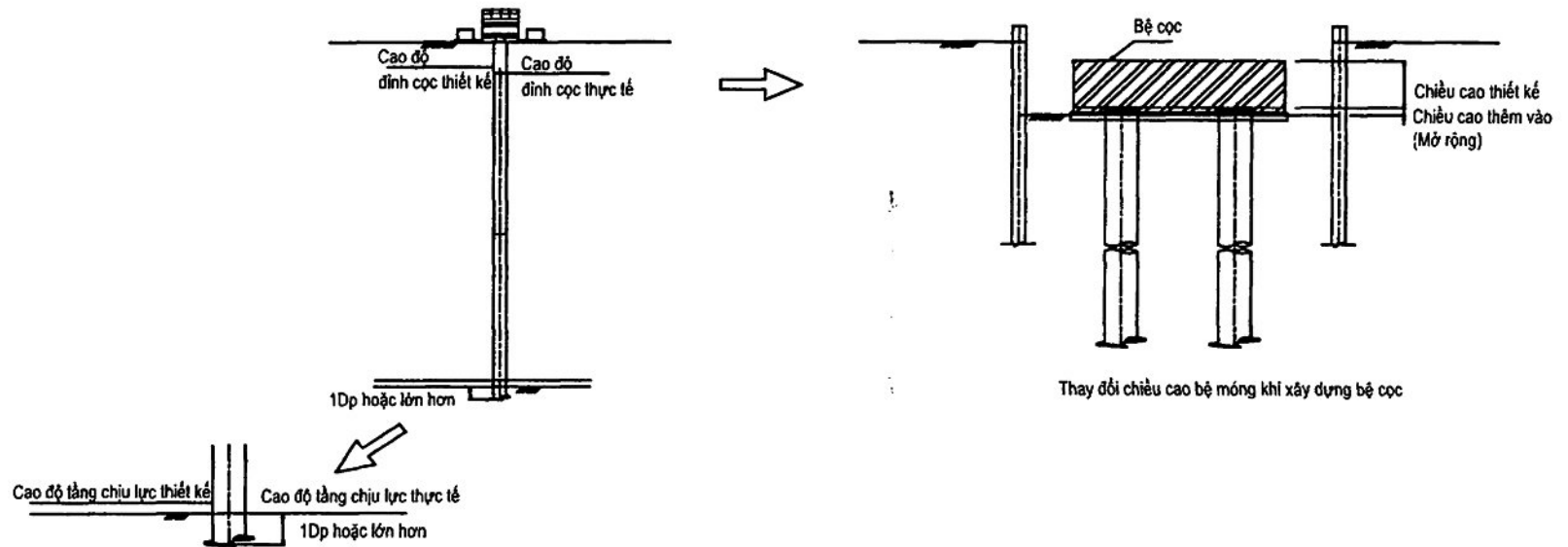
Hình K1. Biện pháp xử lý khi đang thi công gặp đá mờ côi

Trường hợp đã khảo sát được đá mờ côi có trong đất



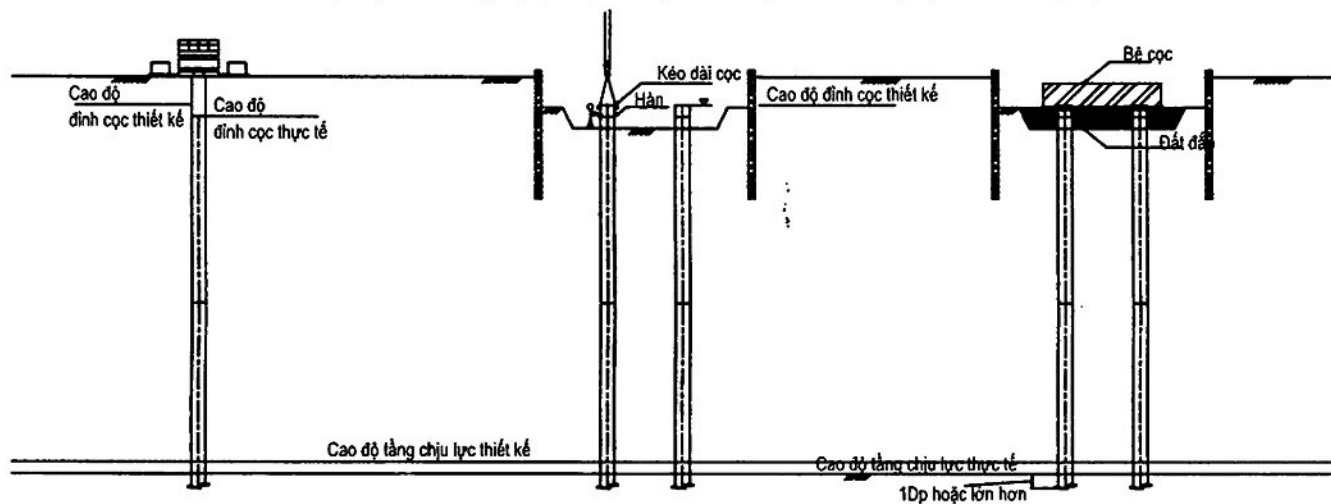
Hình K2. Biện pháp xử lý khi khảo sát được đá mờ côi xuất hiện tại vị trí hạ cọc

Trường hợp cao độ tầng chịu lực thực tế thấp hơn cao độ thiết kế - Giải pháp 1 tăng chiều cao bệ cọc



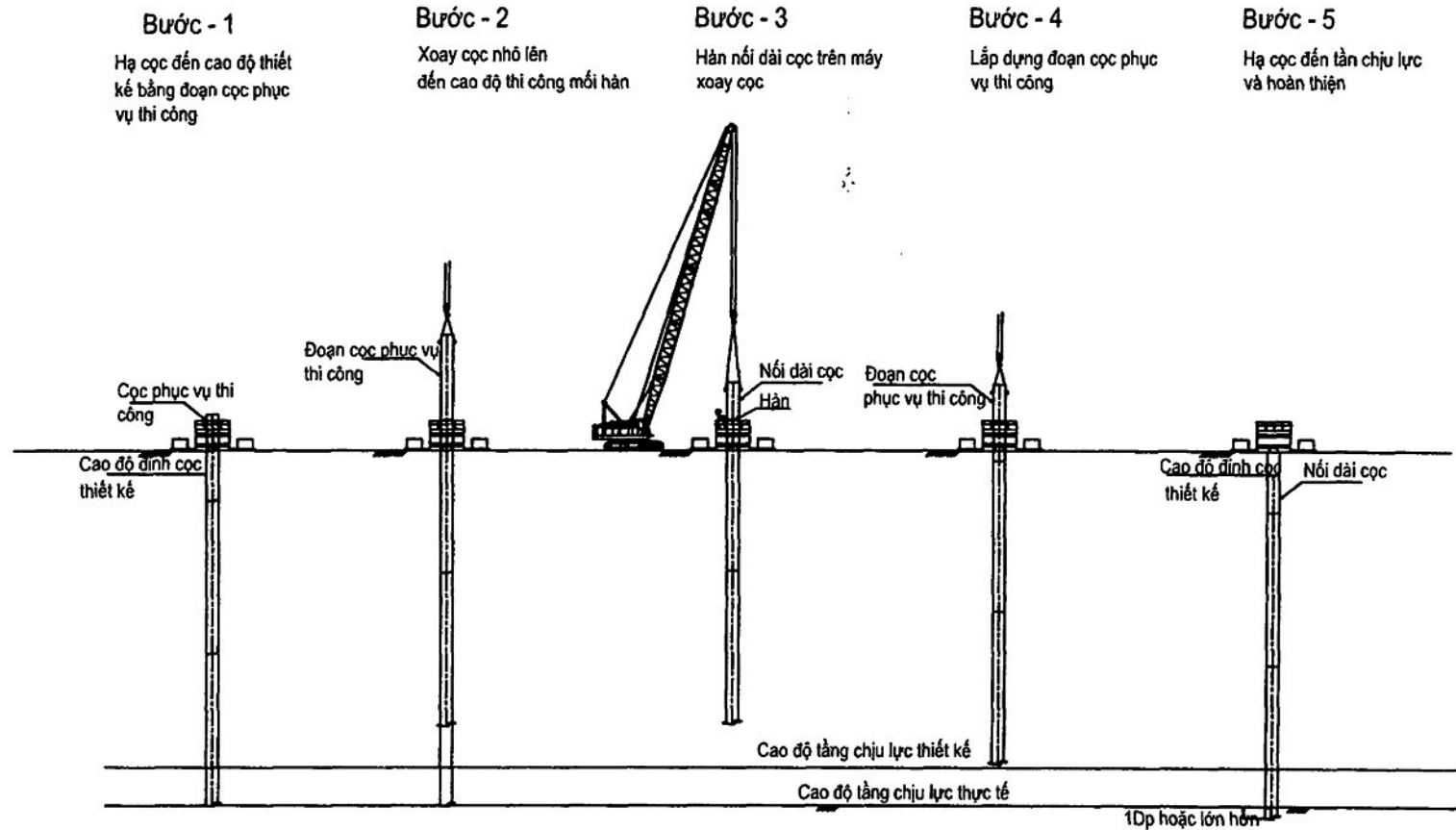
Hình K3. Biện pháp xử lý khi cao độ tầng chịu lực thấp hơn cao độ thiết kế

Trường hợp cao độ tầng chịu lực thực tế thấp hơn cao độ thiết kế - Giải pháp 2 hàn thêm cọc ngắn



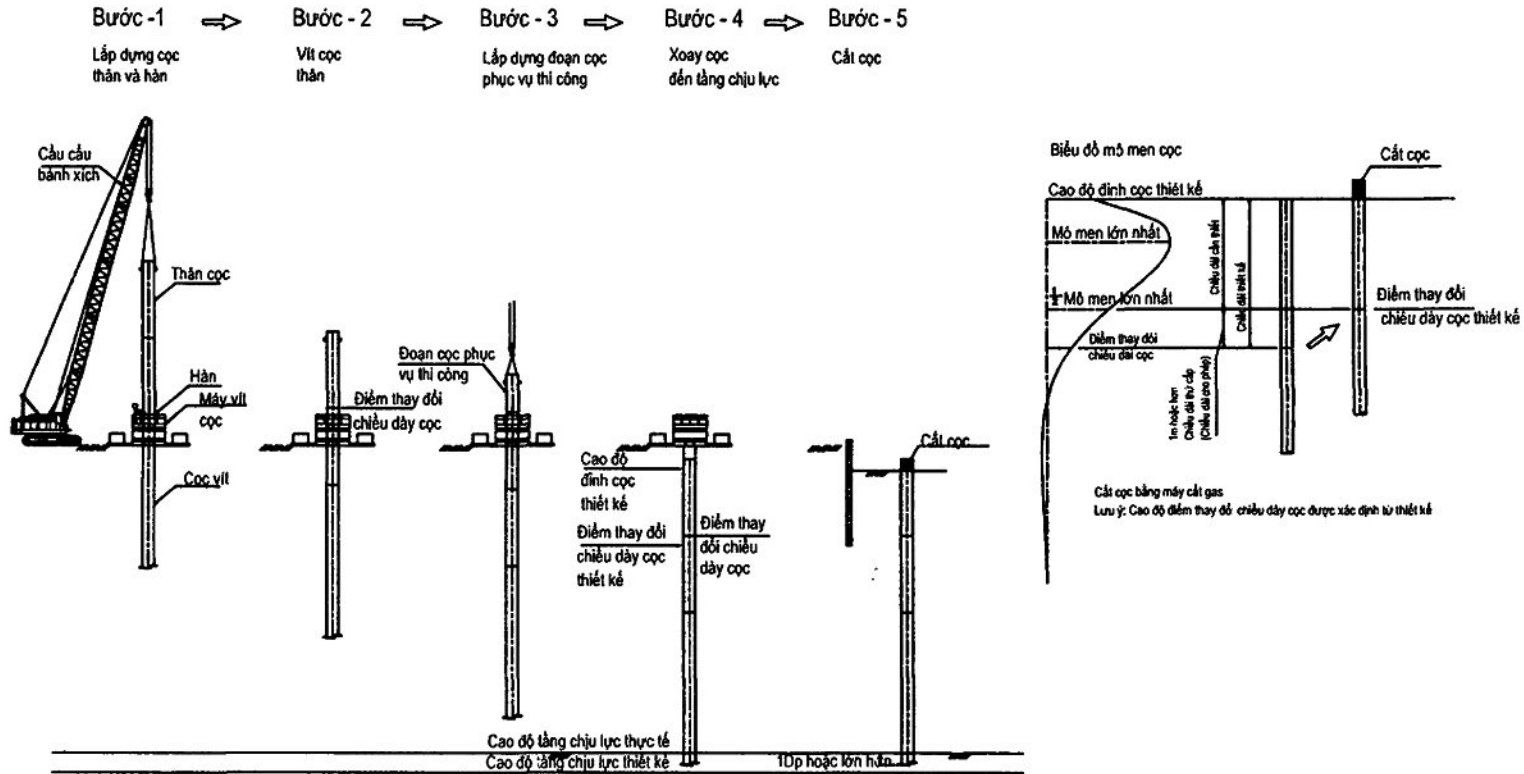
Hình K4. Biện pháp xử lý khi cao độ tầng chịu lực thấp hơn cao độ thiết kế

Trường hợp cao độ lớp chống mũi thấp hơn cao độ thiết kế - Giải pháp 3 hàn thêm cọc dài



Hình K5. Biện pháp xử lý khi cao độ tầng chịu lực thấp hơn cao độ thiết kế

Trường hợp cao độ lớp chống mũi cao hơn cao độ thiết kế



Hình K6. Biện pháp xử lý khi cao độ tầng chịu lực cao hơn cao độ thiết kế

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 2737:1995, Tiêu chuẩn tải trọng và tác động
- [2] TCVN 9386-2012, Tiêu chuẩn Thiết Kế Công Trình Chịu Động Đất
- [3] TCVN 9437:2012, Khoan thăm dò địa chất công trình
- [4] TCCS 03/2012-TCĐBVN (2012), Tiêu chuẩn thiết kế cọc ống thép dạng giằng
- [5] TCCS 02:2010/TCĐBVN (2010), Tiêu chuẩn thi công cầu - AASHTO LRFD
- [6] AASHTO LRFD Bridge 2012, Tiêu chuẩn thiết kế cầu (Specification for Bridge Design).
- [7] JRA 2012, Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ (Specification for Highway Bridges);
- [8] JRA 2007, Handbook of Pile Foundation Construction (Hướng dẫn thi công móng cọc);
- [9] RTRI 2012, Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu đường sắt và phần giải thích (Design Standards for Railway Structures and Commentary).
- [10] JIS A5525, Specification for Japanese Industrial Standard rules for welded steel pipe.
- [11] ASTM A252 – 98 (2007), Guideline for Steel pipe pile welding and casting
- [12] Hướng dẫn thiết kế cọc ống thép (2012), NSSMC và nhóm nghiên cứu Trường ĐH GTVT (bản song ngữ Anh-Việt)
- [13] Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design, API, 2012.

Các tiêu chuẩn thí nghiệm đất trong phòng

- [14] Water Content - ASTM D 4643
- [15] Specific Gravity - AASHTO T 100 (ASTM D 854)
- [16] Grain Size Distribution - AASHTO T 88 (ASTM D 422)
- [17] Liquid Limit and Plastic Limit - AASHTO T 90 (ASTM D4318)
- [18] Direct Shear Test - AASHTO T 238 (ASTM D 3080)
- [19] Unconfined Compression Test - AASHTO T 208 (ASTM D 2166)
- [20] Unconsolidated-Undrained Triaxial Test - ASTM D 2850
- [21] Consolidated-Undrained Triaxial Test - AASHTO T 297 (ASTM D 4767)
- [22] Consolidation Test - AASHTO T 216 (ASTM D 2435 or D 4186)
- [23] Method of classification of geomaterials for engineering purposes – JGS 0051
- [24] Method of Unconfined Compression Test of Soil – JIS A-1216
- [25] Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate- JIS A-1109
- [26] Method of Test for Water Content of Soils – JIS A1203
- [27] Method of Test for Density of Soil Part icle – JIS A1202
- [28] Method of Test for Wet Unit Weight – JIS A1225
- [29] Method of Test for Minimum and imum Density of Sand – JIS A1224
- [30] Method of Test for Grain-size Distribution of Soils – JIS A1204
- [31] Method of Test for Liquid Limit Test and Plastic Limit Test – JIS A1205
- [32] Method of Test for Moisture-density relation of soil – JIS A1210

TCVN 12111:2018

- [33] Method of California Bearing Ratio – JIS A1211
- [34] Method of Consolidation – JIS A1217,1227
- [35] Method of Test for Unconfined Compression test – JIS A1216
- [36] Method for triaxial compression test on soils – JGS 0521,0522,0523,0524
- [37] Method for consolidated constant volume direct box shear test on soils – JGS 0560
- [38] Method for consolidated constant pressure direct box shear test on soils – JGS 056

Các tiêu chuẩn thí nghiệm đá trong phòng

- [39] Determination of Elastic Module - ASTM D 3148
- [40] Triaxial Compression Test - AASHTO T 286 (ASTM D 2664)
- [41] Unconfined Compression Test - ASTM D 2938
- [42] Splitting Tensile Strength Test - ASTM D 3967
- [43] Method for unconfined compression test on rocks – JGS 2521
- [44] Method for triaxial compression test on rocks – JGS 2531,2532,2533,2534
- [45] Method for splitting tensile strength test on rocks – JGS 2551 Specifications for In-situ soil tests

Các tiêu chuẩn thí nghiệm đất tại hiện trường

- [46] TCVN 9351-2012 Đất xây dựng : Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)
- [47] TCVN 9352-2012 Đất xây dựng : Phương pháp thí nghiệm xuyên tĩnh
- [48] 22 TCN 355-06 - Quy trình thí nghiệm cắt cánh hiện trường
- [49] ASTM D 1586, Standard Test Method for Standard Penetration Test - AASHTO T 206
- [50] ASTM D2573, Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Saturated Fine-Grained Soils - AASHTO T 223
- [51] ASTM D4700 – 15, Standard Guide for Soil Sampling from the Vadose Zone
- [52] ASTM D 4719, Standard Test Method for Prebored Pressuremeter Testing in Soils
- [53] ASTM D 5092, Standard Practice Design Installation of Ground
- [54] ASTM D5778, Standard Test Method for Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils
- [55] ASTM D 6635, Standard Test Method for Performing the Flat Plate Dilatometer
- [56] ASTM D 6066, Standard Practice Determining Normalized Penetration Resistance of Sands for Evaluation of Liquefaction Potential
- [57] Static Cone Test - ASTM D 3441
- [58] Plate Bearing Test - AASHTO T 235 (ASTM D 1194)
- [59] Well Test (Permeability).- ASTM D 4750
- [60] JGS 1531-2012, Pressuremeter Test for Index Evaluation of the Ground
- [61] JIS A 1219, Method For Standard Penetration Test
- [62] JIS A 1220, Method For Mechanical Cone Penetration Test

- [63] JGS 1411, Method For Field Vane Shear Test
- [64] Method of Penetration Test for Soils – JIS A-1219
- [65] Method for Dutch double-tube cone penetration test – JIS A-1220
- [66] Method for Portable Cone Penetration Test – JGS 1431
- [67] Pressuremeter Test in Borehole – JGS 1421

Các tiêu chuẩn thí nghiệm đá tại hiện trường

- [68] Deformability and Strength of Weak Rock by an In-Situ Uniaxial Compressive Test - ASTM D 4555
 - [69] Determination of Direct Shear Strength of Rock Discontinuities - ASTM D 4554
 - [70] Modulus of Deformation of Rock Mass Using the Flexible Plate Loading Method - ASTM D 4395
 - [71] Modulus of Deformation of Rock Mass Using a Radial Jacking Test - ASTM D 4506
 - [72] Modulus of Deformation of Rock Mass Using the Rigid Plate Loading Method - ASTM D 4394
 - [73] Stress and Modulus of Deformation Determination Using the Flatjack Method - ASTM D 4729
 - [74] Stress in Rock Using the Hydraulic Fracturing Method - ASTM D 4645
 - [75] Method for In-situ Direct Shear Test on Rocks – JGS 3511
 - [76] Method for In-situ Rigid Plate Loading Test on Rocks – JGS 3521
 - [77] Method for Pressuremeter Test on Rocks – JGS 3531
-