TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9393:2026

Xuất bản lần 2

CỌC – CÁC PHƯƠNG PHÁP THỬ TẢI HIỆN TRƯỜNG

Piles – Field testing methods for load test

HÀ NỘI – 2026

Mục lục

Trang

Lời nói đầu....4

Lời giới thiệu....5

1 Phạm vi áp dụng....7

2 Tài liệu viện dẫn....7

3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt....7

4 Yêu cầu chung....10

5 Thiết bị, dụng cụ thử tải....13

6 Chuẩn bị thử tải....22

7 Tiến hành thử tải động....24

8 Tiến hành thử tải tĩnh....25

9 Nguyên tắc biểu diễn kết quả thử tải....27

10 Báo cáo thử tải....28

Phụ lục A (quy định) Yêu cầu đối với phương án thử tải cọc....30

Phụ lục B (tham khảo) Sơ đồ nguyên lý lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải tĩnh....32

Phụ lục C (tham khảo) Phương pháp đo và thiết bị đo biến dạng dọc trục của cọc....40

Phụ lục D (tham khảo) Sơ đồ thấm ướt cục bộ đất quanh cọc thử tải nén tĩnh....42

Phụ lục E (tham khảo) Biểu mẫu nhật ký thử tải động tại hiện trường....43

Phụ lục F (tham khảo) Biểu mẫu kết quả thử tải động tại hiện trường....45

Phụ lục G (tham khảo) Biểu mẫu nhật ký thử tải tĩnh tại hiện trường....46

Phụ lục H (tham khảo) Đồ thị mẫu kết quả thử tải tĩnh cọc....49

Thư mục tài liệu tham khảo....52

Lời nói đầu

TCVN 9393:2026 thay thế TCVN 9393:2012.

TCVN 9393:2026 do Viện Khoa học công nghệ xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

TCVN 9393:2026 được xây dựng trên cơ sở kế thừa TCVN 9393:2012 và bổ sung, cập nhật các thông tin mới dựa trên các tiêu chuẩn các nước tiên tiến và thực tiễn, phù hợp với các tiêu chuẩn thiết kế về địa kỹ thuật (trong đó có TCVN 10304:2025) nhằm đảm bảo tính thống nhất khi áp dụng.

TCVN 9393:2026 đã mở rộng phạm vi áp dụng cho cả thử tải tĩnh và thử tải động được thực hiện trong các giai đoạn khảo sát xây dựng và giai đoạn kiểm tra, thi công và nghiệm thu cọc.

Các phương pháp thử tải khác cần tham khảo các tiêu chuẩn có liên quan khác nhưng phải đảm bảo đáp ứng yêu cầu thiết kế và được quy đổi về thử tĩnh theo quy trình thử tiêu chuẩn.

Cọc – Các phương pháp thử tải hiện trường

Piles - Field testing methods for load test

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các phương pháp thử tải cọc tại hiện trường trong giai đoạn khảo sát kỹ thuật cho xây dựng (sau đây gọi là khảo sát xây dựng) và cho thử tải kiểm tra đối với cọc để thiết kế móng cọc theo phương pháp tính toán trạng thái giới hạn khi xây mới và cải tạo nhà và công trình.

Khi thử tải cọc trong điều kiện ngập nước đối với đất nở phình và đất nhiễm mặn, phải thiết lập phương án thử nghiệm riêng, trong đó bổ sung các yêu cầu kỹ thuật đặc thù nhằm kiểm soát tính chất trương nở và độ lún do muối hòa tan của các loại đất này trong điều kiện bão hòa nước.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho thử tải mô phỏng tác động động đất và tác động động lực trong quá trình sử dụng công trình.

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 5746, *Đất, đá xây dựng – Phân loại*

TCVN 9394, *Đóng và ép cọc – Thi công và nghiệm thu*

TCVN 10304, *Thiết kế móng cọc*

3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 5746, TCVN 10304 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1.1

Cọc làm việc (working pile)

Cọc cấu thành một phần của móng nhà (công trình).

3.1.2

Cọc neo (anchor pile)

Cọc bổ sung được thi công để neo giữ thiết bị thử nghiệm.

3.1.3

Cọc làm việc neo (anchor working pile)

Cọc trong thành phần của bãi cọc hoặc nhóm cọc của nhà, công trình, được sử dụng để neo thiết bị thử nghiệm.

3.1.4

Cọc thử (test pile)

Cọc được dùng để thử tải nhằm xác định các đặc trưng sức chịu tải - chuyển vị của cọc và đất quanh cọc.

3.1.5

Cọc thử kiểm tra (control test pile)

Cọc làm việc được thử tải kiểm tra trong giai đoạn kiểm tra, nghiệm thu thi công.

3.1.6

Cọc thử thăm dò (trial test pile)

Cọc thử được thi công và thử tải trong giai đoạn khảo sát xây dựng với mục đích cung cấp số liệu cần thiết để thiết kế móng cọc và đánh giá sự phù hợp của biện pháp thi công.

3.1.7

Dầm chính (main beam)

Dầm hoặc hệ dầm có tác dụng truyền tải trọng thử từ kích thủy lực lên hệ phản lực.

3.1.8

Dầm chuẩn (reference beam)

Thanh dầm cứng được lắp đặt trên các chân đỡ cố định dùng làm mốc chuẩn để đo chuyển vị trong thử tải tĩnh cọc.

3.1.9

Dây chuẩn (reference wireline)

Dây mảnh bằng thép được căng với lực không đổi giữa hai chân đỡ cố định dùng làm mốc chuẩn để đo chuyển vị trong thử tải tĩnh cọc.

3.1.10

Hệ đo chuyển vị (measurement system)

Hệ bao gồm các mốc chuẩn và các thiết bị đo khác nhau cho phép đo, kiểm soát độ tin cậy của kết quả đo chuyển vị cọc trong thử tải tĩnh.

3.1.11

Hệ phản lực (reaction system)

Hệ thống cọc làm việc, neo, đối trọng, mặt đất, vách hố đào, các kết cấu hoặc phương tiện phù hợp khác được bố trí để tạo ra phản lực của tải trọng thử trong quá trình thử tải tĩnh cọc.

3.1.12

Neo (anchor)

Thiết bị hoặc cọc được thiết kế để chống lại chuyển vị hướng lên trên.

3.1.13

Ổn định biến dạng quy ước (conventional deformation stabilization)

Trạng thái mà tại mỗi cấp tải chuyển vị của cọc phát sinh trong một khoảng thời gian nhất định không vượt quá một giá trị cho trước.

3.1.14

Sàn gia tải (load platform)

Kết cấu dạng phẳng đặt trên hệ dầm chính, dùng để đỡ các khối đối trọng của hệ thống thử tải nén tĩnh.

3.1.15

Số gia tải trọng (load increment / load decrement)

Giá trị tải trọng thêm vào hoặc bớt đi khi chuyển sang cấp tải tiếp theo trong quá trình thử tải tĩnh cọc.

3.1.16

Tác dụng tải trọng thử (applying test load)

Quá trình truyền tải trọng thử lên cọc có kiểm soát về hướng, độ lớn và thời gian giữ tải.

3.1.17

Tải trọng thử (test load)

Tải trọng tác dụng lên cọc thử trong quá trình thử tải cọc bằng tải trọng tĩnh.

3.1.18

Thanh đo co ngắn (telltale rod)

Thanh bằng kim loại có biến dạng dọc trục nhỏ, được luồn trong các ống đặt song song với trục cọc có đầu dưới tựa lên một điểm xác định trên thân cọc để đo chuyển vị tương đối của điểm này so với đầu cọc.

3.1.19

Thử tải cọc (pile load test)

Thử nghiệm hiện trường nhằm xác định sức chịu tải của cọc đơn và mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng với biến dạng (độ lún, độ chuyển vị) của cọc trong nền đất.

3.1.20

Thử tải đối chứng (pile comparative load tests)

Thử tải được thực hiện trên các cọc giống nhau (cùng loại cọc, vật liệu, kích thước, công nghệ thi công) trong cùng điều kiện đất nền và tổng tải trọng thử là như nhau.

3.1.21

Thử tải kiểm tra (control load test)

Quá trình tác dụng tải trọng thử lên cọc làm việc, với mức tải trọng thử được kiểm soát chặt chẽ nhằm

đánh giá sự phù hợp của cọc với yêu cầu thiết kế.

3.1.22

Thử tải thăm dò (trial load test)

Quá trình tác dụng tải trọng thử lên cọc thử thăm dò, thường được tiến hành đến mức tải trọng gây phá hoại để xác định sức chịu tải giới hạn của cọc.

3.1.23

Thử tải tĩnh hai chiều (bi-directional static load test)

Thử tải tĩnh nhằm xác định riêng biệt lực ma sát bên dọc thân cọc và sức kháng đơn vị dưới mũi cọc thông qua việc tác dụng tải trọng hai chiều, đồng trục với cọc, bằng hệ kích được lắp đặt sẵn bên trong thân cọc.

3.2 Chữ viết tắt

LVDT	Linear Variable Differential Transformer	Cảm biến chuyển vị
PDA	Pile Driving Analyzer	Máy phân tích đóng cọc
PDM	Pile Driving Monitoring	Thiết bị theo dõi đóng cọc

4 Yêu cầu chung

4.1 Các phương pháp thử tải cọc tại hiện trường trong tiêu chuẩn này bao gồm:

– Thử tải cọc bằng tải trọng động (thử tải động);

– Thử tải cọc bằng tải trọng tĩnh nén dọc trục (thử tải nén tĩnh);

– Thử tải cọc bằng tải trọng tĩnh kéo dọc trục (thử tải kéo tĩnh);

– Thử tải cọc bằng tải trọng tĩnh theo phương ngang trục (thử tải ngang tĩnh).

CHÚ THÍCH 1: Phương pháp thử tải động nêu trên không phải là phương pháp thử tải động biến dạng lớn.

CHÚ THÍCH 2: Các phương pháp thử tải khác xem trong các tiêu chuẩn có liên quan.

4.2 Thử tải cọc thường được tiến hành trong các giai đoạn:

– Giai đoạn khảo sát xây dựng: Trong giai đoạn này, thử tải thăm dò được thực hiện cho các cọc thử thăm dò được thi công trước khi tiến hành thiết kế móng nhằm thu được dữ liệu cho giải pháp móng. Trong điều kiện cho phép, tải trọng thử tác dụng lên cọc thử thăm dò được tăng đến khi xảy ra phá hoại của đất nền nhằm xác định giá trị sức chịu tải giới hạn của cọc. Không được sử dụng cọc thử thăm dò trong móng công trình sau khi thử tải.

– Giai đoạn kiểm tra, nghiệm thu thi công: Thử tải kiểm tra được tiến hành cho các cọc làm việc đã thi công của móng công trình. Các cọc thử kiểm tra này được chỉ định ngẫu nhiên hoặc có chủ đích để kiểm tra sức chịu tải của cọc so với yêu cầu của thiết kế và phục vụ công tác nghiệm thu cọc.

4.3 Thử tải thăm dò tại hiện trường cho cọc thử thăm dò, bao gồm cả các thử nghiệm đất trong giai đoạn khảo sát xây dựng, phải thực hiện theo phương án thử tải được chấp thuận và đáp ứng các yêu cầu nêu ở Phụ lục A và các tiêu chuẩn liên quan nhằm thu được các dữ liệu cần thiết để đánh giá loại móng cọc lựa chọn, các thông số của móng cọc và các biện pháp thi công, bao gồm:

– Xác định loại, kích thước và sức chịu tải của cọc;

– Kiểm tra khả năng đóng cọc đến độ sâu dự định và đánh giá tương đối tính đồng nhất của đất nền dựa trên sức kháng xuyên của đất đối với cọc trong quá trình đóng;

– Xác định sự phụ thuộc giữa chuyển vị của cọc trong đất nền và tải trọng theo thời gian.

4.4 Thử tải kiểm tra cọc làm việc tại hiện trường trong giai đoạn kiểm tra, nghiệm thu thi công, bao gồm cả thử tải có sử dụng các cọc làm việc neo, phải được thực hiện theo yêu cầu của 4.2 và Phụ lục A nhằm kiểm tra sự đảm bảo của sức chịu tải của cọc so với các tải trọng tính toán trong đồ án thiết kế móng cọc.

4.5 Tùy theo đặc thù của nhiệm vụ đặt ra, công tác thử tải cọc phải được thực hiện có xem xét đến:

– Việc sử dụng loại cọc hoặc phương pháp hạ thi công cọc mà chưa có dữ liệu kinh nghiệm đối chứng;

– Sự thiếu hụt kết quả thử tải trong các điều kiện đất nền và tải trọng tương tự;

– Việc chưa có nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn đầy đủ về tải trọng sẽ tác động lên cọc;

– Việc phát hiện trong quá trình thi công cọc chỉ ra điều kiện địa chất công trình hoặc địa chất thủy văn tại hiện trường có sai lệch đáng kể theo chiều hướng bất lợi so với các dự báo dựa trên các kết quả khảo sát và kinh nghiệm thi công, cũng như các khảo sát bổ sung không thể xác định được nguyên nhân của sai lệch này.

Cho phép tiến hành thử tải cọc để giải quyết các nhiệm vụ sau:

– Làm cơ sở đánh giá biện pháp thi công cọc đã được lựa chọn;

– Xác định độ lún của cọc và tải trọng giới hạn tác dụng lên cọc;

– Đánh giá sức chịu tải của toàn bộ hệ móng cọc.

Số lượng cọc thử thăm dò cần thiết làm cơ sở cho giải pháp thiết kế móng cọc của công trình phải được xác định theo các yêu cầu nêu ở Phụ lục A và xem xét các dữ liệu sau:

– Điều kiện đất nền và tính không đồng nhất của nó trong khu đất xây dựng công trình;

– Mức độ phức tạp của điều kiện địa chất công trình và cấp hậu quả của công trình;

– Các dữ liệu hiện có về cọc cùng loại trong điều kiện đất nền tương tự;

– Tổng số cọc và số loại cọc trong đồ án thiết kế móng.

Trường hợp có luận chứng thích hợp về việc chỉ thực hiện thử tải một cọc thì cọc này phải nằm tại vị trí có điều kiện đất nền bất lợi nhất. Nếu điều này không được thì lấy giá trị sức kháng của đất nền mà đặc trưng cho đất tại vị trí thi công cọc này.

Trường hợp thử tải từ hai cọc trở lên, các vị trí thử tải phải có tính đại diện nhất cho diện tích móng cọc đang thiết kế, trong đó một trong số các cọc thử phải nằm tại vị trí dự báo có điều kiện đất nền bất lợi nhất.

Khoảng thời gian từ khi hoàn thành thi công cọc thử đến khi bắt đầu thử tải được gọi là khoảng thời gian “nghỉ” của cọc. Khoảng thời gian nghỉ này phải đủ để vật liệu cọc đạt cường độ cần thiết và áp lực nước lỗ rỗng trong đất ổn định về mức ban đầu.

Các phương pháp thử tải cọc bằng tải trọng tĩnh cần áp dụng số lượng cấp tải, thời gian giữ mỗi cấp,

các chu kỳ tải trọng sao cho từ số liệu thử tải có thể thu được kết quả về tải trọng giới hạn, biến dạng, từ biến và dỡ tải của móng cọc.

Các phương pháp thử tải và số lượng cọc thử của mỗi phương pháp trong giai đoạn khảo sát xây dựng và giai đoạn kiểm tra, nghiệm thu thi công phải được nêu trong phương án thử tải.

4.6 Công tác thử tải được thực hiện trong khu đất xây dựng công trình đang được thiết kế ở khoảng cách từ mép cọc đến các điểm xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn hoặc lỗ khoan khảo sát để lấy mẫu đất nguyên dạng cho thí nghiệm trong phòng không nhỏ hơn 1 m và không lớn hơn 5 m.

Công tác thử tải phải được thực hiện ở các vị trí đã xác định có đất nền yếu nhất, cũng như ở các vị trí có đất nền điển hình nhất cho khu đất này.

CHÚ THÍCH: Trường hợp có thể phát sinh lực ma sát âm, phần mặt bên cọc chịu tác động của lực này nên được cách ly khỏi đất nền khi thử tải nén và đảm bảo có sự tiếp xúc với đất quanh cọc trong phạm vi này khi thử tải kéo để đánh giá lực ma sát âm này.

4.7 Công tác thử tải cho cọc trong đất lún ướt có thấm ướt phải được tiến hành tại một khu vực thử nghiệm dành riêng ở cách công trình đang xây dựng một khoảng ít nhất bằng 1,5*H* về phía giảm độ cao địa hình (*H* là tổng chiều dày tất cả các lớp đất lún ướt).

Tính chất lún ướt của đất nền và chiều dày các lớp đất lún ướt của khu vực thử tải thăm dò và của khu vực công trình phải đồng nhất với nhau.

Khi có luận chứng phù hợp, cho phép thử tải cọc không cần thấm ướt đất lún ướt tại khu vực thử cũng như tại khu vực công trình. Trong trường hợp này, công tác thử tải phải bao gồm:

– Thử tải nén tĩnh cọc thử với phần mũi cọc hạ vào lớp đất không lún ướt bên dưới còn phần thân cọc bên trên được cách ly khỏi đất lún ướt;

– Thử tải kéo tĩnh một cọc thử khác gần với vị trí cọc thử tải nén với chiều dài cọc nằm trọn trong lớp đất lún ướt nhằm đánh giá độ lớn lực ma sát âm.

CHÚ THÍCH: Hiện tượng, tên gọi và định nghĩa đất lún ướt xem trong TCVN 8722, TCVN 9362 và TCVN 14393.

4.8 Khi thử tải cọc trong đất lún ướt có thực hiện thấm ướt, cho phép thấm ướt cục bộ đất quanh cọc thử thăm dò trong phạm vi bán kính *5d* tính từ trục cọc đối với cọc đóng và *3d* đối với cọc nhồi (*d* là đường kính cọc hoặc kích thước lớn nhất mặt cắt ngang cọc) đến hệ số bão hòa $S_r \geq 0,8$. Khi thi công trong khu vực mới chưa có hoạt động xây dựng hoặc khu vực đã có hoạt động xây dựng có đất lún ướt loại II, khi có cơ sở phù hợp, cần thử nghiệm thấm ướt tăng cường trong hố đào để thấy được hiện tượng đất lún do trọng lượng bản thân.

CHÚ THÍCH: Việc thử nghiệm thấm ướt tăng cường trong hố đào đến khi hiện tượng đất lún do trọng lượng bản thân biểu hiện đầy đủ phải được tiến hành theo phương án thử nghiệm riêng.

4.9 Vị trí các cọc thử phải được định vị trên mặt đất bằng trắc địa. Cần kiểm tra lại tọa độ và cao độ các cọc thử sau khi hoàn thành thử tải. Khi cần thiết nên san phẳng mặt nền khu vực xung quanh cọc thử để lắp đặt thiết bị thử nghiệm.

5 Thiết bị, dụng cụ thử tải

5.1 Thiết bị, dụng cụ thử tải động

Hệ thiết bị thử tải động bao gồm các máy móc thi công để đóng và ép rung cọc; dụng cụ, thiết bị đo độ chối của cọc.

Các thiết bị thử tải động phải đang trong tình trạng hoạt động tốt và có chứng chỉ kiểm định, hiệu chuẩn còn hiệu lực. Sử dụng cùng một loại máy thi công trong tất cả các công đoạn: đóng cọc thử, vỗ lại cọc để thử tải động, đóng hạ các cọc làm việc.

Tùy thuộc vào độ lớn và yêu cầu về độ chính xác đối với số đo độ chối, có thể áp dụng các cách đo sau:

– Đo độ chối bằng bút vạch lên giấy kẻ ô dán trên thân cọc;

– Đo độ chối bằng cảm biến gia tốc một trục (có dải thời gian đo phù hợp) được gắn cố định vào mặt hông cọc theo phương song song với trục cọc. Độ chối gồm hai thành phần là độ chối đàn hồi và độ chối dư được tính toán chính xác dựa trên vận tốc dịch chuyển đầu cọc trong khoảng thời gian va chạm búa - cọc. Chuyển vị cọc được chuyển đổi từ số liệu gia tốc đo được sau mỗi lần đóng búa.

– Đo độ chối bằng thiết bị PDM sử dụng công nghệ quang - điện tử tiên tiến để đo chuyển động của cọc mà không cần tiếp xúc với khoảng cách đến cọc từ 8 m đến 20 m có thể loại bỏ ảnh hưởng của rung động gây ra khi đóng cọc đối với thiết bị đo. Độ chính xác đo chuyển vị đến ± 0,1 mm trong điều kiện tĩnh hoặc động.

5.2 Thiết bị, dụng cụ thử tải tĩnh

5.2.1 Yêu cầu chung

5.2.1.1 Hệ thiết bị, dụng cụ để thử tải tĩnh cọc bao gồm các thành phần chính:

– Thiết bị tác dụng và đo tải trọng thử: gồm có kích thủy lực, bơm thủy lực cao áp và các thiết bị đo áp lực của kích thủy lực, cảm biến lực hoặc các dạng tải trọng được chất trực tiếp;

– Hệ phản lực: là kết cấu hấp thụ phản lực của tải trọng thử như dầm, khung, giàn có sử dụng neo, cọc phản lực hoặc sàn gia tải, máy ép cọc, gối đỡ;

– Hệ đo chuyển vị cọc: gồm các mốc chuẩn và các loại thiết bị, dụng cụ đo chuyển vị bố trí trong hệ đo chính, hệ đo phụ cũng như các thiết bị đo để kiểm tra sự dịch chuyển của hệ đo.

– Thiết bị và dụng cụ đo biến dạng thân cọc gồm các thiết bị và dụng cụ đo lún sâu hoặc cảm biến biến dạng.

Các thiết bị và dụng cụ thử tải tĩnh cọc có thể chia làm hai kiểu chế độ vận hành là thủ công hoặc tự động. Vận hành tự động đảm bảo quy trình thử được tiến hành theo chương trình lập sẵn với áp lực kích thủy lực được điều chỉnh và duy trì tự động tại các mức cài đặt tương ứng với các cấp tải, đồng thời theo dõi chuyển vị và tốc độ chuyển vị của cọc theo các yêu cầu của 8.2.3, 8.3.4, 8.4.3. Khuyến nghị áp dụng chế độ tự động có kiểm soát cho thử tải cọc có thời gian thử liên tục trong nhiều ngày. Thử tải tự động cần được lập trình riêng cùng với các thiết bị thử tải đã được kiểm chứng.

Việc lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải tĩnh sử dụng kích thủy lực và thiết bị đo đã hiệu chuẩn có thể tham khảo các sơ đồ nguyên lý nêu ở Phụ lục B.

Các thiết bị và dụng cụ đo biến dạng khi thử tải tĩnh để đánh giá nội lực thân cọc và sự phân bố tải trọng truyền từ cọc vào đất nền. Yêu cầu đo biến dạng thân cọc trong thử tải tĩnh cọc phải do thiết kế chỉ định cùng với quy trình thử riêng phù hợp. Các yêu cầu đối với thiết bị và dụng cụ đo biến dạng thân cọc tham khảo Phụ lục C.

5.2.1.2 Tất cả các kết cấu của hệ phản lực dùng cho thử tải phải được tính toán chịu tải trọng lớn hơn 20 % tải trọng lớn nhất đã dự kiến trong phương án thử tải.

5.2.1.3 Độ võng lớn nhất của kết cấu tiếp nhận trực tiếp tải trọng từ kích thủy lực không được lớn hơn 0,004 lần nhịp tính toán của kết cấu đó. Khi không đạt thì phải có biện pháp gia cường để đảm bảo.

5.2.1.4 Thiết bị để tác dụng tải trọng phải đảm bảo đồng trục và truyền đúng tâm tải trọng lên cọc, đảm bảo khả năng truyền tải trọng theo cấp tải và giữ ổn định áp lực trong mỗi cấp tải.

5.2.1.5 Khoảng cách thông thủy tối thiểu từ cọc thử đến neo (bao gồm cả cọc neo) hoặc đến gối đỡ gần nhất của sàn gia tải, chân gần nhất của máy ép cọc, các chân đỡ hệ mốc chuẩn phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Bảng 1**.**

5.2.1.6 Nên ưu tiên sử dụng kích đơn nếu điều kiện cho phép. Trường hợp sử dụng hệ nhiều kích, các kích này phải hoàn toàn đồng bộ về chủng loại, tải trọng và áp lực làm việc và được điều khiển chung qua một bộ chia lưu lượng. Phải bố trí đồng bộ van đóng mở và thiết bị đo áp lực tại bộ chia cũng như tại mỗi kích để kiểm soát hiện tượng chênh lệch áp lực. Các van phải được lắp đặt trước thiết bị đo theo chiều của dòng chảy thủy lực. Hệ kích phải được định vị sao cho hợp lực tải trọng thử đồng trục với cọc (đối với thử tải nén tĩnh, kéo tĩnh) hoặc đi qua trọng tâm và vuông góc với trục cọc (đối với thử tải ngang tĩnh).

5.2.1.7 Việc lắp đặt thử tải cọc yêu cầu sử dụng các tấm thép để giảm hoặc triệt tiêu khoảng hở giữa cọc thử và thiết bị, cũng như giữa các bộ phận của thiết bị thử tải. Các tấm thép phải có kích thước đủ lớn để đảm bảo truyền tải trọng thử và tăng cường sự ổn định cho thiết bị.

5.2.1.8 Quá trình lắp đặt phải căn chỉnh đồng trục hệ thống thiết bị (kích, chỏm cầu, tấm thép đệm, thanh chống) và đảm bảo các bề mặt truyền tải phải phẳng, song song với nhau. Phải có biện pháp chống chuyển vị ngoài mặt phẳng của hệ thống dưới tác dụng của tải trọng thử. Đặc biệt lưu ý nguy cơ mất ổn định trong trường hợp đầu cọc thử nén có chiều dài tự do lớn, kích thử kéo có đế hẹp, hoặc hệ thanh chống thử tải ngang tĩnh quá dài.

5.2.1.9 Hệ thống tác dụng tải trọng tự động phải được trang bị chức năng điều khiển thủ công. Quá trình đo lường diễn ra tự động trong suốt thời gian thử tải. Tuy nhiên, bắt buộc phải có cán bộ kỹ thuật thường trực giám sát và vận hành thiết bị theo đúng quy trình, kiểm tra số liệu, phát hiện các bất thường và xử lý kịp thời các sự cố.

Bảng 1 – Khoảng cách thông thủy tối thiểu từ cọc thử đến neo (bao gồm cả cọc neo) hoặc đến gối đỡ gần nhất của sàn gia tải, chân gần nhất của máy ép cọc, các chân đỡ hệ mốc chuẩn

Giai đoạn thử tải	Cọc bê tông cốt thép tiết diện vuông	Cọc tròn: cọc khoan nhồi, cọc đóng, cọc ống bê tông cốt thép, cọc ống thép	Cọc vít	Khoảng cách thông thủy tối thiểu yêu cầu
Giai đoạn khảo sát xây dựng	(20 × 20) cm (30 × 30) cm (35 × 35) cm (40 × 40) cm	d = 20 cm 20 cm < d ≤ 35 cm 35 cm < d ≤ 40 cm 40 cm < d ≤ 45 cm	–	1,0 m 1,35 m 1,8 m 1,8 m
	(45 × 45) cm (50 × 50) cm (60 × 60) cm	50 cm ≤ d ≤ 80 cm	–	3d, nhưng không nhỏ hơn 2 m
	–	80 cm < d ≤ 1,5 m	–	2d, nhưng không nhỏ hơn 2 m
	–	d > 1,5 m	–	(xem Chú thích)
	–	–	Không phụ thuộc kích thước	Không nhỏ hơn 3d_x
Giai đoạn kiểm tra, nghiệm thu thi công	(20 × 20) cm (30 × 30) cm (35 × 35) cm (40 × 40) cm	d = 20 cm 20 cm < d ≤ 35 cm 35 cm < d ≤ 40 cm 40 cm < d ≤ 45 cm	–	1,0 m 1,5 m 1,5 m 1,5 m
	(45 × 45) cm (50 × 50) cm (60 × 60) cm	50 cm ≤ d ≤ 80 cm	–	3d, nhưng không nhỏ hơn 1,5 m
	–	80 cm < d ≤ 1,5 m	–	2d
	–	d > 1,5 m	–	(xem Chú thích)
	–	–	Không phụ thuộc kích thước	Không nhỏ hơn 3d_x

CHÚ DẪN: d là đường kính cọc; d_x là đường kính lớn nhất của cánh vít.

CHÚ THÍCH: Đối với đường kính cọc lớn hơn 1,5 m, khoảng cách tối thiểu cần thiết từ cọc thử đến cọc neo và đến chân đỡ của hệ mốc chuẩn có thể được xác định trên cơ sở mô hình toán học quá trình thử tải có sử dụng sơ đồ không gian theo phương pháp phần tử hữu hạn và mô hình đàn dẻo phi tuyến của đất hoặc theo kinh nghiệm thử tải tương tự trong điều kiện địa chất công trình tương tự.

5.2.2 Yêu cầu đối với thiết bị tác dụng và đo tải trọng khi thử tải tĩnh

5.2.2.1 Toàn bộ hệ thống thủy lực (kích, bơm, ống dẫn, đầu nối, bộ chia) và các thiết bị đo lường phải có khả năng chịu tải và áp lực làm việc danh định lớn hơn tối thiểu 30 % so với các giá trị tương ứng tại mức tải trọng thử lớn nhất dự kiến. Trước khi tiến hành thử tải, kích, bơm thủy lực và thiết bị đo áp lực bắt buộc phải được thử áp.

5.2.2.2 Hành trình của kích phải lớn hơn tổng chuyển vị dự kiến của cọc thử cộng với biến dạng của hệ phản lực (bao gồm độ võng dầm, độ giãn neo, chuyển vị cọc neo, độ lún gối đỡ), đồng thời không được nhỏ hơn 15 % đường kính hoặc kích thước lớn nhất của tiết diện cọc.

5.2.2.3 Nếu không có yêu cầu cụ thể, kích, bơm thủy lực và các thiết bị đo kèm theo phải được hiệu chuẩn trên toàn bộ dải tải trọng thử từ nhỏ nhất đến lớn nhất, đồng thời thực hiện dọc theo các vị trí hành trình từ thấp nhất đến cao nhất của kích nhằm phát hiện sớm nguy cơ rò rỉ, đảm bảo an toàn khi vận hành.

5.2.2.4 Nếu điều kiện cho phép, hiệu chuẩn đồng bộ nhóm kích theo 5.2.1.6, bơm và các thiết bị đo kèm theo trên toàn bộ dải tải trọng và hành trình từ thấp nhất đến cao nhất với sai số cho phép không vượt quá 5 % tải trọng thử lớn nhất. Trong trường hợp phải hiệu chuẩn riêng biệt từng thiết bị, sai số cho phép không vượt quá 2 % tải trọng thử lớn nhất dự kiến.

5.2.2.5 Thiết bị đo áp lực cơ học, cảm biến áp lực hoặc cảm biến lực phải có độ chia nhỏ nhất hoặc độ phân giải không lớn hơn giá trị tương ứng với 1 % tải trọng thử lớn nhất. Kết quả đo từ các thiết bị điện tử phải được hiển thị theo thời gian thực. Phải có biện pháp bảo vệ cảm biến khỏi các va đập cơ học để tránh làm sai lệch kết quả đo. Bắt buộc phải kiểm tra tình trạng hoạt động và độ chính xác của toàn bộ thiết bị đo trước khi tiến hành thử tải.

5.2.2.6 Đầu kích thủy lực phải được trang bị bộ phận dạng chỏm cầu hoặc cơ cấu tự chỉnh hướng tương đương nhằm đảm bảo lực đẩy luôn truyền dọc trục cọc, đồng thời giảm thiểu tối đa các thành phần lực ngang tác dụng lên hệ thống.

CHÚ THÍCH: Trường hợp thử tải nén cọc với tải trọng thử yêu cầu nhỏ, cho phép tác dụng tải trọng thử bằng cách chất các khối tải trực tiếp lên đầu cọc mà không dùng kích thủy lực (xem Hình B.1 c trong Phụ lục B). Các khối tải dùng để chất tải phải được xếp cân bằng theo từng lớp, tránh gây va đập hoặc chấn động lên sàn gia tải. Trọng lượng của sàn gia tải và toàn bộ các khối tải phải được xác định chính xác trước khi đưa vào sử dụng.

5.2.3 Yêu cầu đối với hệ phản lực khi thử tải tĩnh cọc

5.2.3.1 Yêu cầu chung

Tùy thuộc vào từng phương pháp thử tải cọc, có thể áp dụng các kiểu hệ phản lực phù hợp như sau:

– Thử tải nén tĩnh: sử dụng hệ phản lực kiểu neo, hệ sàn gia tải hoặc kết hợp cả hai, máy móc thi công hoặc chính công trình.

– Thử tải kéo tĩnh: huy động phản lực từ cọc chịu nén hoặc từ mặt nền quanh cọc thử.

– Thử tải ngang tĩnh: sử dụng hệ phản lực là cọc đơn, nhóm cọc, hố tựa phản lực hoặc bệ trọng lực được bố trí lân cận cọc thử.

CHÚ THÍCH: Có thể tham khảo các kiểu hệ phản lực cho các phương pháp thử tải cọc nêu ở Phụ lục B.

5.2.3.2 Yêu cầu đối với hệ phản lực khi thử tải nén tĩnh

5.2.3.2.1 Hệ phản lực kiểu neo

Tải trọng thử được truyền từ kích đặt trên đầu cọc vào điểm giữa của dầm chính, sau đó phân bố đến các neo (xem Hình B.1 a trong Phụ lục B). Số lượng neo phải đủ để đảm bảo khả năng chịu được tải trọng thử. Bố trí khoảng cách giữa hệ neo và cọc thử theo Bảng 1.

Chiều dài neo không được vượt quá chiều dài cọc thử. Trường hợp neo dài hơn, khoảng cách thông thủy từ cọc thử đến neo tối thiểu phải là 5*d* (*d* là đường kính cọc thử) đồng thời không được nhỏ hơn 4 m.

Bố trí khoảng không giữa đầu cọc thử và mặt dưới dầm chính đủ để lắp đặt cụm thiết bị thử tải gồm có tấm thép đệm, kích thủy lực, chỏm cầu và cảm biến lực.

Trường hợp tải trọng thử lớn đòi hỏi bố trí nhiều neo, phải bổ sung thêm hệ dầm phụ, hệ khung hoặc giàn thép để truyền tải từ dầm chính đến các neo. Các kết cấu truyền lực này phải đảm bảo khả năng chịu tải, không bị trượt, đứt gãy hoặc biến dạng quá mức dưới tác dụng của tải trọng thử lớn nhất.

5.2.3.2.2 Hệ phản lực kiểu sàn gia tải

Tải trọng thử được truyền từ kích lên hệ phản lực kiểu sàn gia tải (xem Hình B.1 b trong Phụ lục B). Trong trường hợp không dùng kích thì tải được chất trực tiếp lên sàn gia tải đặt trên đầu cọc (xem Hình B.1 c trong Phụ lục B) với yêu cầu trọng lượng của sàn gia tải và từng khối đối trọng bắt buộc phải được xác định từ trước.

Sàn gia tải phải được lắp dựng cân xứng và đúng tâm trên dầm chính. Phần mép sàn đua ra (song song với dầm chính) phải được đặt trên các gối đỡ hoặc cọc đỡ có khoảng cách an toàn đến cọc thử theo Bảng 1. Nền đất tại vị trí đặt gối đỡ phải có đủ sức kháng, trường hợp cần thiết phải tiến hành gia cố nền để hạn chế lún và lún lệch nhằm ngăn ngừa các sự cố do mất cân bằng của hệ sàn gia tải.

Cho phép chất tải lên sàn gia tải bằng các hộp chứa tải, bồn nước hoặc các vật liệu như đất, đá, bê tông, thép và các loại tải trọng phù hợp khác. Tổng trọng lượng của hệ (bao gồm dầm chính, sàn gia tải và phần vật liệu đối trọng) phải lớn hơn ít nhất 10 % tải trọng thử lớn nhất yêu cầu. Khi chất tải bằng vật liệu rời hoặc đóng bao, tải trọng chất phải được phân bố đều trên sàn để đảm bảo hợp lực tác dụng luôn trùng với trục hình học của cọc thử.

Cọc có thể bị nén trước do sàn gia tải sau khi hoàn thành lắp đặt bị lún và đè lên đầu kích và cọc. Khi thời gian chờ thử tải kéo dài, cần quan trắc độ lún các gối đỡ sàn gia tải và khoảng hở giữa kích và dầm chính để có biện pháp xử lý kịp thời.

Trường hợp tác dụng tải trọng thử bằng kích (xem Hình B.1 b trong Phụ lục B), phải dùng nêm gỗ hoặc vật liệu phù hợp chèn vào các khe hở giữa gối đỡ và đáy sàn gia tải để giữ ổn định.

Khi không dùng kích (xem Hình B.1 c trong Phụ lục B), thực hiện tháo gối đỡ ở hai đầu dầm chính, đồng thời chèn các nêm gỗ quanh biên sàn gia tải sao cho nêm chỉ để giữ ổn định sàn gia tải mà không đỡ một phần của tải trọng thử. Trong trường hợp này, hệ đo chuyển vị phải được hoàn thành lắp đặt trước khi bắt đầu tác dụng tải trọng thử.

5.2.3.3 Yêu cầu đối với hệ phản lực khi thử tải kéo tĩnh

5.2.3.3.1 Kích đặt giữa dầm chính

Tải trọng thử được truyền từ kích thủy lực đặt chính giữa, phía trên dầm chính. Hai đầu dầm chính được kê lên hệ cọc phản lực hoặc gối đỡ tạm đặt trên nền đất (xem Hình B.2 a trong Phụ lục B). Trường hợp sử dụng nhiều cọc phản lực, phải bố trí thêm các dầm phụ gác lên các đầu cọc. Lực đẩy hướng lên từ kích tác dụng vào thanh ngang phía trên, thông qua hệ thanh kéo để chuyển hóa thành lực nhổ tác động lên cọc thử. Cảm biến lực được lắp đặt tại vị trí giữa đầu kích và thanh ngang nhằm đo lường chính xác giá trị lực kéo.

5.2.3.3.2 Kích đặt ở hai đầu dầm chính

Tải trọng thử được tạo bởi các kích thủy lực đặt ở hai đầu, bên dưới dầm chính. Các kích này được kê lên trên các gối đỡ đặt trên mặt đất hoặc cọc phản lực bố trí cách đều cọc thử (các kết cấu kê cho kích thủy lực ở hai đầu dầm chính phải như nhau). Lực đẩy hướng lên từ các kích sẽ nâng toàn bộ dầm chính đi lên, thông qua cụm thanh ngang đặt ở chính giữa kéo căng các thanh kéo để nhổ cọc. Cảm biến lực và chỏm cầu được lắp đặt giữa đầu kích và mặt dưới dầm chính (xem Hình B.2 b trong Phụ lục B). Toàn bộ hệ thống kết cấu phải lắp đặt cân xứng để hợp lực kéo của kích ở hai đầu dầm trùng với trục dọc của cọc thử. Bố trí khoảng hở giữa đáy dầm chính và đầu cọc thử đủ rộng để cọc có thể tự do trồi lên trong quá trình thử tải.

5.2.3.4 Yêu cầu đối với hệ phản lực khi thử tải ngang tĩnh

Tải trọng ngang được truyền lên cọc thử thông qua lực đẩy từ kích thủy lực. Hệ phản lực của kích có thể là hệ cọc phản lực (xem Hình B.3 a trong Phụ lục B), hố tựa phản lực (xem Hình B.3 b trong Phụ lục B), hoặc bệ phản lực trọng lực. Toàn bộ hệ phản lực phải đảm bảo độ ổn định và khả năng chịu lực được nêu ở 5.2.1.2. Khoảng cách giữa kết cấu phản lực và cọc thử phải đủ rộng để bố trí thiết bị, nhưng không được quá xa để tránh làm giảm độ cứng và sự ổn định của hệ truyền lực.

Kích, cảm biến lực và thanh truyền lực (thanh chống) phải được lắp đặt đồng trục với phương của tải trọng thử dự kiến. Cần bố trí các tấm thép tại các vị trí tiếp xúc của hai đầu kích và thanh chống. Trường hợp thanh chống có chiều dài lớn, bắt buộc phải bố trí các hệ giá đỡ trung gian để ngăn ngừa hiện tượng võng và mất ổn định uốn dọc của thanh khi chịu nén.

Trường hợp sử dụng hệ hai kích đặt song song, các kích và cơ cấu truyền lực phải được đặt ở cùng một cao độ và nằm trong cùng một mặt phẳng ngang vuông góc với trục cọc. Trục của hai kích phải được bố trí đối xứng (cách đều) qua trục ngang đi qua tâm cọc thử. Toàn bộ hệ thống phải được liên kết và cố định chắc chắn sau khi lắp đặt.

5.2.4 Hệ đo chuyển vị cọc khi thử tải tĩnh

5.2.4.1 Yêu cầu chung

5.2.4.1.1 Hệ đo chuyển vị trong thử tải tĩnh cọc gồm hệ đo chính và ít nhất một hệ đo phụ với vai trò là hệ đo dự phòng. Hệ đo chính và hệ đo phụ phải được thiết lập độc lập với nhau về mặt kết cấu, không gian và nguyên lý hoạt động. Hệ đo chính sử dụng các thiết bị đo có độ chính xác tốt hơn của hệ đo phụ. Sử dụng (các) hệ đo phụ để kiểm tra chéo dữ liệu và đảm bảo tính liên tục của số liệu trong trường hợp hệ đo chính bị xê dịch hoặc phải cài đặt lại để đo các mức chuyển vị lớn hơn.

5.2.4.1.2 Thành phần của một hệ đo chuyển vị phải có là mốc chuẩn (dầm chuẩn, dây chuẩn, mốc chuẩn trắc địa) và thiết bị đo chuyển vị (LVDT, thước, máy trắc địa, mia) phù hợp với loại mốc chuẩn đã chọn.

5.2.4.1.3 Dầm chuẩn và dây chuẩn phải được lắp đặt trên các chân đỡ cố định chắc chắn vào nền đất. Vị trí các chân đỡ hệ mốc chuẩn này nên được bố trí cách xa cọc thử nhất có thể, đồng thời phải đảm bảo khoảng cách tối thiểu theo yêu cầu nêu ở Bảng 1.

5.2.4.1.4 Khoảng cách thông thủy từ chân đỡ dầm chuẩn, dây chuẩn đến cọc phản lực hoặc cọc neo tối thiểu bằng 5 lần đường kính cọc phản lực hoặc cọc neo nhưng không nhỏ hơn 2,5 m. Khoảng cách từ các chân đỡ này đến các kết cấu phản lực không phải là cọc như gối đỡ, bệ phản lực, thành hố tựa phản lực không được nhỏ hơn 2,5 m. Trong điều kiện thử tải dưới nước, các chân đỡ của dầm chuẩn và dây chuẩn phải được cách ly hoàn toàn khỏi tác động của dòng chảy và sóng nước.

5.2.4.1.5 Dầm chuẩn có thể là cấu kiện nguyên khối như thép hình bản rộng hoặc kết cấu được tổ hợp từ nhiều vật liệu. Tuy nhiên, mọi loại dầm chuẩn đều phải được thiết kế nhằm hạn chế tối đa chuyển vị thẳng đứng giữa nhịp dầm trong quá trình thử tải do các tác động của nhiệt độ hoặc độ ẩm môi trường (sự biến thiên độ ẩm hoặc mưa từng đợt).

5.2.4.1.6 Dầm chuẩn phải đảm bảo độ bền, độ cứng, được bố trí hệ giằng để nâng đỡ các thiết bị đo chuyển vị đồng thời giảm thiểu các rung động và sự dịch chuyển có thể làm giảm độ chính xác của số đo. Một đầu của dầm chuẩn phải được cấu tạo ở dạng gối di động cho phép dầm co giãn tự do dọc trục khi nhiệt độ thay đổi.

5.2.4.1.7 Phải chuẩn bị trước và bố trí lán che hoặc tấm bạt để ngăn mưa, nắng trực tiếp làm ảnh hưởng đến các mốc chuẩn và thiết bị đo chuyển vị trong quá trình thử tải.

5.2.4.1.8 Các thiết bị đo chuyển vị tại cùng một vị trí phải cùng chủng loại, phạm vi đo và độ chia nhỏ nhất. Việc ghi lại số đọc trên các thiết bị này phải được tiến hành đồng thời. LVDT phải hiển thị kết quả đo theo thời gian thực và đồng bộ với hệ thống đo cơ học.

5.2.4.1.9 Thiết bị đo chuyển vị tại đầu cọc có hành trình đo tối thiểu là 50 mm, có vạch chia nhỏ nhất từ 0,25 mm trở xuống và độ chính xác tương đương. Các thiết bị đo chuyển vị sử dụng để đo biến dạng dọc trục cọc (xem Phụ lục C) phải có hành trình đo tối thiểu là 25 mm, có vạch chia nhỏ nhất từ 0,01 mm trở xuống, và có độ chính xác tương đương hoặc tốt hơn. Số đo được đọc chính xác đến vạch chia nhỏ nhất hoặc nhỏ hơn.

5.2.4.1.10 LVDT phải có khả năng hiển thị trị số đo theo thời gian thực trong suốt quá trình thử tải. Số liệu đo được hiển thị trực tiếp trên màn hình LVDT hoặc hiển thị tập trung thông qua bộ ghi dữ liệu, màn hình của bộ ghép kênh hoặc máy tính.

5.2.4.1.11 Tại các vị trí đo chuyển vị, bề mặt tiếp xúc với đầu đo phải đảm bảo độ nhẵn và vuông góc với phương dịch chuyển của trục đo. Yêu cầu này được thực hiện bằng cách dán cố định một tấm kính nhỏ có bôi trơn tại điểm tiếp xúc.

5.2.4.1.12 Hệ dầm chuẩn và các thiết bị đo chuyển vị phải được lắp đặt trước thời điểm thử tải một khoảng thời gian đủ để quan trắc và đánh giá độ ổn định của toàn bộ hệ thống đo lường. Mọi công tác hiệu chỉnh và xử lý cần thiết phải được tiến hành kịp thời nhằm không làm ảnh hưởng đến tiến độ lắp đặt chung của hệ thống thử tải.

5.2.4.1.13 Các thiết bị đo chuyển vị cần được bảo quản, bảo dưỡng và kiểm tra đang trong tình trạng hoạt động tốt. Các thiết bị phải được hiệu chuẩn độ chính xác trên toàn dải đo trước khi thử tải. Hồ sơ hiệu chuẩn phải còn hiệu lực trong thời gian tiến hành thử tải.

5.2.4.1.14 Dây chuẩn để đo đạc trong thử tải phải là loại dây thép trần, sạch, đường kính nhỏ hơn 0,25 mm, được kéo căng một đầu bằng quả nặng hoặc lò xo để có thể tự trở lại vị trí ban đầu khi bị tác động. Thước đo được dán trên một mảnh gương cố định tại đầu cọc. Dây chuẩn được dùng làm đường gióng để đọc số đo trên thước khi dây trùng khít với ảnh của nó trong gương nhằm triệt tiêu sai số góc nhìn.

5.2.4.1.15 Thước đo chuyển vị của cọc phải có chiều dài nhỏ nhất là 50 mm, vạch chia độ không lớn hơn 0,5 mm và cho phép đọc số liệu chính xác đến 0,1 mm.

5.2.4.1.16 Mia trắc địa phải có vạch chia độ không lớn hơn 1 mm và cho phép đọc số liệu chính xác đến 0,1 mm.

5.2.4.1.17 Các thiết bị đo chuyển vị, thước đo và mốc chuẩn được sử dụng trong thử tải cọc phải được đánh ký hiệu rõ ràng bằng chữ số hoặc chữ cái.

5.2.4.1.18 Các thiết bị đo chuyển vị, thước hoặc mốc đo gá lắp trên cọc thử và hệ dầm chuẩn phải được cố định chắc chắn để không xảy ra chuyển vị tương đối trong quá trình thử tải. Việc kiểm tra chuyển vị của điểm kê hoặc chân đỡ của dầm chuẩn, dây chuẩn được thực hiện bằng máy thủy bình hoặc máy kinh vĩ (ngắm qua mia hoặc thước) thông qua việc đối chiếu với một mốc chuẩn cố định. Mốc này được đặt ngoài khu vực thử tải với khoảng cách tới cọc thử ít nhất bằng 10 lần kích thước tiết diện lớn nhất của cọc.

5.2.4.2 Yêu cầu đối với hệ đo chuyển vị cọc khi thử nén tĩnh và kéo tĩnh

Chuyển vị dọc trục của cọc thử trong quá trình thực hiện thử tải kéo hoặc nén tĩnh sẽ được đo tại đầu cọc (xem Hình B.4 và Hình B.5 trong Phụ lục B), trừ khi có yêu cầu khác, bằng các cách khác nhau:

a) Khi sử dụng dầm chuẩn và các thiết bị đo chuyển vị

Mỗi cọc thử phải được bố trí tối thiểu 4 thiết bị đo chuyển vị. Các thiết bị này được gá lắp trên 2 dầm chuẩn đặt song song, mỗi dầm nằm ở một bên cọc và mang 2 thiết bị đo. Đầu đo của các thiết bị phải được tỳ lên mặt phẳng đầu cọc tại các vị trí đối xứng, cách đều tâm cọc, đồng thời trục đo của thiết bị phải song song với trục cọc. Hệ dầm chuẩn phải được định hướng sao cho các chân đỡ dầm nằm cách xa gối đỡ sàn gia tải hoặc cọc neo nhất có thể.

Các thiết bị đo có thể được gá lắp vào đầu cọc sao cho trục đo song song với trục cọc và đầu đo tỳ lên mặt trên các dầm chuẩn.

Đầu cọc tự do nhô cao có thể phát sinh các chuyển vị ngang hoặc chuyển vị xoay khi chịu tải trọng thử. Trong trường hợp này, nếu cần thiết có thể đo bổ sung thêm chuyển vị theo phương vuông góc với trục cọc để hiệu chỉnh kết quả đo chuyển vị thẳng đứng tại đầu cọc.

b) Khi sử dụng dây chuẩn và thước đo

Bố trí hai dây chuẩn song song với nhau, vuông góc và nằm ở hai phía đối diện cách đều trục cọc thử theo hướng sao cho các chân đỡ dây chuẩn cách xa gối đỡ sàn gia tải hoặc cọc neo nhất có thể.

Thước đo phải được gắn cố định trên một mảnh gương phẳng dán chặt vào mặt bên đầu cọc, với phương đặt song song với trục của cọc. Dây chuẩn phải được căng ngang, vuông góc với thước đo và không chạm vào mặt thước. Dây chuẩn được sử dụng như một đường gióng để đọc số đo trên thước. Khoảng cách từ dây chuẩn đến mặt thước không được vượt quá 13 mm.

c) Khi sử dụng máy thủy bình, máy laser và mia

Chuyển vị cọc được đo bằng các thiết bị trắc địa như máy thủy bình hoặc máy laser ngắm đọc lên mia hoặc lên thước đo gắn trên đầu cọc. Máy đo lấy chuẩn lên một mốc chuẩn cố định nằm cách khu vực thử tải ít nhất 10 lần kích thước lớn nhất của mặt cắt ngang cọc.

Máy trắc địa phải được lắp đặt trên chân máy chuyên dụng hoặc trên một vật thể có cao độ cố định ở một khoảng cách ít nhất bằng 5 lần kích thước lớn nhất của mặt cắt ngang cọc thử hoặc cọc neo sử dụng trong hệ phản lực.

Các mốc đo hoặc thước đo là đích ngắm của máy trắc địa phải được gắn ở các mặt bên của cọc thử, ở hai phía đối diện nhau trừ trường hợp các mốc đo được đặt trên đầu cọc thử (đỉnh cọc), hoặc việc đo số liệu có thể được thực hiện tại một điểm cố định duy nhất nằm ở tâm của đỉnh cọc.

5.2.4.3 Yêu cầu đối với hệ đo chuyển vị cọc khi thử ngang tĩnh

Chuyển vị ngang của cọc thử trong quá trình thực hiện thử tải ngang tĩnh sẽ được đo tại đầu cọc, trừ khi có chỉ định khác, bằng các cách khác nhau:

a) Khi sử dụng dầm chuẩn và các thiết bị đo chuyển vị

Lắp đặt (các) dầm chuẩn vuông góc với phương của tải trọng thử sao cho các chân đỡ dầm chuẩn cách xa cọc thử, cọc phản lực hoặc bệ phản lực nhất có thể. Gá lắp các thiết bị đo chuyển vị vào dầm chuẩn, đảm bảo đầu đo tiếp xúc với cọc và trục đo của thiết bị nằm song song với phương tác dụng của tải trọng thử (xem Hình B.6 a trong Phụ lục B).

Có thể gá lắp 2 thiết bị đo chuyển vị vào đầu cọc tại các vị trí đối xứng cách đều tâm, với trục đo song song với phương tải trọng thử và đầu đo tỳ vào mặt bên các dầm chuẩn.

Khi lắp đặt dầm chuẩn ở phía đối diện với hướng tải trọng ngang là tải nén, hoặc cùng phía với hướng tải trọng ngang là tải kéo, phải bố trí khoảng hở giữa dầm chuẩn và cọc thử đủ rộng để chúng không chạm vào nhau trong khi thử tải.

b) Khi sử dụng dây chuẩn và thước đo

Bố trí một dây chuẩn vuông góc với phương của tải trọng thử sao cho các chân đỡ dây chuẩn cách xa cọc thử và hệ phản lực nhất có thể.

Dây chuẩn kéo ngang qua và không được chạm vào thước đo được gắn trên cọc thử song song với phương tải trọng. Thước đo được gắn trên một mảnh gương dán chặt vào cọc thử và dây chuẩn được sử dụng như một đường gióng để đọc số đo trên thước. Dây chuẩn cách mặt thước không quá 13 mm (xem Hình B.6 b trong Phụ lục B).

Khi lắp đặt dây chuẩn ở phía đối diện với hướng lực nén, hoặc cùng phía với hướng lực kéo, phải bố trí khoảng hở giữa dây chuẩn và cọc thử đủ rộng để chúng không chạm vào nhau trong khi thử tải.

c) Khi sử dụng máy kinh vĩ và thước đo

Thiết lập một trạm máy kinh vĩ cố định nằm ngoài vùng ảnh hưởng của thử tải cọc và một mốc định hướng ngắm cố định (điểm ngắm trước hoặc điểm ngắm sau). Trạm máy và mốc ngắm phải tạo thành một đường thẳng vuông góc với phương của tải trọng thử và đi qua thước đo mục tiêu. Tiến hành đọc số liệu chuyển vị ngang trên thước đo mục tiêu bằng máy kinh vĩ sau khi đã tham chiếu với mốc định hướng ngắm.

6 Chuẩn bị thử tải

6.1 Cọc thử phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật đề ra đối với nó.

6.2 Cọc thử phải được thi công phù hợp với biện pháp thi công, phương án thử tải mà dự kiến áp dụng. Các thay đổi về kích thước cọc, cao độ mũi cọc, cao độ đầu cọc và các thay đổi khác so với thiết kế dự kiến ban đầu trong phương án thử tải phải được kiểm tra và thống nhất với đơn vị thiết kế.

6.3 Cọc dự kiến thử tải động sau khi thi công không được có các vết nứt có bề rộng lớn hơn 0,2 mm. Nếu đầu cọc bị vỡ thì tiết diện ngang của cọc không được giảm quá 15 %.

6.4 Cọc thử được thi công hạ cọc bằng búa đóng mà dự kiến dùng để thử tải nén tĩnh thì phải được thử tải động trước phù hợp với Điều 7 bằng chính loại búa đóng đã dùng để thi công hạ cọc.

6.5 Cho phép đào hoặc san đất xung quanh cọc thử đến cao độ thiết kế hoặc cao độ phù hợp. Có thể cắt ngắn hoặc nối dài đầu cọc khi cần thiết để thuận tiện lắp đặt thiết bị thử nghiệm và đo đạc số liệu.

6.6 Đối với cọc thử tải nén tĩnh hoặc thử tải ngang tĩnh, phải chuẩn bị một mặt phẳng tiếp nhận tải trọng thử ở đầu cọc tại đúng cao độ do thiết kế chỉ định. Mặt phẳng này phải vuông góc với phương của tải trọng thử. Để tạo được mặt phẳng này, toàn bộ các khuyết tật hoặc phần vật liệu kém chất lượng tại vị trí đặt tải trọng thử phải được đục bỏ hoàn toàn. Cọc thử tải nén tĩnh có đầu cọc bị hư hỏng phải cắt bỏ phần hư hỏng. Đầu cọc sau khi cắt phải được làm phẳng mặt với sai số độ nghiêng so với thiết kế không lớn hơn 1 % và các bong vỡ ở mép không sâu quá 2 cm.

6.7 Đối với cọc thử tải nén tĩnh, phải bố trí một tấm thép đặc đặt trên mặt phẳng tiếp nhận tải trọng thử. Tấm thép phải có chiều dày tối thiểu 25 mm và kích thước bao phủ toàn bộ tiết diện đầu cọc. Trong trường hợp bề mặt tiếp xúc không bằng phẳng hoặc chất lượng hoàn thiện kém, phải sử dụng tấm thép có chiều dày lớn hơn.

6.8 Đối với cọc thử tải ngang tĩnh, phải bố trí các tấm thép đặc có chiều dày tối thiểu 50 mm ốp sát vào mặt phẳng tiếp nhận tải trọng thử. Mặt phẳng tấm thép phải vuông góc với phương của tải trọng thử. Kích thước các cạnh của tấm thép không được lớn hơn một lần và không được nhỏ hơn 0,5 lần đường kính hoặc bề rộng cạnh của cọc thử. Trong trường hợp cọc thử là cọc thép, tấm thép phải được hàn trực tiếp vào đầu cọc. Các tấm thép phải vượt qua khoảng hở giữa các bản cánh không được giằng của cọc thử dạng thép hình.

6.9 Đối với cọc bê tông và cọc bê tông cốt thép, để tránh tập trung ứng suất do mặt phẳng tiếp nhận tải trọng không bằng phẳng, phải thi công một lớp vữa không co đóng rắn nhanh với chiều dày không lớn hơn 6 mm trên đầu cọc trước khi đặt tấm thép. Cường độ của vật liệu vữa này phải lớn hơn của vật liệu cọc tại thời điểm thử tải.

6.10 Đối với cọc thử tải kéo, công tác chuẩn bị đầu cọc phải phù hợp với phương pháp truyền tải trọng thử dự kiến. Lực kéo có thể được truyền trực tiếp vào cốt thép dọc chịu lực của cọc được làm lộ với

chiều dài tính toán trước, hoặc truyền qua ma sát bên bằng các ngàm kẹp chặt vào thân cọc, hoặc bằng các biện pháp kỹ thuật phù hợp khác.

Trường hợp bố trí hệ thanh truyền lực (như thanh kim loại, cốt thép chủ hoặc cáp thép) liên kết vào thân cọc, hệ này phải đảm bảo khả năng chịu được tải trọng thử theo yêu cầu nêu ở 5.2.1.2. Các thanh truyền lực và chi tiết nối phải được liên kết bằng đường hàn hoặc bu lông nhằm ngăn ngừa hiện tượng trượt, đứt, gãy hoặc giãn dài vượt mức cho phép. Trước khi bắt đầu thử tải, phải kiểm tra tình trạng suy giảm tiết diện do ăn mòn hoặc hư hỏng cơ học của các thanh kéo và các chi tiết liên kết tránh các rủi ro đứt gãy đột ngột. Tuyệt đối không được sử dụng vật liệu giòn để chế tạo các thanh kéo và các chi tiết nối.

6.11 Công tác thi công cọc thử trong đất lún ướt phải được thực hiện ở trạng thái độ ẩm tự nhiên của đất.

6.12 Thấm ướt đất lún ướt phải được thực hiện trước khi bắt đầu và duy trì liên tục trong suốt quá trình thử tải tĩnh cọc (nén, kéo, ngang) cho đến khi hoàn thành.

6.13 Công tác thấm ướt đất được tiến hành bằng cách đào rãnh quanh cọc thử (xem Phụ lục D). Rãnh đào phải có chiều rộng không nhỏ hơn 0,5 m, chiều sâu phải từ 1,1 m đến 1,5 m.

Đối với cọc sâu hơn 6 m, để đẩy nhanh quá trình thấm ướt đất cần thi công thêm các lỗ khoan bắt đầu từ đáy rãnh đào. Số lượng lỗ khoan không được ít hơn ba lỗ và các lỗ khoan được bố trí cách đều trục cọc. Đường kính lỗ khoan tối thiểu là 20 cm và chiều sâu bằng 0,8*L* (*L* là chiều sâu hạ cọc). Lấp đầy các lỗ khoan và rãnh bằng sỏi hoặc đá dăm ngay sau khi khoan xong. Thấm ướt đất được thực hiện trong suốt quá trình thử tải cọc bằng cách duy trì mực nước ổn định trong rãnh đào và không thấp hơn chiều cao lớp sỏi hoặc đá dăm trong rãnh.

6.14 Lượng nước dùng để thấm ướt đất quanh cọc trước khi thử tải không được nhỏ hơn 20 m^3 cho mỗi mét chiều dài cọc. Thời gian thấm ướt ban đầu dự tính ít nhất là một ngày cho mỗi mét chiều dài cọc và được điều chỉnh sau đó dựa trên kết quả độ ẩm của mẫu đất lấy từ lỗ khoan kiểm tra cách mặt bên cọc 1 m. Đất được xem như đã thấm ướt đủ khi hệ số bão hòa nước đạt $S_r \geq 0,8$ (hệ số S_r xem trong TCVN 5746).

6.15 Khoảng thời gian nghỉ được ấn định trong phương án thử tải hoặc được xác định dựa trên thành phần, tính chất và trạng thái của đất cọc xuyên qua và đất dưới mũi cọc, nhưng không ít hơn:

– 3 ngày, khi đất quanh thân cọc và dưới mũi cọc là đất cát trừ cát rời / xốp, cát mịn ở trạng thái bão hòa nước và cát bụi.

– 7 ngày, khi đất quanh thân cọc và dưới mũi cọc là đất loại sét, cát rời /xốp hoặc loại đất không đồng nhất.

CHÚ THÍCH 1: Khoảng thời gian nghỉ là 1 ngày, nếu cọc xuyên qua đất cát và mũi cọc tựa lên lớp đất hòn lớn, đất cát ở trạng thái chặt hoặc đất loại sét ở trạng thái cứng,

CHÚ THÍCH 2: Khoảng thời gian nghỉ dài hơn được áp dụng như sau:

– Không ít hơn 10 ngày, khi cọc xuyên qua đất cát mịn và cát bụi đều ở trạng thái bão hòa nước.

– Không ít hơn 21 ngày, khi cọc xuyên qua đất loại sét ở trạng thái dẻo mềm và dẻo chảy.

6.16 Trước khi thực hiện công tác thử tải cọc, cần tiến hành các thử nghiệm không phá hủy phù hợp để xác nhận chất lượng cọc.

7 Tiến hành thử tải động

7.1 Yêu cầu chung

Thử tải động thực hiện trong quá trình đóng hoặc ép rung hạ cọc nhằm các mục đích sau:

– Kiểm tra khả năng thi công cọc tới độ sâu thiết kế dự kiến;

– Đánh giá tương đối tính đồng nhất của đất thông qua lực cản khi hạ cọc;

– Xác định sức chịu tải của cọc dựa trên giá trị độ chối đo được.

Máy móc thi công đóng cọc hoặc ép rung phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật của TCVN 9394.

Độ chối dư là độ lún dư trung bình của cọc sau mỗi lần đóng búa hoặc sau 1 min ép rung.

Các thiết bị đo độ chối phải có sai số không được lớn hơn 1 mm. Phải đo riêng biệt độ chối dư và độ chối đàn hồi bằng máy thủy bình độ chính xác cao hoặc các thiết bị đo độ chối chuyên dụng đối với trường hợp độ chối nhỏ hơn 2 mm.

Không tiến hành thử tải động để xác định sức chịu tải của cọc trong đất lún ướt ở trạng thái độ ẩm tự nhiên.

7.2 Tiến hành thử tải

7.2.1 Phải sử dụng cùng một loại máy thi công khi vỗ lại hoặc ép rung lại cọc thử và khi thi công hạ cọc trước đó.

7.2.2 Công tác thử tải động bao gồm các công việc đo đạc và ghi chép sau đây:

– Đối với cọc thi công bằng búa đóng, đếm số lần đóng búa trên mỗi mét chiều sâu hạ cọc và tổng số lần đóng búa. Riêng ở mét cuối cùng, đếm số lần đóng búa cho mỗi 10 cm hạ cọc;

– Đối với cọc thi công bằng máy ép rung, đo thời gian để hạ mỗi mét chiều sâu. Ở mét cuối cùng, ghi lại thời gian hạ cho mỗi 10 cm chiều dài cọc;

– Có thể xác định lực dọc thân cọc, tốc độ dịch chuyển của đầu cọc và các thành phần của độ chối trong quá trình thử tải động bằng thiết bị PDA.

– Xác định độ chối của cọc khi vỗ lại sau khoảng thời gian nghỉ (tính từ lúc kết thúc hạ cọc đến khi bắt đầu vỗ lại) theo yêu cầu nêu ở 6.15.

7.2.3 Trong quá trình đo chối và vỗ lại cọc, cọc được đóng lần lượt từng loạt 3 đến 5 lần đóng búa liên tiếp. Chiều cao rơi của bộ phận va đập của búa đóng cọc ở tất cả các loạt đóng khi vỗ lại cọc phải như nhau. Với búa thủy lực, chiều cao rơi búa khi vỗ lại phải bằng khi đóng hạ cọc. Giá trị độ chối dư dùng để tính toán sức chịu tải của cọc được lấy bằng giá trị độ chối trung bình lớn nhất.

7.2.4 Các thông tin và số liệu thử tải được ghi lại theo biểu mẫu nhật ký tại Phụ lục E.

8 Tiến hành thử tải tĩnh

8.1 Yêu cầu chung

Trong quá trình thực hiện thử nghiệm, phải đảm bảo các yêu cầu về an toàn đối với công tác khoan và thi công cọc, lắp đặt kết cấu thép và bê tông cốt thép, lưu kho các cấu kiện và vật liệu, làm việc với thiết bị chứa áp lực cao.

Thời điểm bắt đầu thử tải cho các cọc thuộc họ cọc khoan (cọc khoan nhồi, cọc khoan phun, khoan thả, v.v.) và họ cọc nhồi được ấn định không sớm hơn thời điểm vật liệu cọc đạt cấp cường độ được yêu cầu trong đồ án thiết kế.

CHÚ THÍCH 1: Trước khi thử tải các cọc thuộc họ cọc khoan hoặc họ cọc nhồi, nên kiểm tra chất lượng cọc về tính liên tục của thân cọc bằng phương pháp siêu âm (TCVN 9396), phương pháp động biến dạng nhỏ (TCVN 9397) và các phương pháp khác (ví dụ: TCVN 9395).

CHÚ THÍCH 2: Tên gọi và phân loại cọc xem trong TCVN 10304.

8.2 Tiến hành thử tải nén tĩnh theo quy trình thử nén tiêu chuẩn

8.2.1 Trong quá trình thử tải nén tĩnh cọc theo quy trình thử tiêu chuẩn, tác dụng tải trọng thử lên cọc theo từng cấp tải, đồng đều, không va đập, với số gia tải trọng được xác lập trước trong phương án thử tải nhưng không được lớn hơn 1/10 tải trọng thử lớn nhất dự kiến. Trường hợp mũi cọc thử tựa lên đất hòn lớn, đất cát lẫn sỏi sạn ở trạng thái chặt, đất loại sét ở trạng thái cứng, cho phép 3 cấp tải đầu tiên áp dụng số gia tải trọng bằng 1/5 tải trọng thử lớn nhất dự kiến.

CHÚ THÍCH 1: Cho phép thử tải nén tĩnh cọc bằng phương pháp thử tải tĩnh hai chiều theo một phương án thử nghiệm riêng, trong đó xác định riêng lực ma sát đất trên bề mặt bên của cọc và lực kháng ở mũi cọc (xem Hình B.7 trong Phụ lục B).

CHÚ THÍCH 2: Thử tải nén tĩnh cọc theo chú thích 1 chỉ được phép thực hiện với điều kiện phải tiến hành thử tải đối chứng theo quy trình thử tiêu chuẩn nêu ở 8.2.1 và 8.2.2.

8.2.2 Trong quá trình thử tải, tại mỗi cấp tăng tải, ghi lại số đọc chuyển vị của cọc từ tất cả các thiết bị đo theo trình tự sau:

– Số đọc “0” trước khi tác dụng tải trọng thử;

– Số đọc lần thứ nhất ngay sau khi tác dụng tải trọng thử;

– 3 số đọc liên tiếp cách nhau 30 min và tiếp theo đó là các số đọc cách nhau 1 h cho đến khi biến dạng đạt trạng thái ổn định quy ước (biến dạng tiệm cận về mức không đáng kể).

Chênh lệch số đo giữa các thiết bị không được vượt quá các giới hạn sau:

– 50 % khi độ lún cọc nhỏ hơn 1 mm;

– 30 % khi độ lún cọc từ 1 mm đến 5 mm;

– 20 % khi độ lún cọc lớn hơn 5 mm.

8.2.3 Điều kiện ổn định biến dạng quy ước của một cấp tải đạt được khi độ lún đang theo dõi trong cấp tải không lớn hơn:

– 0,1 mm trong 1 h quan trắc cuối khi mũi cọc tựa lên đất cát, đất loại sét trạng thái từ cứng đến dẻo cứng;

– 0,1 mm trong 2 h quan trắc cuối khi mũi cọc tựa lên đất loại sét trạng thái từ dẻo mềm đến dẻo chảy.

8.2.4 Khi thử tải nén tĩnh cọc thử ma sát trong giai đoạn khảo sát xây dựng, tải trọng nén lên cọc phải được tăng đến giá trị mà tại đó tổng độ lún đầu cọc không nhỏ hơn 40 mm hoặc đạt đến độ lún đầu cọc bằng 10 % đường kính (hoặc chiều rộng cạnh) thân cọc, tùy theo giá trị nào lớn hơn, nhưng không được lớn hơn giá trị sức chịu tải tính toán của cọc theo vật liệu. Đối với cọc chống thì tải trọng nén phải được tăng đến giá trị đã dự kiến trong phương án thử tải, nhưng không được nhỏ hơn 1,5 lần giá trị sức chịu tải tính toán của cọc theo đất nền đã được xác định bằng tính toán và không được lớn hơn giá trị sức chịu tải tính toán của cọc theo vật liệu.

Khi thử tải nén tĩnh kiểm tra, giá trị tải trọng nén lớn nhất và các điều kiện dừng thử tải phải đáp ứng yêu cầu nêu trong phương án thử tải phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế có liên quan.

8.2.5 Trong quá trình thử tải (áp dụng cho cả giai đoạn khảo sát xây dựng và giai đoạn thử tải kiểm tra) nếu xảy ra gián đoạn ngoài dự kiến, phải dỡ toàn bộ tải trọng thử theo từng cấp nêu ở 8.2.1. Sau khi dỡ tải hoàn toàn, ghi lại số đọc chuyển vị đàn hồi sau mỗi 15 min cho đến khi chênh lệch chuyển vị giữa hai lần đo liên tiếp không lớn hơn 0,01 mm. Sau gián đoạn, công việc thử tải phải được tiếp tục từ cấp tải đã xảy ra gián đoạn.

8.2.6 Quá trình giảm tải được thực hiện sau khi đạt tải trọng thử lớn nhất theo 8.2.4 với các số gia tải trọng khi giảm tải bằng 2 lần số gia tải trọng khi tăng tải và thời gian giữ mỗi cấp giảm tải không nhỏ hơn 15 min.

Số đọc từ các thiết bị đo chuyển vị được ghi lại ngay sau khi bắt đầu cấp giảm và sau đó mỗi 15 min.

Sau khi giảm tải hoàn toàn (tải trọng thử bằng 0), theo dõi chuyển vị đàn hồi đo tại đầu cọc và ghi lại số đọc sau mỗi 15 min trong khoảng thời gian:

– 30 min khi mũi cọc tựa lên đất cát;

– 60 min khi mũi cọc tựa lên đất loại sét.

8.2.7 Các thông tin và số liệu thử tải được ghi lại theo biểu mẫu nhật ký tại Phụ lục G.

8.3 Tiến hành thử tải kéo tĩnh

8.3.1 Không được sử dụng cọc bê tông không cốt thép, cọc nhiều đốt, cọc bê tông cốt thép dự ứng lực không có cốt thép đai, cọc mở rộng chân để thử tải kéo tĩnh. Các cọc đã thử tải nén tĩnh có thể được thử tải kéo tĩnh sau khi áp dụng khoảng thời gian nghỉ giữa hai lần thử tải theo yêu cầu nêu ở 6.15.

8.3.2 Khi thử tải kéo tĩnh cọc để xác định lực ma sát âm của đất lún ướt, chiều dài cọc trong đất lún ướt phải bằng tổng chiều dày của các lớp đất lún ướt.

8.3.3 Quy trình thử và ghi lại số đọc từ các thiết bị đo trong thử tải kéo tĩnh cọc được thực hiện theo 8.2.1 và 8.2.2.

8.3.4 Điều kiện ổn định biến dạng quy ước của mỗi cấp tải đạt được khi độ trồi của cọc không lớn hơn 0,1 mm trong 2 h quan trắc.

8.3.5 Khi thử tải kéo tĩnh cọc thử thăm dò trong giai đoạn khảo sát xây dựng, tải trọng thử phải đạt tới giá trị gây ra độ trồi của đầu cọc tối thiểu là 25 mm.

8.3.6 Khi thử tải kiểm tra cho cọc làm việc, tải trọng thử phải tăng đến giá trị làm cọc trồi lên, nhưng độ trồi không lớn hơn 0,0001 lần chiều dài cọc. Đồng thời tải trọng thử kéo lớn nhất không được lớn hơn

giá trị sức chịu tải tính toán của cọc theo vật liệu, cũng như không được gây ra các vết nứt trên thân cọc rộng hơn 0,3 mm (đối với cọc bê tông cốt thép).

8.3.7 Các thông tin và số liệu thử tải được ghi lại theo biểu mẫu nhật ký tại Phụ lục G.

8.4 Tiến hành thử tải ngang tĩnh

8.4.1 Thiết bị đo chuyển vị ngang trong thử tải ngang tĩnh phải được đặt trong mặt phẳng hợp bởi trục cọc và phương của tải trọng sao cho trục đo song song với phương của tải trọng. Các thiết bị này phải được lắp đặt tại ít nhất 2 cao độ:

– Ngang cao độ mặt đất hoặc mặt nước;

– Tại vị trí đặt tải trọng thử.

8.4.2 Quy trình thử và ghi lại số đọc từ các thiết bị đo trong thử tải ngang tĩnh được thực hiện theo 8.2.1 và 8.2.2.

8.4.3 Điều kiện ổn định biến dạng quy ước của mỗi cấp tải đạt được khi chuyển vị ngang của cọc không lớn hơn 0,1 mm trong 2 h quan trắc.

8.4.4 Khi thử tải thăm dò cho cọc thử thăm dò trong giai đoạn khảo sát xây dựng, tải trọng thử phải tăng đến giá trị gây ra chuyển vị ngang của đầu cọc tại cao độ vị trí đặt tải trọng thử bằng với giá trị được ấn định trong phương án thử tải.

8.4.5 Khi thử tải kiểm tra cho cọc làm việc, tải trọng thử không được lớn hơn giá trị tính toán của tải trọng ngang được ấn định trong đồ án thiết kế và không được lớn hơn giá trị sức chịu tải tính toán của cọc theo vật liệu, cũng như không được gây ra các vết nứt trên thân cọc rộng hơn 0,3 mm (đối với cọc bê tông cốt thép).

8.4.6 Các thông tin và số liệu thử tải được ghi lại theo biểu mẫu nhật ký tại Phụ lục G.

9 Nguyên tắc biểu diễn kết quả thử tải

9.1 Kết quả thử nghiệm cọc tại hiện trường (bao gồm thử tải động, nén tĩnh, kéo tĩnh và ngang tĩnh) phải được tổng hợp, xử lý và biểu diễn trực quan dưới dạng các đồ thị quan hệ giữa các đại lượng. Tỷ lệ xích của các trục đồ thị phải được lựa chọn linh hoạt dựa trên tổng tải trọng thử lớn nhất và chuyển vị đo thực tế, đảm bảo thể hiện rõ ràng các điểm rẽ nhánh, điểm gãy hoặc trạng thái biến dạng cơ học của hệ cọc - đất nền mà không làm sai lệch cục bộ dạng đồ thị.

9.2 Các đồ thị xuất ra từ kết quả thử nghiệm hiện trường phải thể hiện được các yêu cầu:

– Đối với thử tải động: đồ thị quan hệ giữa độ chối thực tế theo chiều sâu hạ cọc và đồ thị quan hệ giữa tổng số lần đóng búa theo chiều sâu hạ cọc (hoặc đồ thị thời gian ép theo chiều sâu hạ cọc đối với phương pháp ép rung)

– Đối với thử tải tĩnh (nén, kéo, ngang): đồ thị quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị cọc; đồ thị quan hệ giữa chuyển vị và thời gian theo từng cấp tải.

Tùy theo yêu cầu riêng của phương án thử tải, có thể thiết lập bổ sung các đồ thị quan hệ cần thiết khác.

Tất cả các đồ thị thử tải phải kèm theo mặt cắt địa chất công trình tại lỗ khoan gần nhất với vị trí cọc thử.

Các mẫu đồ thị kết quả thử tải cọc có thể tham khảo ở Phụ lục F và Phụ lục H.

9.3 Khuyến khích sử dụng các thiết bị cảm biến kết nối với hệ thống thu thập dữ liệu tự động để đảm bảo biểu diễn được kết quả thử tải theo thời gian thực.

9.4 Việc xác định giá trị của sức chịu tải giới hạn của cọc đơn theo đất nền dựa trên các đồ thị kết quả thực tế tại hiện trường được thực hiện theo hướng dẫn nêu trong TCVN 10304.

10 Báo cáo thử tải

10.1 Tùy thuộc vào phương pháp thử tải, việc ghi lại số liệu thử tải cần thực hiện theo các biểu mẫu nhật ký nêu ở các phụ lục E và G.

10.2 Báo cáo thử tải cọc cần trình bày các thông tin chung bao gồm các nội dung sau:

– Nhân sự thực hiện công tác thử tải tại hiện trường và lập báo cáo;

– Thông tin và vị trí của dự án, công trình;

– Số hiệu cọc thử, ngày thi công, vị trí cọc thử;

– Loại cọc, các kích thước của cọc thử;

– Các phương pháp và thời gian thử tải;

– Quy trình thử và tải trọng thử lớn nhất;

– Mô tả các thiết bị tác dụng tải trọng thử gồm bản vẽ bố trí, lắp dựng hệ phản lực, lắp đặt thiết bị thử tải, ảnh chụp hệ thống thiết bị và bố trí thử tải.

– Mô tả các thiết bị đo được sử dụng để đo chuyển vị và tải trọng, bao gồm cả bản vẽ vị trí của chúng.

10.3 Đối với thử tải nén tĩnh cọc có sử dụng neo hoặc cọc neo làm kết cấu phản lực, báo cáo cần bổ sung các thông tin sau:

– Số hiệu neo, ngày thi công, vị trí neo;

– Loại và kích thước neo;

– Vật liệu neo và các thông số cơ bản, tình trạng quan sát (nếu có) của các vị trí bong tróc, nứt nẻ, bề mặt đầu neo, và độ nghiêng lệch so với trục đứng;

– Chiều dài neo;

– Giá trị tính toán của tải trọng neo.

10.4 Các thông tin chi tiết về cọc thử tải phải được trình bày trong báo cáo bao gồm:

– Lỗ khoan hoặc vị trí khảo sát địa chất công trình gần nhất, vị trí của lỗ khoan so với vị trí cọc thử;

– Lượng dùng bê tông hoặc vữa theo chiều sâu đối với cọc khoan nhồi và cọc khoan phun;

– Các thông tin, thông số kỹ thuật của vật liệu cọc thử như loại vật liệu, cường độ, thông số vật lý và hiện trạng quan sát được (nếu có), bao gồm các vị trí bong tróc, vết nứt, bề mặt đầu cọc, và độ nghiêng lệch so với trục đứng;

– Cao độ đầu và mũi cọc thử, cao độ mặt bằng thử tải;

– Chiều dài cọc thử;

– Bản vẽ hoàn công mặt cắt ngang của cọc, thể hiện các vị trí theo độ sâu trên cọc thử có các thay đổi về kích thước, mối nối, bảo vệ mũi cọc (nếu có), vật liệu và vị trí lắp các thiết bị đo đạc;

– Kết quả thử nghiệm không phá hủy (nếu có) nêu ở 6.16 được thực hiện trước hoặc sau khi thử tải.

10.5 Số liệu trình bày trong báo cáo thử tải cọc phải bao gồm:

– Các biểu ghi số liệu thử tải theo các biểu mẫu tham khảo tại các phụ lục E, G;

– Bản ghi điện tử định dạng mở về tải trọng thử và chuyển vị theo thời gian, cùng với bất kỳ đại lượng trung gian nào được sử dụng trong tính toán, với ba chữ số có nghĩa hoặc nhiều hơn, nhưng không vượt quá độ chính xác của phép đo trong trường hợp thử tải với các thiết bị đo điện tử truyền và lưu trữ số liệu trong máy tính;

– Các đồ thị kết quả thử tải;

– Đồ thị nội lực thân cọc, đồ thị giá trị sức kháng đơn vị huy động của đất nền dọc thân cọc (nếu có);

– Các ghi chép hiện trường có liên quan, bao gồm ghi chú về bất kỳ sự gián đoạn hoặc hiện tượng bất thường nào trong quá trình thử tải;

– Hồ sơ hiệu chuẩn của các thiết bị đo đã được sử dụng trong thử tải cọc.

Phụ lục A
(quy định)

Yêu cầu đối với phương án thử tải cọc

A.1 Khi thử tải thăm dò tại hiện trường trong giai đoạn khảo sát xây dựng, phương án thử tải phải xem xét các yếu tố sau:

– Các kết quả khảo sát xây dựng nếu có;

– Dự báo về khả năng thay đổi của các điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn trong quá trình thi công và sử dụng nhà và công trình;

– Đặc điểm của nhà và công trình đang thiết kế và các kết cấu chịu lực của chúng.

– Giá trị tính toán dự kiến của tải trọng và nội lực truyền xuống móng của nhà và công trình đang thiết kế;

– Cao độ san nền dự kiến trong đồ án thiết kế, vị trí đáy đài cọc và cao độ thiết kế của đầu cọc;

– Yêu cầu sử dụng về chuyển vị giới hạn cho phép của công trình, đặc biệt là tại cao độ đáy đài cọc.

– Các kết quả thử tải cọc tại hiện trường đã được thực hiện trước đây tại các công trình lân cận trong điều kiện đất nền tương tự cũng như kinh nghiệm xây dựng và sử dụng công trình.

A.2 Khi thử tải kiểm tra tại hiện trường, phương án thử tải phải được lập trên cơ sở xem xét các nội dung đã được chấp thuận, bao gồm như sau:

– Loại, cấu tạo, hình dạng, kích thước và cao độ thiết kế của cọc;

– Phương pháp hạ hoặc thi công cọc;

– Giá trị tính toán của tải trọng tác dụng lên cọc;

– Điều kiện địa chất công trình.

A.3 Phương án thử tải cọc tại hiện trường được lập trên cơ sở tham khảo các sơ đồ lắp đặt thiết bị để thử tải nêu trong Phụ lục B đồng thời phải chỉ rõ:

– Các trụ địa chất công trình gần vị trí các cọc thử;

– Vị trí các cọc thử;

– Số lượng cọc thử phù hợp với các tiêu chuẩn có liên quan;

– Sơ đồ lắp đặt hệ thống thiết bị thử tải cọc;

– Hướng tác dụng của tải trọng thử và giá trị các cấp tải trong quá trình thử;

– Tải trọng lớn nhất hoặc chuyển vị nhỏ nhất / lớn nhất (độ lún, độ trồi, chuyển vị ngang) của cọc khi thử;

– Các thông tin về cọc thử: loại, vật liệu, kích thước và cấu tạo của cọc, chiều sâu hạ cọc, cao độ của đầu cọc, mũi cọc, cũng như độ chối thiết kế của cọc đóng (độ chối đàn hồi và độ chối dư nếu có thể đo được);

– Biện pháp hạ hoặc thi công cọc thử;

– Các thông tin của cọc neo: loại, vật liệu, kích thước, cấu tạo, chiều sâu cọc neo.

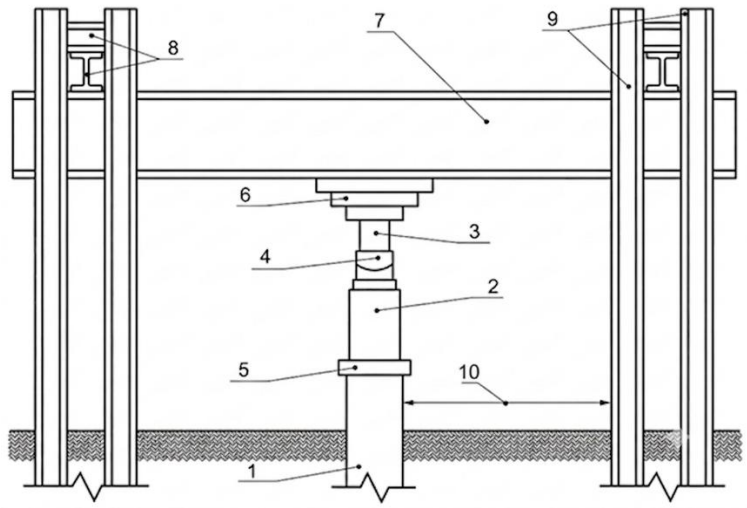
A.4 Phương án thử tải cọc trong vùng nước cũng phải phản ánh được:

- Nhiệt độ nước;
- Chế độ thủy triều;
- Hướng và vận tốc dòng chảy;
- Các điều kiện đặc thù của vùng nước (ao, hồ) cụ thể hoặc vùng biển.

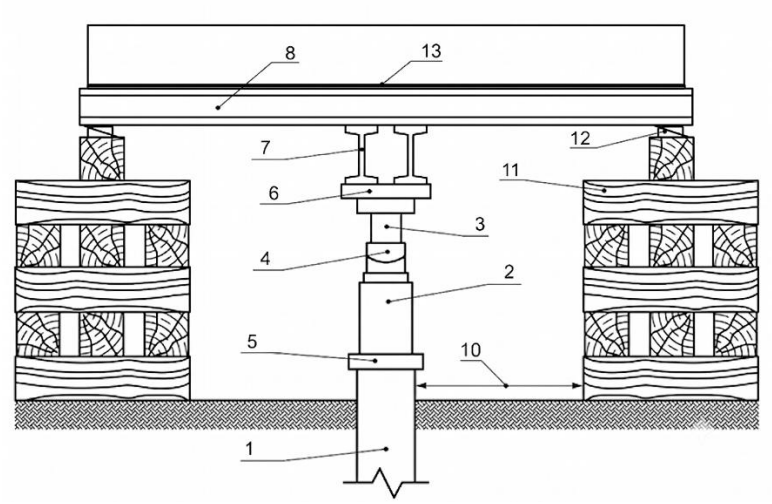
A.5 Trong phương án thử tải phải có luận chứng kinh tế - kỹ thuật và các luận chứng khác về sự cần thiết phải tiến hành thử tải thăm dò, cũng như loại thử nghiệm.

Phụ lục B
(tham khảo)

Sơ đồ nguyên lý lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải tĩnh



a) Sử dụng kích và hệ phản lực cọc neo

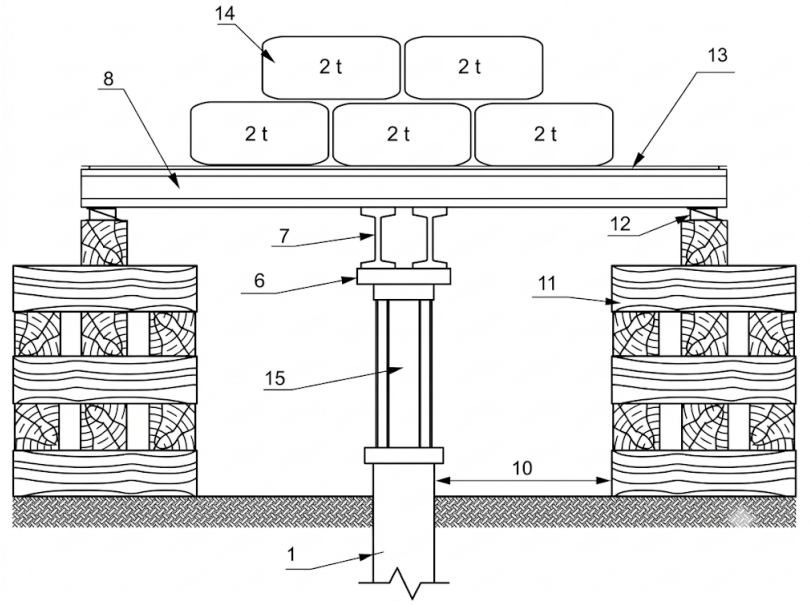


b) Sử dụng kích và hệ phản lực sàn gia tải

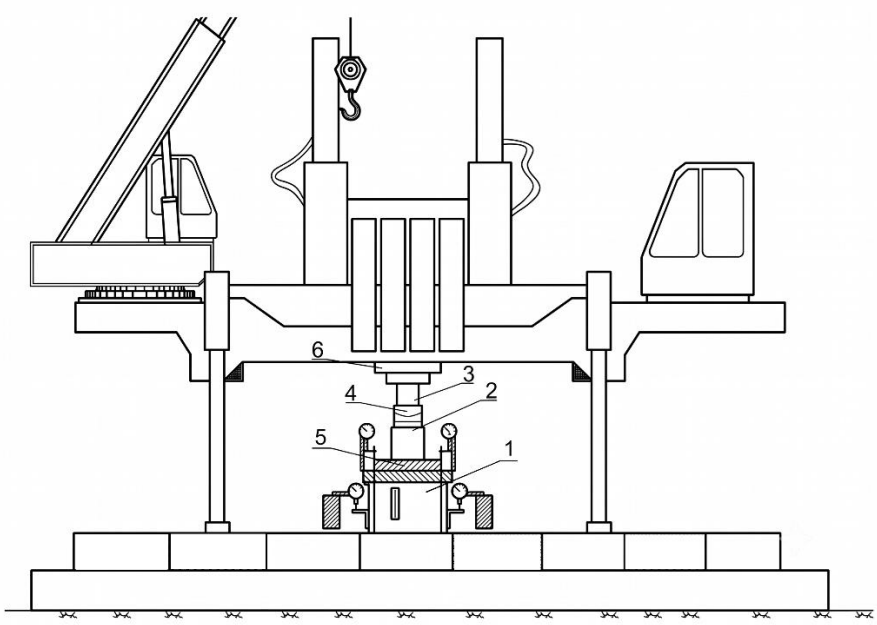
CHÚ DẪN:

1 Cọc thử	6 Tấm thép	11 Gối đỡ
2 Kích thủy lực	7 Dầm chính	12 Nêm
3 Cảm biến lực	8 Dầm phụ	13 Sàn gia tải
4 Chỏm cầu đầu kích	9 Cọc neo	
5 Tấm đệm thép đầu cọc	10 Khoảng cách yêu cầu (xem Bảng 1)	

Hình B.1 – Sơ đồ nguyên lý lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải nén tĩnh



c) Sử dụng tải chất trực tiếp lên sàn gia tải

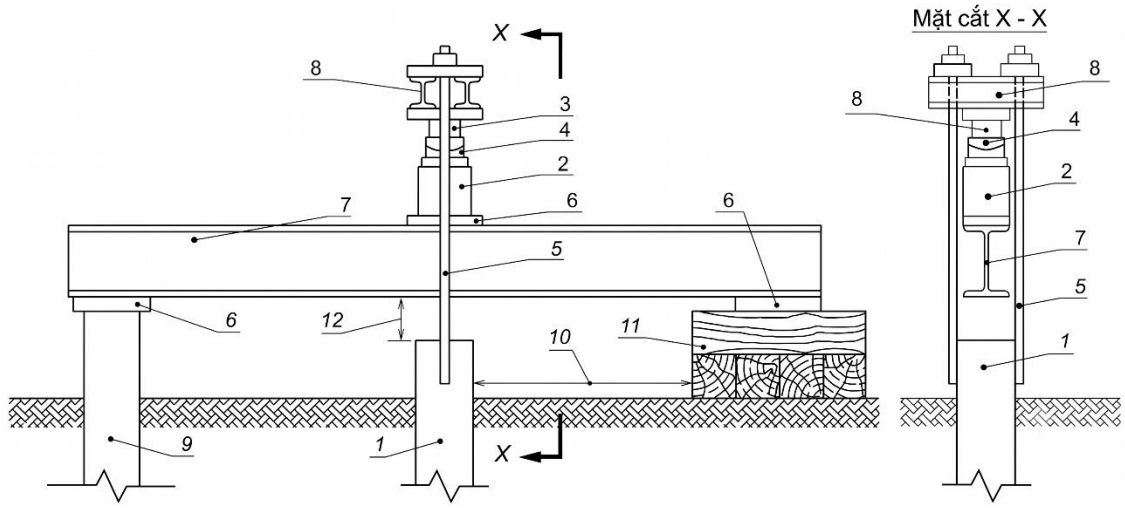


d) Sử dụng kích với đối trọng là máy ép cọc

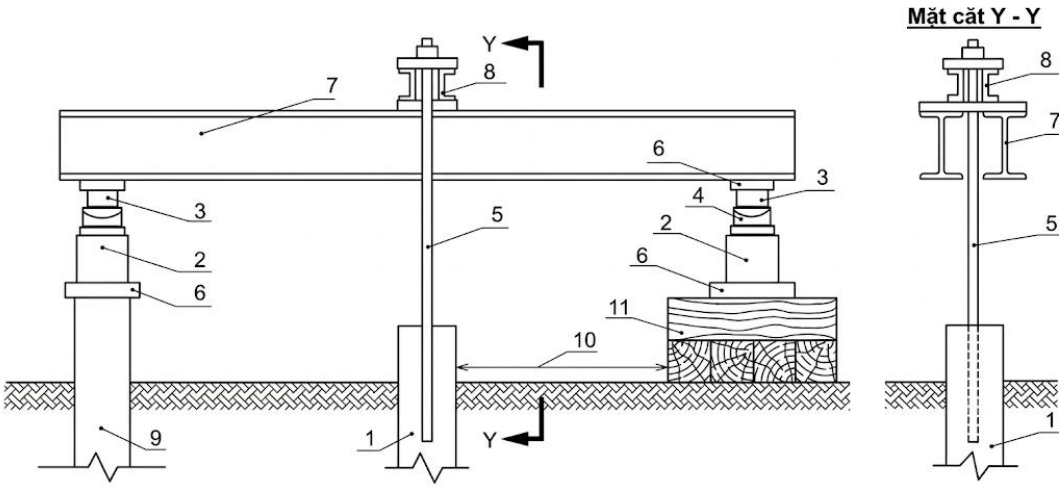
CHÚ DẪN:

1 Cọc thử	6 Tấm thép	12 Nêm
2 Kích thủy lực	7 Dầm chính	13 Sàn gia tải
3 Cảm biến lực	8 Dầm phụ	14 Khối tải có trọng lượng xác định
4 Chỏm cầu đầu kích	10 Khoảng cách yêu cầu (xem Bảng 1)	15 Thanh chống hoặc cục kê
5 Tấm thép đệm đầu cọc	11 Gối đỡ	

Hình B.1 *(kết thúc)*



a) Sử dụng kích đặt chính giữa dầm



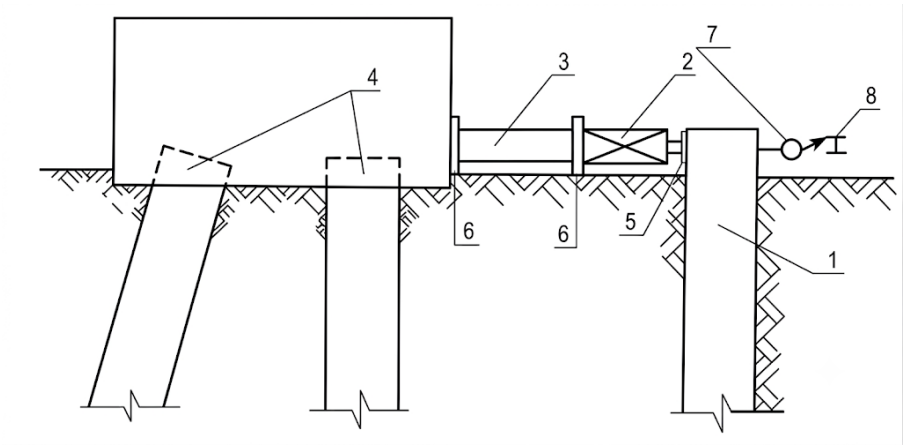
CHÚ THÍCH: Bộ phận kê ở hai đầu dầm phải giống nhau (cùng là cọc phản lực hoặc cùng là các gối đỡ)

b) Sử dụng kích đặt ở hai đầu dầm

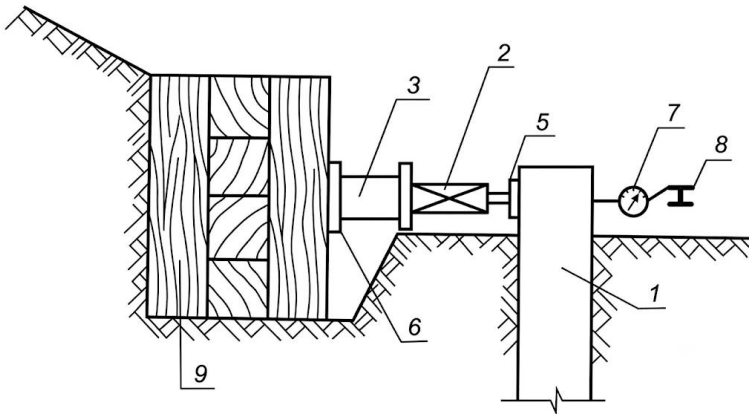
CHÚ DẪN:

1 Cọc thử	7 Dầm chính
2 Kích thủy lực	8 Thanh ngang
3 Cảm biến lực	9 Cọc phản lực
4 Chỏm cầu đầu kích	10 Khoảng cách yêu cầu (xem Bảng 1)
5 Thanh kéo	11 Gối đỡ
6 Tấm thép	12 Khoảng hở giữa đầu cọc và đáy dầm chính

Hình B.2 – Sơ đồ nguyên lý lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải kéo tĩnh



a) Sử dụng cọc phản lực

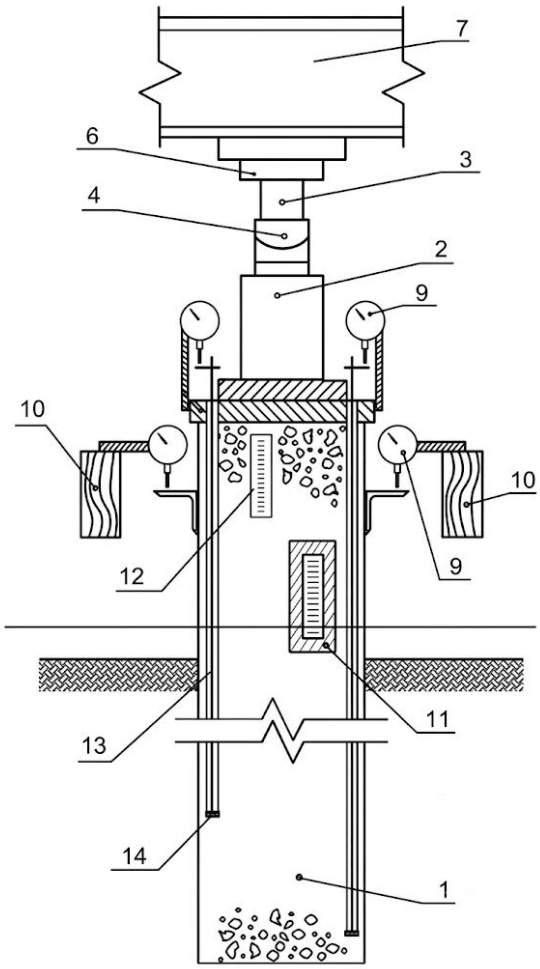


b) Sử dụng hố tựa phản lực

CHÚ DẪN:

1 Cọc thử
2 Kích thủy lực
3 Thanh chống hoặc cục kê
4 Cọc phản lực
5 Tấm thép đệm đầu cọc
6 Tấm thép
7 Thiết bị đo chuyển vị
8 Dầm chuẩn
9 Gối tựa phản lực

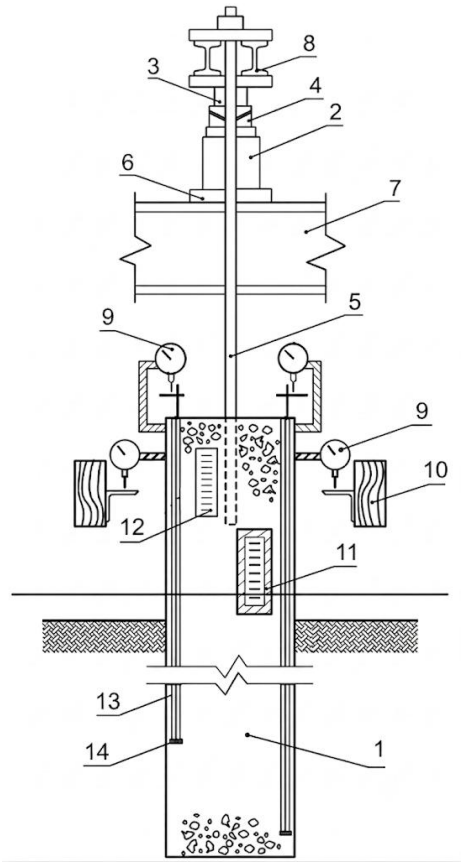
Hình B.3 – Sơ đồ nguyên lý lắp dựng hệ phản lực và lắp đặt thiết bị thử tải ngang tĩnh



CHÚ DẪN:

1 Cọc thử	6 Tấm thép	11 Thước dán
2 Kích thủy lực	7 Dầm chính	12 Thước hoặc mia
3 Cảm biến lực	9 Thiết bị đo chuyển vị	13 Thanh đo co ngắn
4 Chỏm cầu đầu kích	10 Dầm chuẩn	14 Vị trí đo chuyển vị thân cọc

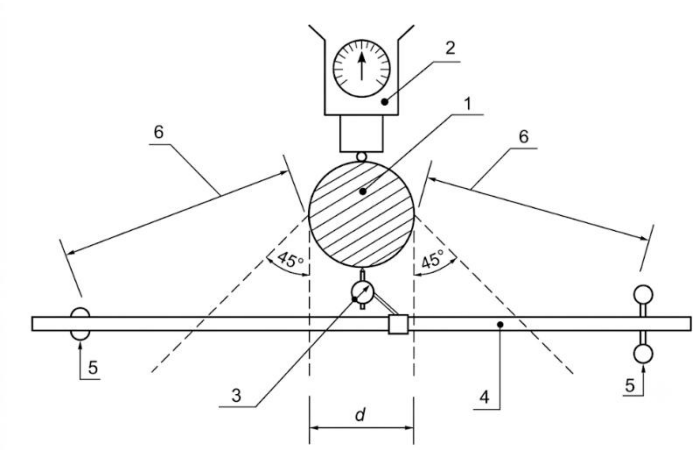
Hình B.4 – Sơ đồ nguyên lý lắp đặt thiết bị đo chuyển vị trong thử tải nén tĩnh



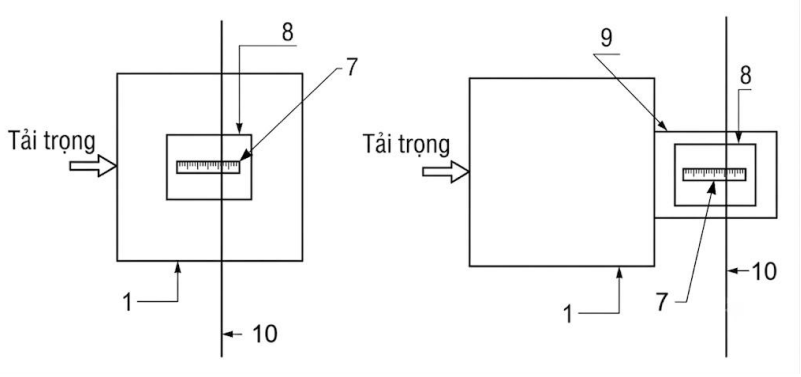
CHÚ DẪN:

1 Cọc thử
2 Kích thủy lực
3 Cảm biến lực
4 Chỏm cầu đầu kích
5 Thanh kéo
6 Tấm thép
7 Dầm chính
8 Thanh ngang
9 Thiết bị đo chuyển vị
10 Dầm chuẩn
11 Thước dán
12 Thước hoặc mia
13 Thanh đo co ngắn
14 Vị trí đo chuyển vị thân cọc

Hình B.5 – Sơ đồ nguyên lý lắp đặt thiết bị đo chuyển vị trong thử tải kéo tĩnh



a) Sử dụng thiết bị đo chuyển vị và dầm chuẩn

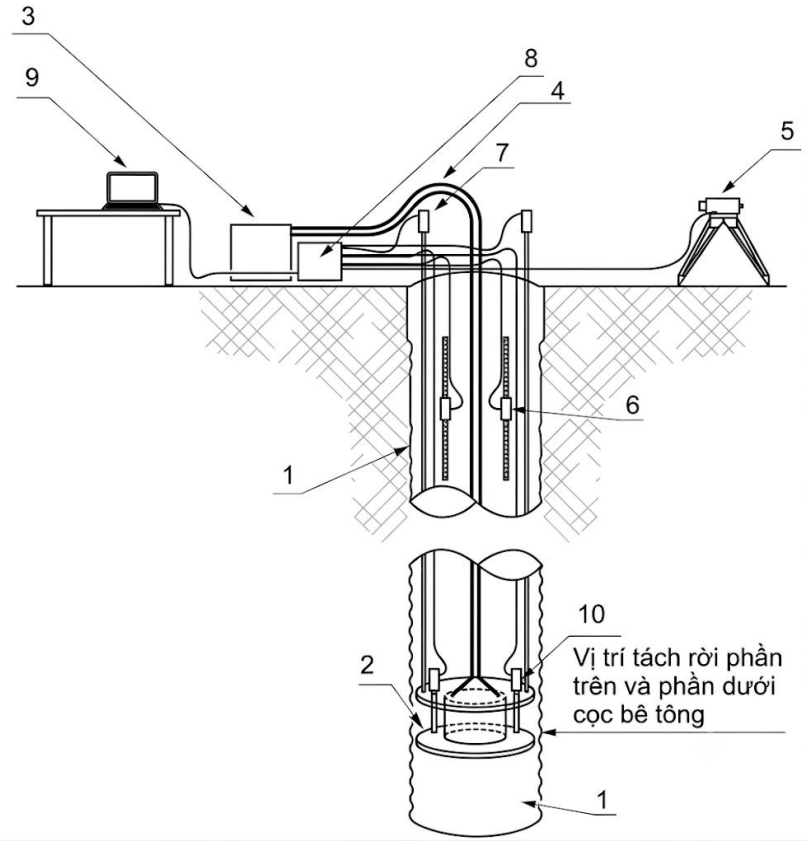


b) Sử dụng thước dán và dây chuẩn

CHÚ DẪN:

1 Cọc thử
2 Kích thủy lực
3 Thiết bị đo chuyển vị
4 Dầm chuẩn
5 Chân đỡ dầm chuẩn
6 Khoảng cách yêu cầu (xem Bảng 1)
7 Thước dán
8 Mảnh gương
9 Giá đỡ
10 Dây chuẩn

Hình B.6 – Sơ đồ nguyên lý lắp đặt thiết bị đo chuyển vị trong thử tải ngang tĩnh



CHÚ DẪN:

1	Cọc thử	6	Cảm biến biến dạng
2	Buồng lắp kích thủy lực	7	Cảm biến áp lực thủy lực
3	Bơm thủy lực	8	Bộ ghi dữ liệu
4	Dây dẫn thủy lực cao áp	9	Máy tính
5	Máy thủy bình hoặc thiết bị đo chuyển vị đầu cọc	10	LVDT hoặc thanh đo co ngắn để đo độ giãn ra của kích thủy lực

Hình B.7 – Sơ đồ nguyên lý lắp đặt các thiết bị thử tải tĩnh cọc theo phương pháp thử tải tĩnh hai chiều

Phụ lục C
(tham khảo)

Phương pháp đo và thiết bị đo biến dạng dọc trục của cọc

C.1 Phương pháp đo biến dạng dọc trục cọc

Đo biến dạng dọc trục của thân cọc được áp dụng cho tất cả các phương pháp thử tải tĩnh. Thử tải nén và kéo tĩnh cọc sử dụng 2 phương pháp đo biến dạng dọc trục cọc với các thiết bị và dụng cụ khác nhau:

– Xác định biến dạng dọc trục của cả cọc hoặc một đoạn thân cọc bằng các thiết bị đo chuyển vị và thanh đo co ngắn. Tỷ số giữa chênh lệch chuyển vị của 2 điểm đo và khoảng cách giữa 2 điểm chính là biến dạng trung bình của đoạn cọc đó;

– Đo biến dạng dọc trục của thân cọc trực tiếp bằng cảm biến biến dạng. Cảm biến đo trực tiếp biến dạng tại vị trí lắp đặt nó thường được chỉ định trước trong phương án thử tải.

C.2 Xác định biến dạng dọc trục cọc bằng thiết bị đo chuyển vị

Xác định biến dạng dọc trục của thân cọc giới hạn bởi đầu cọc và điểm cuối của thanh đo co ngắn hoặc giữa các điểm cuối của các thanh đo co ngắn có chiều dài khác nhau cùng được lắp đặt trong thân cọc. Nếu không được bố trí tại trọng tâm tiết diện cọc thì các thanh đo co ngắn được lắp đặt thành cặp đối xứng, đối diện, song song với nhau và cách đều trục cọc tại các vị trí độ sâu được ấn định trước trên thân cọc.

Khoảng cách từ đầu cọc đến điểm cuối của thanh đo co ngắn được làm tròn đến 1 cm. Thanh đo co ngắn phải được bảo vệ bằng một ống đường kính nhỏ bằng thép hoặc vật liệu khác phù hợp. Điểm cuối thanh đo co ngắn có mũi tròn hoặc nhọn tựa lên một tấm thép cố định có bề mặt phẳng và nhẵn. Làm sạch và bôi dầu thanh đo co ngắn trước và trong khi lắp đặt. Lắp thêm bộ phận định tâm ngăn ngừa chuyển vị ngang nhưng không làm ảnh hưởng chuyển vị dọc của thanh.

Thiết bị đo chuyển vị phải có khoảng đo tối thiểu 25 mm và có vạch chia nhỏ nhất cùng độ chính xác tương đương 0,01 mm. Đầu trên của thanh đo co ngắn là điểm tỳ đầu đo của thiết bị đo chuyển vị. Vị trí này cần được mài phẳng, nhẵn hoặc gắn một miếng kính vuông góc với trục đo của thiết bị. Cần có tính toán bù nhiệt khi xác định biến dạng dọc trục của cọc bằng thanh đo co ngắn.

C.3 Đo bằng cảm biến biến dạng

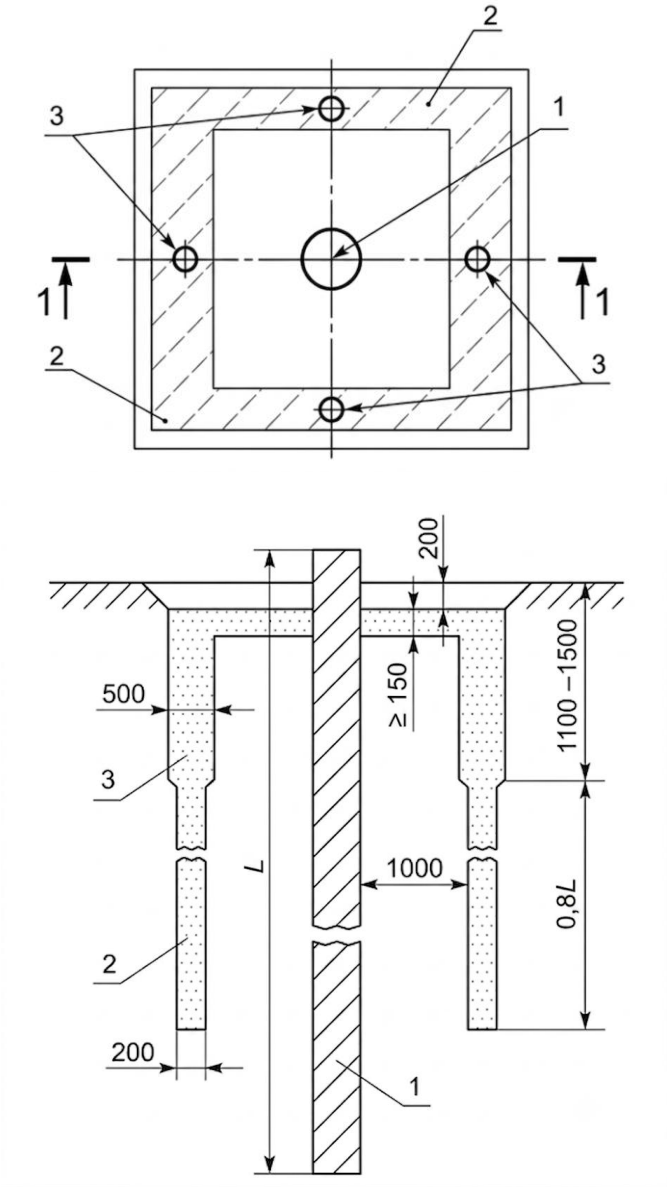
Đo biến dạng dọc trực tiếp bằng các cảm biến biến dạng bố trí dọc thân cọc theo khoảng cách đều hoặc tại các điểm địa tầng có thay đổi đáng kể. Cảm biến nên đặt gần với nhưng không đặt tại các vị trí có sự thay đổi đáng kể về tiết diện, mật độ cốt thép chủ, vị trí kết thúc của ống vách. Lắp đặt các cảm biến đơn dọc theo trục cọc, thành một cặp hoặc nhiều cặp bố trí đối xứng, đối diện, cách đều nhau và song song với trục cọc. Đo và ghi lại khoảng cách từ đỉnh cọc đến vị trí cảm biến và làm tròn gần nhất đến 1 cm. Các cảm biến dự kiến sử dụng phải có chứng nhận hiệu chuẩn trong đó có số đo ban đầu và hướng dẫn tính toán bù nhiệt của nhà sản xuất.

CHÚ THÍCH 1: Để diễn giải các số liệu đo biến dạng và dự tính ứng suất thân cọc, cần thu thập các thông số độ bền vật liệu cọc, độ cứng và diện tích mặt cắt ngang theo chiều sâu cọc. Lưu ý rằng các thông số độ cứng thay đổi theo ứng suất tác dụng khi thử tải đặc biệt với vữa hoặc bê tông. Một số thông số được tham khảo từ hồ sơ thiết kế, kết quả vật liệu, trong hồ sơ thi công cọc và từ chính dữ liệu thử tải cọc.

CHÚ THÍCH 2: Khi thử tải cho cọc khoan nhồi, kích thước, hình dáng, vật liệu thành phần và các đặc tính của cọc có thể ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc và quá trình diễn giải số liệu đo biến dạng.

Phụ lục D
(tham khảo)

Sơ đồ thấm ướt cục bộ đất quanh cọc thử tải nén tĩnh



Mặt cắt 1-1

CHÚ DẪN:

1 Cọc thử
2 Rãnh lấp đá dăm
3 Lỗ khoan
L Chiều sâu cọc

CHÚ THÍCH: Số lượng lỗ khoan, chiều sâu và đường kính của các lỗ khoan được xác định theo nhu cầu làm bão hòa nước lớp đất lún ướt trong phạm vi rãnh đào đến hết phạm vi các lớp đất này.

Hình D.1 – Sơ đồ thấm ướt cục bộ đất quanh cọc thử tải nén tĩnh

Phụ lục E
(tham khảo)

Biểu mẫu nhật ký thử tải động tại hiện trường

Đơn vị: _____ Vị trí: _____
Hạng mục: _____ Công trình: _____

NHẬT KÝ
Thử tải động cọc

Thời gian thử tải: Bắt đầu: ___ giờ__, ngày __tháng __ năm ____
Kết thúc: ___ giờ__, ngày __tháng __ năm ____

Tên cọc: _____
Loại cọc: _____
Vật liệu cọc: _____
Máy đóng cọc: _____
Ngày sản xuất cọc: _____
Kích thước mặt cắt, bên trên: _____ cm
bên dưới: _____ cm
Chiều dài cọc (không kể mũi): _____ m
Chiều dài mũi cọc: _____ m
Khối lượng cọc: _____ t
Số lô xuất xưởng: _____

Ngày thi công: _____
_____
Loại búa: _____
Tổng khối lượng búa: _____ t
Khối lượng phần va đập (pít tông): _____ t
Năng lượng búa (thông số nhà sản xuất): ____ kN·m
Số búa / min (thông số nhà sản xuất): _____
Khối lượng mũ chụp đầu cọc: _____ t
Đệm đầu cọc: _____
Phương pháp đo độ chối cọc: _____
(Thiết bị đo chối, thước kẻ…) _____

Đóng cọc

Chiều sâu đóng (m)	Số lần đóng búa cho 1 m hoặc 10 cm	Chiều cao nâng búa (chiều cao pít tông), (cm)	Độ chối trung bình (cm)	Số lần đóng búa (tính từ đầu)	Ghi chú

Vị trí khảo sát địa chất công trình liền kề

Số hiệu lỗ khoan №: _____

Thời gian hoàn thành: _____

Khoảng cách tới cọc: _____ m

Mô tả tóm tắt mặt cắt địa kỹ thuật tại vị trí cọc:

_____

_____

Các cao độ tuyệt đối

- Đầu cọc sau đóng búa: _____ m
- Mũi cọc: _____ m
- Mặt đất: _____ m
- Chiều sâu đóng cọc: _____ m

Điều kiện đầu cọc sau khi đóng:

_____

Nhiệt độ nước khi thử tải cọc dưới nước:

_____ °C

Nhiệt độ không khí: _____ °C

Vỗ lại cọc

Ngày đóng lại Ng/th/n	Khoảng thời gian nghỉ (ngày)	Số lần đóng búa	Độ chối (cm)	Độ chối trung bình (cho 1 búa)
		3		
		5		

Phương pháp đo độ chối:

(bằng thiết bị đo chối, thước kẻ…)

Nhật ký này có:_____trang

Phụ trách thử tải cọc tại hiện trường: _____ _____
Họ và tên Chữ ký

Nhân viên thử nghiệm: _____ _____
Họ và tên Chữ ký

_____ _____
Họ và tên Chữ ký

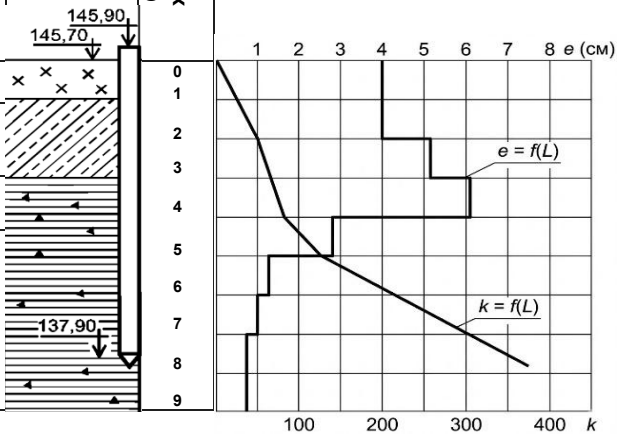
Nhà thầu thi công cọc: _____ _____
Họ và tên Chữ ký

Trang này của Nhật ký cung cấp thêm bản vẽ vị trí thực tế của các cọc thử cũng như vị trí các điểm khảo sát địa chất công trình.

Phụ lục F
(tham khảo)

Biểu mẫu kết quả thử tải động tại hiện trường

Số thứ tự lớp đất	Cao độ lớp đất (m)		Chiều dày lớp đất	Mô tả đất	Ký hiệu địa chất	Chiều dài xuyên cọc *l* (m)
	Độ sâu	Cao độ				
1	0,50	145,10	0,50	Đất rời		
2	3,20	142,50	2,60	Đất thịt có độ dẻo thấp thấu kính cát		
3	5,00	140,70	1,80	Sét dẻo mềm		
4	9,00	138,70	4,00	Sét dẻo mềm lẫn sỏi và đá dăm		



a) Cột địa tầng b) Đồ thị *k – L và* đồ thị e – *L*

CHÚ DẪN:

e là độ chối của cọc, đo bằng xentimét (cm)

k là số lần đóng búa

L chiều sâu hạ cọc

Hình F.1 – Ví dụ biểu mẫu kết quả thử tải động

Phụ lục G
(tham khảo)

Biểu mẫu nhật ký thử tải tĩnh tại hiện trường

(Trang đầu của biểu mẫu)

Đơn vị: _____ Vị trí: _____
Hạng mục: _____ Công trình: _____

NHẬT KÝ

Thử tải nén (kéo, ngang) tĩnh tại hiện trường

Thời gian thử tải, bắt đầu: ____ giờ, ngày____ tháng ___năm ___
Kết thúc: ____ giờ, ngày____ tháng ___năm ___

Tên cọc:_____
Loại cọc: _____
Vật liệu cọc:_____
Ngày sản xuất cọc: _____
Kích thước mặt cắt, bên trên: _____ cm
Bên dưới: _____ cm
Chiều dài cọc (không kể mũi):_____ m
Chiều dài mũi cọc:_____ m
Khối lượng cọc: _____ t
Vị trí khảo sát địa chất công trình liền kề
Số hiệu lỗ khoan №: _____
Thời gian hoàn thành: _____
Khoảng cách tới cọc:_____ m
Mô tả tóm tắt mặt cắt địa kỹ thuật tại vị trí cọc: _____
_____
_____
_____
Nhiệt độ nước khi thử tải cọc dưới nước:
_____ °C
Nhiệt độ không khí: _____ °C

Biện pháp thi công hoặc máy thi công:
_____
Thiết bị đã thi công hạ cọc: _____
_____
_____
_____
Các cao độ tuyệt đối:
Đầu cọc sau thi công:_____ m
Mũi cọc: _____m
Mặt đất:_____m
Điều kiện đầu cọc sau khi thi công (đóng cọc)
_____
_____
Chiều sâu cọc (trong đất): _____m
_____
Loại thiết bị đo chuyển vị cọc: _____
_____
_____

CHÚ THÍCH: Trang đầu tiên của nhật ký đính kèm sơ đồ lắp đặt thử tải thực tế và vị trí của các thiết bị đo cũng như vị trí khảo sát địa chất công trình

(trang tiếp theo của biểu mẫu)

Tên hạng mục: Thử tải nén tĩnh Tên cọc: _____ Trang số: _____

Ngày	Thời gian (h:min)	Khoảng đo số liệu Δt (min)	Tải trọng (kN)	Số đọc chuyển vị lún (mm)				Chuyển vị trung bình $S = \Sigma S / n$ (mm)	Số gia chuyển vị ΔS (mm)	Tổng chuyển vị ΣS (mm)	Tổng thời gian $\Sigma \Delta t$ (min)	Ghi chú
				S_1	S_2	S_3	S_n					
CHÚ DẪN: *n* là số thiết bị đo chuyển vị.												

(trang cuối của biểu mẫu)

Kích số №: _____ tải trọng_____kN; Thiết bị đo áp lực số №: _____thang đo_____ MPa (atm)

Diện tích pít tông: _____ cm^2

Vạch chia thiết bị đo áp lực: _____ MPa (atm)

Số thứ tự cấp tải	Số gia tải trọng (kN)	Tổng tải trọng thử (kN)	Số đo áp lực kích (MPa)	Ghi chú
1				
2				
3				
…				
…				
…				
m				
CHÚ DẪN: *m* là số thứ tự cấp tải.				

Nhật ký này có: _____ trang

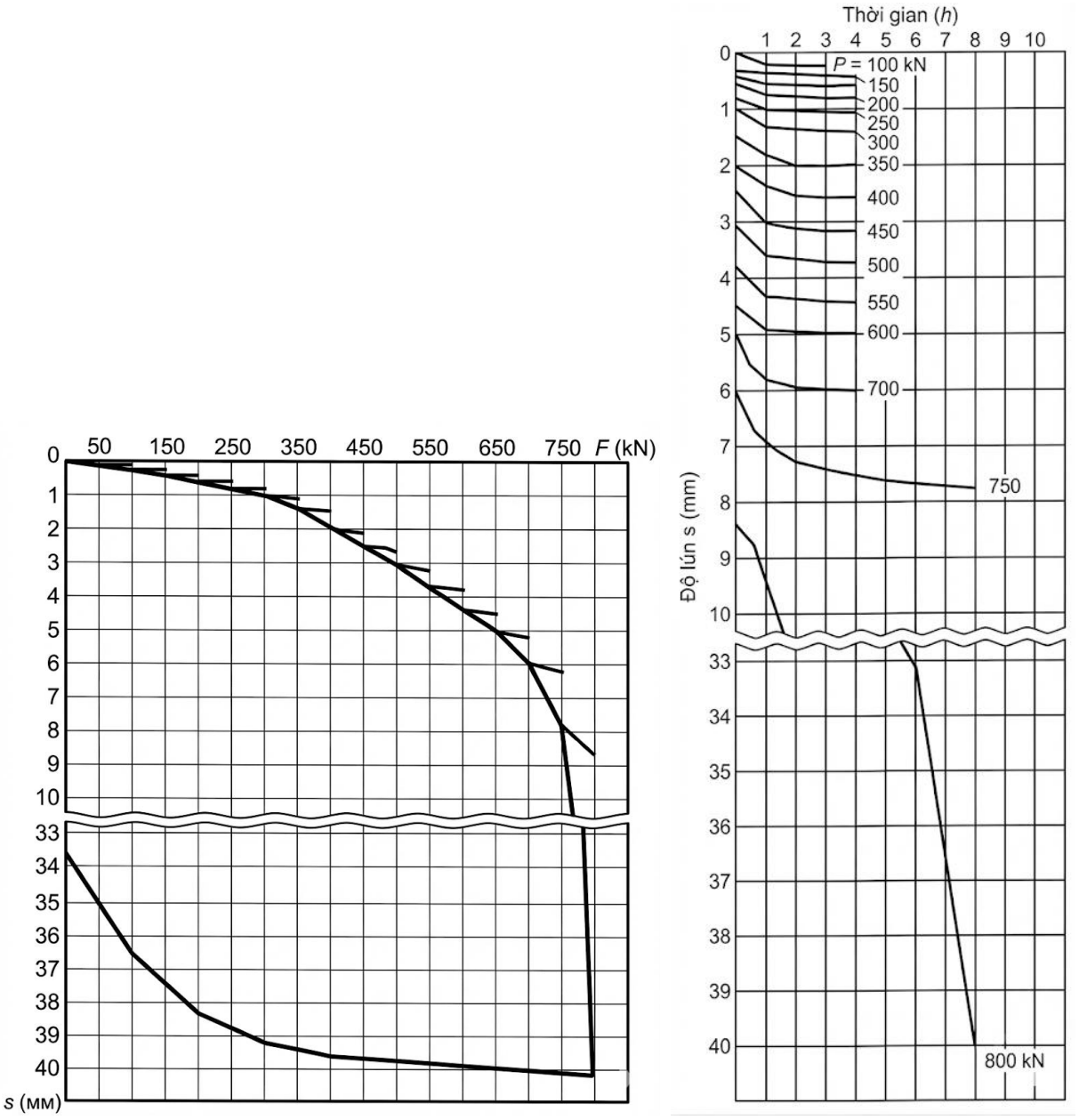
Phụ trách thử tải hiện trường: _____ Họ và tên _____ Chữ ký

Nhân viên thử nghiệm: _____ Họ và tên _____ Chữ ký

_____ Họ và tên _____ Chữ ký

Phụ lục H
(tham khảo)

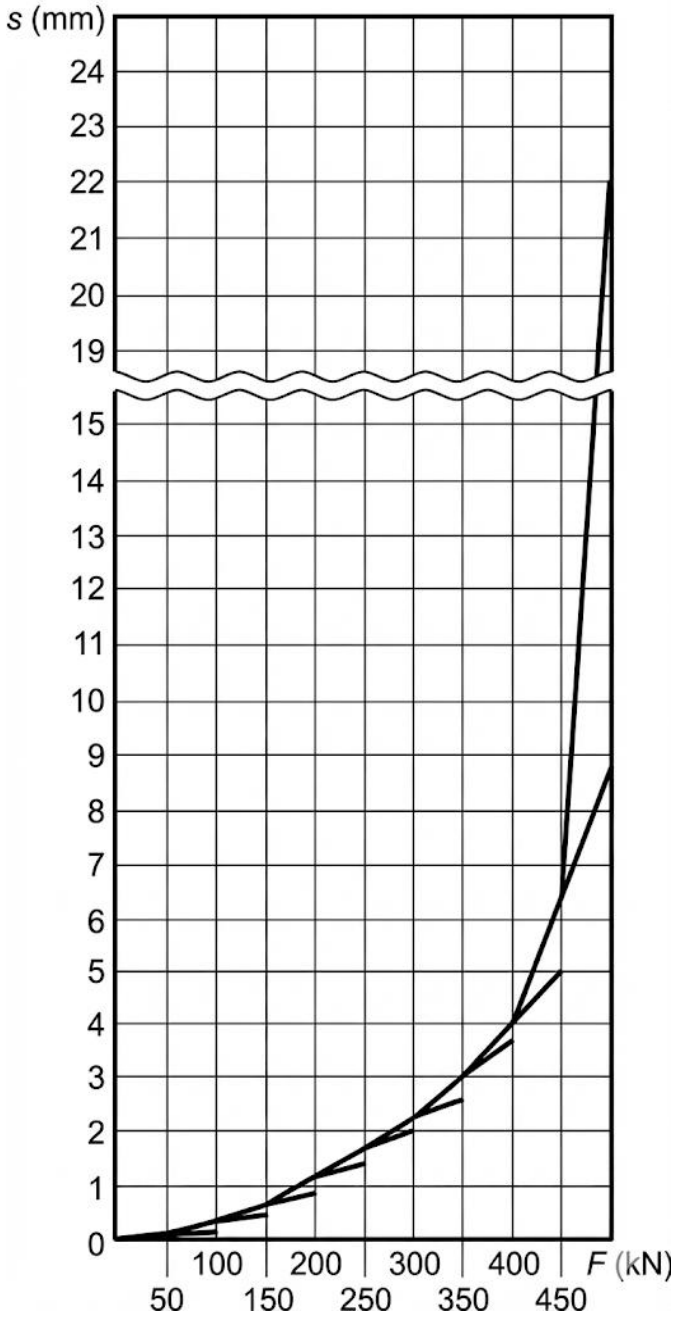
Đồ thị mẫu kết quả thử tải tĩnh cọc



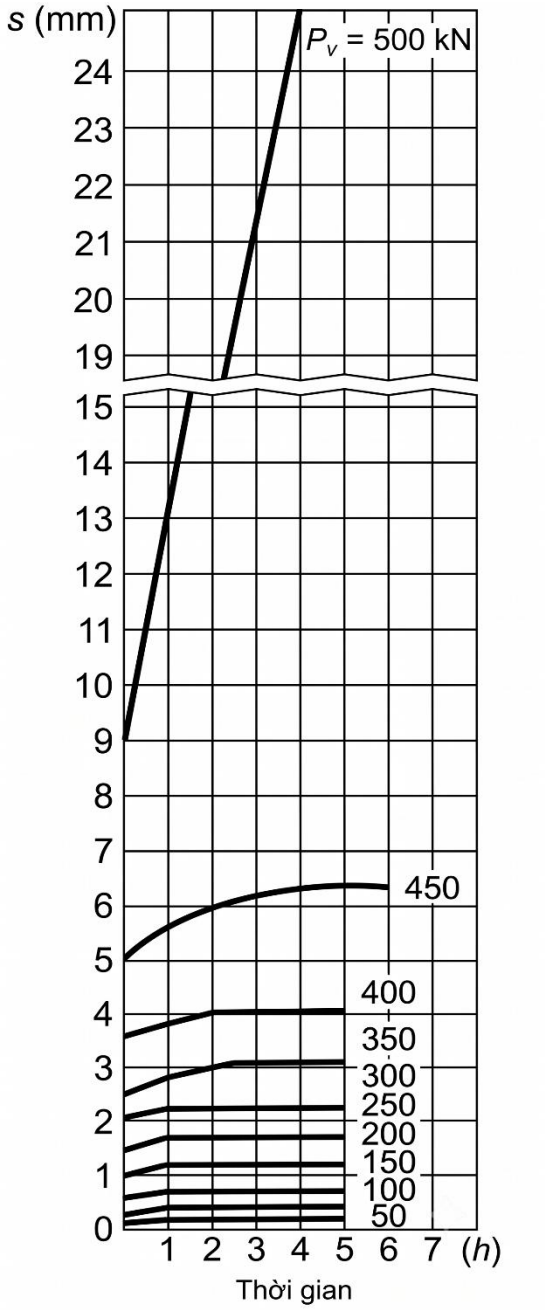
a) Đồ thị độ lún *s* − tải trọng *F*

b) Đồ thị
độ lún *s* từng cấp tải − thời gian *t*

Hình H.1 – Đồ thị mẫu biểu diễn kết quả thử tải nén tĩnh

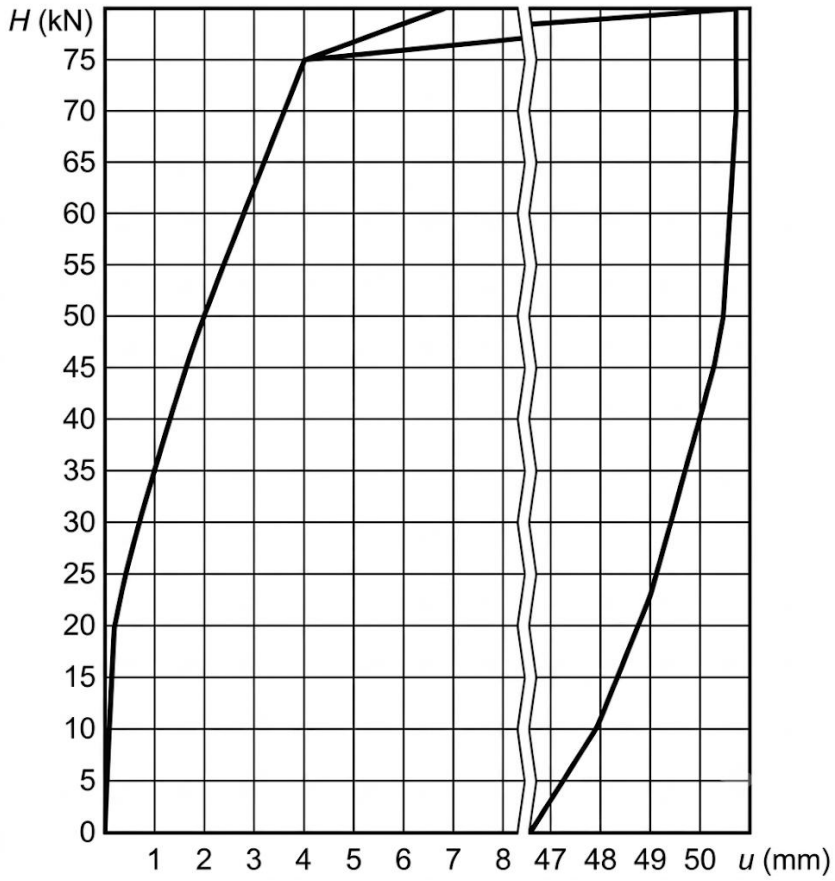


a) Đồ thị độ trồi *s* – tải trọng F

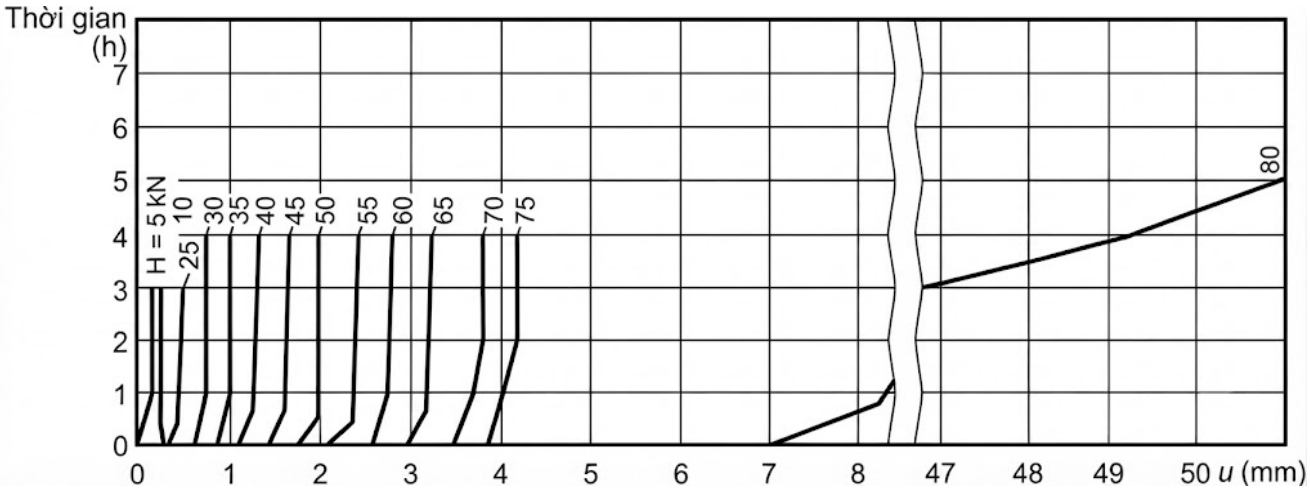


b) Đồ thị độ trồi *s* từng cấp tải – thời gian *t*

Hình H.2 – Đồ thị mẫu biểu diễn kết quả thử tải kéo tĩnh



a) Đồ thị chuyển vị ngang *u* – tải trọng ngang *H*



b) Đồ thị chuyển vị ngang *u* từng cấp tải – thời gian *t*

Hình H.3 – Đồ thị mẫu biểu diễn kết quả thử tải ngang tĩnh

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] TCVN 8722, *Đất xây dựng công trình thủy lợi – Phương pháp xác định các đặc trưng lún ướt của đất trong phòng thí nghiệm*

[2] TCVN 8725, *Đất xây dựng công trình thủy lợi –Phương pháp xác định sức chống cắt của đất hạt mịn mềm yếu bằng thí nghiệm cắt cánh ở trong phòng*

[3] TCVN 9362, *Thiết kế nền cho nhà và công trình*

[4] TCVN 9395, *Cọc khoan nhồi – Thi công và nghiệm thu*

[5] TCVN 9396, *Cọc khoan nhồi – Xác định tính đồng nhất của bê tông – Phương pháp xung siêu âm*

[6] TCVN 9397, *Cọc – Kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp động biến dạng nhỏ*

[7] TCVN 14393, *Nhà và công trình trong vùng khai thác mỏ và đất lún ướt – Yêu cầu thiết kế*

[8] ISO 22477-1, *Geotechnical investigation and testing – Testing of Geotechnical structures – Part 1: Testing of piles: static compression load testing* (Khảo sát và thử nghiệm địa kỹ thuật – Thử nghiệm kết cấu địa kỹ thuật – Phần 1: Thử tải cọc: Thử tải nén tĩnh)

[9] ASTM D1143/D1143M-26*, Standard Test Methods for Deep Foundation Elements Under Static Axial Compressive Load* (Các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho cọc bằng tải trọng tĩnh nén dọc trục)

[10] ASTM D3689/D3689M-22, *Standard Test Methods for Deep Foundation Elements Under Static Axial Tensile Load* (Các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho cọc bằng tải trọng tĩnh kéo dọc trục)

[11] ASTM D3966/D3966M-22, *Standard Test Methods for Deep Foundation Elements Under Static Lateral Load* (Các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho cọc bằng tải trọng tĩnh tác dụng ngang trục)

[12] ASTM D8169/D8169M-18, *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Bi-Directional Static Axial Compressive Load* (Các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho cọc bằng tải trọng tĩnh nén hai chiều)

[13] GOST 5686:2020 (and amendment No.1)*, Soils – Field test methods by piles* (Đất – Các phương pháp thử nghiệm cọc tại hiện trường cùng sửa đổi 1)

[14] IS 2911-4:2013, *Design and construction of pile foundations – Part 4: Load test on piles* (Thiết kế và thi công móng cọc – Phần 4: Thử tải cọc)

[15] JGJ 106-2014, *Technical code for testing of building foundation piles* (Thử nghiệm móng cọc của nhà)