

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 9395:2012**

Xuất bản lần 1

**CỌC KHOAN NHỒI –  
THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Bored pile – Construction, check and acceptance*

**HÀ NỘI – 2012**



## Mục lục

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Quy định chung.....	5
4 Công tác chuẩn bị.....	6
5 Dung dịch khoan.....	6
6 Công tác tạo lỗ khoan.....	7
7 Công tác gia công và hạ cốt thép.....	8
8 Xử lý cặn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ bê tông.....	9
9 Đổ bê tông.....	10
10 Rút ống vách và vệ sinh đầu cọc.....	10
11 Kiểm tra và nghiệm thu.....	10
12 Các biện pháp an toàn lao động.....	11
13 Các biện pháp an toàn lao động.....	14
Phụ lục A (Tham khảo) Thang điểm kiểm tra tính toàn khối cọc khoan nhồi.....	16
Phụ lục B (Tham khảo) Sơ đồ đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi.....	17
Phụ lục C (Tham khảo) Báo cáo tổng hợp thi công cọc khoan nhồi.....	18

**Lời nói đầu**

**TCVN 9395:2012** được chuyển đổi từ TCXDVN 326:2004 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9395:2012** do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu

*Bored pile – Construction, check and acceptance*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thi công và nghiệm thu cọc khoan nhồi bê tông cốt thép đường kính lớn hơn hoặc bằng 60 cm trừ những công trình có điều kiện địa chất đặc biệt như vùng có hang các-tơ, mái đá nghiêng.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau 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 5308:1991, *Quy phạm kỹ thuật an toàn trong xây dựng*.

TCVN 9393:2012, *Cọc – Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục*.

TCVN 9396:2012, *Cọc khoan nhồi – Phương pháp xung siêu âm xác định tính đồng nhất của bê tông*.

TCVN 9397:2012, *Cọc – Thí nghiệm kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp động biến dạng nhỏ*.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

#### 3.1

#### **Cọc khoan nhồi** (Bored pile)

Loại cọc tiết diện tròn được thi công bằng cách khoan tạo lỗ trong đất sau đó lấp đầy bằng bê tông cốt thép.

#### 3.2

#### **Dung dịch khoan** (Stabilizing fluids)

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

#### 3.3

#### **Thép gia cường** (Stiffening rings)

Vòng thép tròn đặt phía trong cốt thép chủ của lồng thép để tăng độ cứng của lồng khi vận chuyển và lắp dựng.

### **3.4**

#### **Con kê (Spacers)**

Phụ kiện bằng thép bản hoặc xi măng-cát (hình tròn) dùng định vị lồng thép trong lỗ khoan.

## **4 Quy định chung**

**4.1** Khi thi công gần các công trình hiện có phải có biện pháp quan trắc các công trình này và lựa chọn giải pháp thi công thích hợp để đảm bảo an toàn ổn định cho chúng. Nhà thầu được đưa các giải pháp đảm bảo an toàn công trình lân cận vào giá chào thầu.

**4.2** Người chịu trách nhiệm thiết kế tổ chức thi công, chọn biện pháp, thiết bị phải có trình độ và kinh nghiệm thi công cọc nhồi qua ít nhất 1 công trình tương tự, cán bộ và công nhân tham gia thi công phải được huấn luyện và đào tạo tay nghề.

**4.3** Nhà thầu cần lập biện pháp thi công đầy đủ bản vẽ và thuyết minh chi tiết trình chủ đầu tư phê duyệt trước khi tiến hành thi công. Trong khi thi công phải tiến hành kiểm tra từng công đoạn, khi đạt yêu cầu mới được thi công công đoạn tiếp theo.

**4.4** Nghiệm thu móng cọc khoan nhồi dựa theo các quy định hiện hành.

## **5 Công tác chuẩn bị**

**5.1** Để có đầy đủ số liệu cho thi công cọc đại trà, nhất là trong điều kiện địa chất phức tạp, các công trình quan trọng, cọc chịu tải trọng lớn, thời gian lắp dựng cốt thép, ống siêu âm và đổ bê tông một cọc kéo dài, Nhà thầu phải tiến hành thí nghiệm việc giữ thành hố khoan, thi công các cọc thử và tiến hành thí nghiệm cọc bằng tải trọng tĩnh, kiểm tra độ toàn khối của bê tông cọc theo quy định của Thiết kế.

**5.2** Trước khi thi công cọc cần tiến hành kiểm tra các công tác chuẩn bị để thi công cọc theo biện pháp thi công được duyệt, có thể gồm:

a) Hiểu biết rõ điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn, chiều dày, thể nằm và đặc trưng cơ lý của các lớp đất, kết quả quan trắc mực nước ngầm; áp lực nước lỗ rỗng, tốc độ dòng chảy của nước trong đất, khí độc hoặc khí dễ gây cháy nổ ...;

b) Tìm hiểu khả năng có các chướng ngại dưới đất để có biện pháp loại bỏ chúng, đề xuất biện pháp phòng ngừa ảnh hưởng xấu đến công trình lân cận và công trình ngầm; nếu chưa có hồ sơ hiện trạng các công trình lân cận và công trình ngầm, Nhà thầu phải yêu cầu Chủ đầu tư tiến hành công tác khảo sát, đo vẽ lập hồ sơ; biên bản lập với các chủ sở hữu các công trình liền kề phải được cơ quan có thẩm quyền bảo lãnh;

CHÚ THÍCH: Nhà thầu tham khảo hồ sơ do Chủ đầu tư cấp là chính, nếu còn thiếu thì bổ sung trong hồ sơ dự thầu.

- c) Kiểm tra vật liệu chính (thép, xi măng, dung dịch khoan, phụ gia, cát, đá, nước sạch...), chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất, và kết quả thí nghiệm kiểm định chất lượng;
- d) Thi công lưới trặc đặc định vị các trục móng và toạ độ các cọc cần thi công;
- e) Thi công các công trình phụ trợ, đường cấp điện, cấp thoát nước, hố rửa xe; hệ thống tuần hoàn vữa sét (kho chứa, trạm trộn, bể lắng, đường ống, máy bơm, máy tách cát..);
- f) San ủi mặt bằng và làm đường phục vụ thi công, đủ để chịu tải trọng của thiết bị thi công lớn nhất, lập phương án vận chuyển đất thải, tránh gây ô nhiễm môi trường;
- g) Tập kết vật tư kỹ thuật và thiết bị, kiểm tra máy móc, thiết bị trong tình trạng sẵn sàng hoạt động tốt; dụng cụ và thiết bị kiểm tra chất lượng phải có kiểm chuẩn của cơ quan đủ thẩm quyền;
- h) Chuẩn bị dung dịch khoan, cốt thép cọc, ống siêu âm, ống đặt sẵn để khoan lấy lõi bê tông (nếu cần), thùng chứa đất khoan, máy khoan và các thiết bị phụ trợ (cần cẩu, máy bơm, máy trộn dung dịch, máy lọc cát, máy nén khí, máy hàn, tổ hợp ống đỡ, sàn công tác phục vụ đổ bê tông, xe chở đất khoan) cùng các thiết bị để kiểm tra dung dịch khoan, lỗ khoan, dụng cụ kiểm tra độ sụt bê tông, hộp lấy mẫu bê tông, dưỡng định vị lỗ cọc...;
- i) Lập biểu kiểm tra và nghiệm thu các công đoạn thi công theo mẫu in sẵn (xem Phụ lục C).

**5.3** Hệ thống mốc chuẩn và mốc định vị trục móng phải đáp ứng điều kiện độ chính xác về toạ độ và cao độ theo yêu cầu kỹ thuật của công trình. Nhà thầu có trách nhiệm nhận và bảo quản hệ thống mốc chuẩn trong suốt quá trình thi công cọc.

Lập biên bản nghiệm thu công tác chuẩn bị trước khi thi công.

## **6 Dung dịch khoan**

**6.1** Tuỳ theo điều kiện địa chất, thủy văn, nước ngầm, thiết bị khoan để chọn phương pháp giữ thành hố khoan và dung dịch khoan thích hợp. Cao độ dung dịch khoan được chọn dựa trên tính toán theo nguyên lý cân bằng áp lực ngang giữa cột dung dịch trong hố khoan và áp lực của đất nền và nước quanh vách lỗ. Khi khoan trong địa tầng dễ sụt lở, áp lực cột dung dịch phải luôn lớn hơn áp lực ngang của đất và nước bên ngoài.

**6.2** Khi áp lực ngang của đất và nước bên ngoài lỗ khoan lớn (do tải trọng của thiết bị thi công hay của các công trình lân cận sẵn có...) thì phải dùng ống vách để chống sụt lở, chiều sâu ống vách tính theo nguyên lý cân bằng áp nêu trên. Khi khoan gần công trình hiện hữu nếu có nguy cơ sập thành lỗ khoan thì phải dùng ống chống suốt chiều sâu lỗ cọc.

**6.3** Dung dịch bentonite dùng giữ thành hố khoan nơi địa tầng dễ sụt lở cho mọi loại thiết bị khoan, giữ cho mùn khoan không lắng đọng dưới đáy hố khoan và đưa mùn khoan ra ngoài phải đảm bảo được yêu cầu giữ ổn định vách hố khoan trong suốt quá trình thi công cọc. Khi mực nước ngầm cao (lên đến mặt đất) cho phép tăng tỷ trọng dung dịch bằng các chất có tỷ trọng cao như barit, cát magnetic ...

**6.4** Kiểm tra dung dịch bentonite từ khi chế bị cho tới khi kết thúc đổ bê tông từng cọc, kể cả việc điều chỉnh để đảm bảo độ nhớt và tỷ trọng thích hợp nhằm tránh lắng đáy cọc quá giới hạn cho phép cần tuân theo các quy định nêu trong Điều 12 và các yêu cầu đặc biệt (nếu có) của Thiết kế. Dung dịch có thể tái sử dụng trong thời gian thi công công trình nếu đảm bảo được các chỉ tiêu thích hợp, nhưng không quá 6 tháng.

**6.5** Khi dùng dung dịch polime hoặc các hoá phẩm khác ngoài các chức năng giữ ổn định thành hố khoan phải kiểm tra ảnh hưởng của nó đến môi trường đất-nước (tại khu vực công trình và nơi chôn lấp đất khoan).

## **7 Công tác tạo lỗ khoan**

### **7.1 Khoan gần cọc mới đổ xong bê tông**

Khoan trong đất no nước khi khoảng cách mép các lỗ khoan nhỏ hơn 1,5 m nên tiến hành cách quãng 1 lỗ, khoan các lỗ nằm giữa hai cọc đã đổ bê tông nên tiến hành sau ít nhất 24 h từ khi kết thúc đổ bê tông.

### **7.2 Thiết bị khoan tạo lỗ**

Có nhiều thiết bị khoan tương ứng với các kiểu lấy đất đá trong lòng lỗ khoan như sau: chòong đập đá; gàu ngoạm; gàu xoay, thổi rửa để hút bùn theo chu trình thuận, nghịch ...Tùy theo đặc điểm địa chất công trình, vị trí công trình với các công trình lân cận, khả năng của Nhà thầu, yêu cầu của thiết kế mà chọn lựa thiết bị khoan thích hợp.

### **7.3 Ống chống tạm**

Ống chống tạm (casing) dùng bảo vệ thành lỗ khoan ở phần đầu cọc, tránh lở đất bề mặt đồng thời là ống dẫn hướng cho suốt quá trình khoan tạo lỗ. Khi hạ ống nên có đường định vị để đảm bảo sai số cho phép.

Ống chống tạm được chế tạo thường từ 6 m đến 10 m trong các xưởng cơ khí chuyên dụng, chiều dày ống thường từ 6 mm đến 16 mm.

Cao độ đỉnh ống cao hơn mặt đất hoặc nước cao nhất tối thiểu 0,3 m. Cao độ chân ống đảm bảo sao cho áp lực cột dung dịch lớn hơn áp lực chủ động của đất nền và hoạt tải thi công phía bên ngoài.

Ống chống tạm được hạ và rút chủ yếu bằng thiết bị thủy lực hoặc thiết bị rung kèm theo máy khoan, khi không có thiết bị này có thể dùng búa rung đóng kết hợp lấy đất bằng gàu hoặc hạ bằng kích ép thủy lực.

### **7.4 Cao độ dung dịch khoan**

Cao độ dung dịch khoan trong lỗ phải luôn giữ sao cho áp lực của dung dịch khoan luôn lớn hơn áp lực của đất và nước ngầm phía ngoài lỗ khoan để tránh hiện tượng sập thành trước khi đổ bê tông. Cao



độ dung dịch khoan nên cao hơn mực nước ngầm ít nhất là 1,5 m. Khi có hiện tượng thất thoát dung dịch trong hố khoan nhanh thì phải có biện pháp xử lý kịp thời.

### 7.5 Đo đạc trong khi khoan

Đo đạc trong khi khoan gồm kiểm tra tìm cọc bằng máy kinh vĩ và đo đạc độ sâu các lớp đất qua mùn khoan lấy ra và độ sâu hố khoan theo thiết kế. Các lớp đất theo chiều sâu khoan phải được ghi chép trong nhật ký khoan và hồ sơ nghiệm thu cọc (xem Phụ lục C). Khoảng 2,0 m lấy mẫu một lần. Khi phát hiện địa tầng khác với hồ sơ khảo sát địa chất công trình cần báo ngay cho Chủ đầu tư để có biện pháp xử lý kịp thời. Khi khoan đến cao độ thiết kế, tiến hành đo độ lắng. Độ lắng được xác định bằng chênh lệch chiều sâu giữa hai lần đo lúc khoan xong và sau 30 min. Nếu độ lắng vượt quá quy định cần xử lý kịp thời.

## 8 Công tác gia công và hạ cốt thép

**8.1** Cốt thép được gia công theo bản vẽ thiết kế thi công. Nhà thầu phải bố trí mặt bằng gia công, nắn cốt thép, đánh gỉ, uốn đai, cắt và buộc lồng thép theo đúng quy định.

**8.2** Cốt thép được chế tạo sẵn trong xưởng hoặc tại công trường, chế tạo thành từng lồng, chiều dài lớn nhất của mỗi lồng phụ thuộc khả năng cầu lắp và chiều dài xuất xưởng của cốt chủ. Lồng thép phải có thép gia cường ngoài cốt chủ và cốt đai theo tính toán để đảm bảo lồng thép không bị xoắn, méo. Lồng thép phải có móc treo bằng cốt thép chuyên dùng làm móc cầu, số lượng móc treo phải tính toán đủ để treo cả lồng vào thành ống chống tạm mà không bị tuột xuống đáy hố khoan, hoặc cấu tạo guốc cho đoạn lồng dưới cùng tránh lồng thép bị lún nghiêng cũng như để đảm bảo chiều dày lớp bê tông bảo hộ dưới đáy cọc.

**8.3** Cốt gia cường thường dùng cùng đường kính với cốt chủ, uốn thành vòng đặt phía trong cốt chủ khoảng cách từ 2,5 m đến 3,0 m, liên kết với cốt chủ bằng hàn dính và dây buộc theo yêu cầu của thiết kế. Khi chuyên chở, cầu lắp có thể dùng cách chống tạm bên trong lồng thép để tránh hiện tượng biến hình.

**8.4** Định tâm lồng thép bằng các con kê chế tạo từ thép trơn hàn vào cốt chủ đối xứng qua tâm cọc, hoặc bằng các viên tròn xi măng - cát, theo nguyên lý bánh xe trượt, cố định vào giữa 2 thanh cốt chủ bằng thanh thép trục. Chiều rộng hoặc bán kính con kê phụ thuộc vào chiều dày lớp bảo hộ, thông thường là 5 cm. Số lượng con kê phải đủ để hạ lồng thép chính tâm.

**8.5** Nối các đoạn lồng thép chủ yếu bằng dây buộc, chiều dài mỗi nối theo quy định của thiết kế. Khi cọc có chiều dài lớn, Nhà thầu phải có thêm biện pháp gia cường mỗi nối để tránh tụt lồng thép khi lắp hạ.

**8.6** Ống siêu âm (thường là ống thép đường kính 60 mm) cần được buộc chặt vào cốt thép chủ, đáy ống được bịt kín và hạ sát xuống đáy cọc, nối ống bằng hàn, có măng xông, đảm bảo kín, tránh rò rỉ nước xi măng làm tắc ống, khi lắp đặt cần đảm bảo đồng tâm. Chiều dài ống siêu âm theo chỉ định của

thiết kế, thông thường được đặt cao hơn mặt đất san lấp xung quanh cọc từ 10 cm đến 20 cm. Sau khi đổ bê tông các ống được đổ đầy nước sạch và bịt kín, tránh vật lạ rơi vào làm tắc ống.

CHÚ THÍCH: Số lượng ống siêu âm cho 1 cọc thường quy định như sau:

- 2 ống cho cọc có đường kính 60 cm;
- 3 ống cho cọc có đường kính từ 60 cm đến 100 cm
- 4 ống cho cọc có đường kính lớn hơn 100 cm.

## **9 Xử lý cặn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ bê tông**

**9.1** Sau khi hạ cốt thép mà cặn lắng vẫn quá quy định phải dùng biện pháp khí nâng (air lift) hoặc bơm hút bằng máy bơm. Liên tục bổ sung dung dịch khoan để đảm bảo cao độ dung dịch theo quy định, tránh gây sập thành lỗ khoan.

**9.2** Công nghệ khí nâng được dùng để làm sạch hố khoan. Khí nén được đưa xuống gần đáy hố khoan qua ống thép đường kính khoảng 60 mm, dày từ 3 mm đến 4 mm, cách đáy khoảng từ 50 cm đến 60 cm. Khí nén trộn với bùn nặng tạo thành loại bùn nhẹ dâng lên theo ống đổ bê tông (ống tremi) ra ngoài; bùn nặng dưới đáy ống tremi lại được trộn với khí nén thành bùn nhẹ; dung dịch khoan tươi được bổ sung liên tục bù cho bùn nặng đã trào ra; quá trình thổi rửa tiến hành cho tới khi các chỉ tiêu của dung dịch khoan và độ lắng đạt yêu cầu quy định.

## **10 Đổ bê tông**

**10.1** Bê tông dùng thi công cọc khoan nhồi phải được thiết kế thành phần hỗn hợp và điều chỉnh bằng thí nghiệm, các loại vật liệu cấu thành hỗn hợp bê tông phải được kiểm định chất lượng theo các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành. Có thể dùng phụ gia bê tông để tăng độ sụt của bê tông và kéo dài thời gian ninh kết của bê tông. Ngoài việc đảm bảo yêu cầu của thiết kế về cường độ, hỗn hợp bê tông có độ sụt từ 18 cm đến 20 cm.

**10.2** Ống đổ bê tông được chế bị trong nhà máy thường có đường kính từ 219 mm đến 273 mm theo tổ hợp 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 và 6,0 m, ống dưới cùng được tạo vát hai bên để làm cửa xả, nối ống bằng ren hình thang hoặc khớp nối dây rút đặc biệt, đảm bảo kín khít, không lọt dung dịch khoan vào trong. Đáy ống đổ bê tông phải luôn ngập trong bê tông không ít hơn 1,5 m.

**10.3** Dùng nút dịch chuyển tạm thời (dùng phao bằng bọt biển hoặc nút cao su, nút nhựa có vát côn), đảm bảo cho mẻ vữa bê tông đầu tiên không tiếp xúc trực tiếp với dung dịch khoan trong ống đổ bê tông và loại trừ khoảng chân không khi đổ bê tông.

**10.4** Bê tông được đổ không gián đoạn trong thời gian dung dịch khoan có thể giữ thành hố khoan (thông thường là 4 h). Các xe bê tông đều được kiểm tra độ sụt đúng quy định để tránh tắc ống đổ do vữa bê tông quá khô. Dùng đổ bê tông khi cao độ bê tông cọc cao hơn cao độ cốt cọc khoảng 1 m (để loại trừ phần bê tông lẫn dung dịch khoan khi thi công đài cọc).

**10.5** Sau khi đổ xong mỗi xe, tiến hành đo độ dâng của bê tông trong lỗ cọc, ghi vào hồ sơ để vẽ đường đổ bê tông. Khối lượng bê tông thực tế so với kích thước lỗ cọc theo lý thuyết không được vượt quá 20 %. Khi tồn thất bê tông lớn phải kiểm tra lại biện pháp giữ thành lỗ khoan.

## 11 Rút ống vách và vệ sinh đầu cọc

**11.1** Sau khi kết thúc đổ bê tông từ 15 min đến 20 min cần tiến hành rút ống chống tạm (casing) bằng hệ thống day (rút + xoay) của máy khoan hoặc đầu rung theo phương thẳng đứng, đảm bảo ổn định đầu cọc và độ chính xác tâm cọc.

**11.2** Sau khi rút ống vách từ 1 h đến 2 h cần tiến hành hoàn trả hố khoan bằng cách lấp đất hoặc cát, cắm biển báo cọc đã thi công cắm mọi phương tiện qua lại tránh hỏng đầu cọc và ống siêu âm.

## 12 Kiểm tra và nghiệm thu

**12.1** Chất lượng cọc được kiểm tra trong tất cả các công đoạn thi công, ghi vào mẫu biên bản được thống nhất giữa các bên tham gia nghiệm thu, tham khảo Phụ lục C.

### 12.2 Kiểm tra dung dịch khoan

**12.2.1** Dung dịch khoan phải được chuẩn bị trong các bồn chứa có dung tích đủ lớn, pha với nước sạch, cấp phối tùy theo chủng loại bentonite, điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng, đảm bảo giữ thành hố khoan trong suốt quá trình thi công khoan lỗ, lắp dựng cốt thép, ống kiểm tra siêu âm, ống đặt sẵn để khoan lấy lõi đáy cọc (nếu có), cầu lắp ống đổ bê tông và sàn công tác...Bề dày lớp cặn lắng đáy cọc không quá trị số sau:

- Cọc chống: không quá 5 cm;
- Cọc ma sát + chống: không quá 10 cm.

**Bảng 1- Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch bentonite**

Tên chỉ tiêu	Chỉ tiêu tính năng	Phương pháp kiểm tra
1. Khối lượng riêng	Từ 1,05 g/cm <sup>3</sup> đến 1,15 g/cm <sup>3</sup>	Tỷ trọng kế hoặc Bomê kế
2. Độ nhớt	Từ 18 s đến 45 s	Phễu 500/700 cm <sup>3</sup>
3. Hàm lượng cát	< 6 %	
4. Tỷ lệ chất keo	> 95 %	Đong cốc
5. Lượng mất nước	< 30 mL/30min	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày áo sét	Từ 1 mm đến 3 mm sau 30 min	Dụng cụ đo lượng mất nước
7. Lực cắt tĩnh	1 min: từ 20 mg/cm <sup>2</sup> đến 30 mg/cm <sup>2</sup> 10 min: từ 50 mg/cm <sup>2</sup> đến 100 mg/cm <sup>2</sup>	Lực kế cắt tĩnh
8. Tính ổn định	< 0,03 g/cm <sup>2</sup>	
9. Độ pH	7 đến 9	Giấy thử pH

**12.2.2** Kiểm tra dung dịch khoan bằng các thiết bị thích hợp. Dung trọng của dung dịch trộn mới được kiểm tra hàng ngày để biết chất lượng, việc đo lường dung trọng nên đạt tới độ chính xác 0,005 g/cm<sup>3</sup>. Các thí nghiệm kiểm tra dung dịch bentonite tiến hành theo quy định tại Bảng 1 cho mỗi lô bentonite trộn mới. Việc kiểm tra, nghiệm thu dung trọng, độ nhớt, hàm lượng cát và độ pH phải được kiểm tra cho từng cọc. Trước khi đổ bê tông nếu kiểm tra mẫu dung dịch tại độ sâu khoảng 0,5 m từ đáy lên có khối lượng riêng vượt quá 1,25 g/cm<sup>3</sup>, hàm lượng cát lớn hơn 8 %, độ nhớt quá 28 s thì phải có biện pháp thổi rửa đáy lỗ khoan để đảm bảo chất lượng cọc.

**12.3** Kiểm tra lỗ khoan

Kiểm tra tình trạng lỗ khoan theo các thông số trong Bảng 2, sai số cho phép của lỗ cọc do thiết kế quy định và tham khảo Bảng 3.

**Bảng 2- Các thông số cần kiểm tra về lỗ cọc**

<b>Thông số kiểm tra</b>	<b>Phương pháp kiểm tra</b>
Tình trạng lỗ cọc	- Kiểm tra bằng mắt có đèn rọi - Dùng siêu âm hoặc camera ghi chụp hình lỗ cọc
Độ thẳng đứng và độ sâu	- Theo chiều dài cần khoan và mũi khoan - Thước dây - Quả dọi - Máy đo độ nghiêng
Kích thước lỗ	- Calip, thước xép mở và tự ghi đường kính - Thiết bị đo đường kính lỗ khoan (dạng cơ, siêu âm..) - Theo độ mở của cánh mũi khoan khi mở rộng đáy
Độ lắng đáy lỗ	- Thả chùy (hình chóp nặng 1 kg) - Tỷ lệ điện trở - Điện dung - So sánh độ sâu đo bằng thước dây trước và sau khi vét, thổi rửa
CHÚ THÍCH: Kích thước lỗ khoan khuyến khích Nhà thầu tự kiểm tra để hoàn thiện công nghệ, hiện tại trong thực tế chưa bắt buộc phải đo đường kính lỗ (chỉ khống chế chiều sâu, độ lắng đáy và khối lượng bê tông).	

**Bảng 3 - Sai số cho phép về lỗ khoan cọc**

<b>Phương pháp tạo lỗ cọc</b>		<b>Sai số đường kính cọc, cm</b>	<b>Sai số độ thẳng đứng, %</b>	<b>Sai số vị trí cọc, cm</b>	
				<b>Cọc đơn, cọc dưới móng bằng theo trục ngang, cọc biên trong nhóm cọc</b>	<b>Cọc dưới móng bằng theo trục dọc, cọc phía trong nhóm cọc</b>
Cọc giữ thành bằng dung dịch	D ≤ 100 cm	-0,1D và ≤ -5	1	D/6 nhưng ≤ 10	D/4 nhưng ≤ 15
	D > 100 cm	-5		10 + 0,01H	15 + 0,01H
Đóng hoặc rung ống	D ≤ 50 cm	-2	1	7	15
	D > 50 cm			10	15
CHÚ THÍCH 1: Giá trị âm ở sai số cho phép về đường kính cọc chỉ ở tiết diện cọc cá biệt.					
CHÚ THÍCH 2: Sai số về độ nghiêng của cọc xiên không lớn hơn 15 % góc nghiêng của cọc.					
CHÚ THÍCH 3: Sai số cho phép về độ sâu hố khoan ± 10 cm.					
CHÚ THÍCH 4: D là đường kính thiết kế cọc, H là khoảng cách giữa cao độ mặt đất thực tế và cao độ cốt cọc trong thiết kế.					

**12.4 Kiểm tra cốt thép**

Sai số cho phép về lồng cốt thép do thiết kế quy định và tham khảo Bảng 4.

**Bảng 4- Sai số cho phép chế tạo lồng thép.**

Hạng mục	Sai số cho phép, mm
1. Khoảng cách giữa các cốt chủ	± 10
2. Khoảng cách cốt đai hoặc cốt lò so	± 20
3. Đường kính lồng thép	± 10
4. Độ dài lồng thép	± 50

**12.5 Kiểm tra chất lượng bê tông thân cọc**

**12.5.1** Bê tông trước khi đổ phải lấy mẫu, mỗi cọc 3 tổ mẫu lấy cho ba phần, đầu, giữa và mũi cọc, mỗi tổ 3 mẫu.

Cốt liệu, nước và xi măng được thử mẫu, kiểm tra theo quy định cho công tác bê tông. Kết quả ép mẫu kèm theo lý lịch cọc.

**12.5.2** Phương pháp siêu âm, tán xạ Gamma, phương pháp động biến dạng nhỏ...và các phương pháp thử không phá hoại khác được dùng để đánh giá chất lượng bê tông cọc đã thi công, tùy theo mức độ quan trọng của công trình, thiết kế chỉ định số lượng cọc cần kiểm tra. Đối với các công trình dân dụng và công nghiệp thông thường, khối lượng kiểm tra chất lượng bê tông cọc tối thiểu theo Bảng 5. Cần kết hợp từ 2 phương pháp khác nhau trở lên để kiểm tra. Khi cọc có chiều sâu lớn hơn 30 lần đường kính ( $L/D > 30$ ) thì phương pháp kiểm tra qua ống đặt sẵn là chủ yếu. Nếu còn nghi ngờ khuyết tật cần kiểm tra bằng khoan lấy mẫu để khẳng định khả năng chịu tải lâu dài của cọc trước khi có quyết định sửa chữa hoặc thay thế. Quyết định cuối cùng do Thiết kế kiến nghị, Chủ đầu tư chấp thuận. Thí nghiệm siêu âm tiến hành theo TCVN 9396:2012. Thí nghiệm động biến dạng nhỏ tiến hành theo TCVN 9397:2012.

**12.5.3** Phương pháp khoan kiểm tra tiếp xúc đáy cọc với đất tiến hành trong ống đặt sẵn, đường kính từ 102 mm đến 114 mm cao hơn mũi cọc từ 1 m đến 2 m, số lượng ống đặt sẵn để khoan lõi đáy cọc theo quy định của Thiết kế, tham khảo Bảng 5. Khi mũi cọc tựa vào cuội hòn lớn, có thể bị mất nước xi măng ở phần tiếp xúc đáy cọc – cuội sỏi, cần thận trọng khi đánh giá chất lượng bê tông cọc.

**Bảng 5- Khối lượng kiểm tra chất lượng bê tông cọc**

Phương pháp kiểm tra	Tỷ lệ kiểm tra tối thiểu, % số cọc
- Siêu âm, tán xạ Gamma có đặt ống trước	10 đến 25
- Phương pháp động biến dạng nhỏ	50
- Khoan lấy lõi (nếu cần thiết)	1 đến 2
- Khoan kiểm tra tiếp xúc mũi cọc-đất	1 đến 3

**12.6 Kiểm tra sức chịu tải của cọc đơn**

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

CHÚ THÍCH 1: Thang điểm để chọn số lượng cọc cần kiểm tra tính toán khối tham khảo Phụ lục A

CHÚ THÍCH 2: Đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi có thể tham khảo Phụ lục B.

**12.6.2** Số lượng cọc cần kiểm tra sức chịu tải được quy định dựa trên mức độ hoàn thiện công nghệ của Nhà thầu, mức độ rủi ro khi thi công, tầm quan trọng của công trình, nhưng tối thiểu là mỗi loại đường kính 1 cọc, tối đa là 2 % tổng số cọc. Kết quả thí nghiệm là căn cứ pháp lý để nghiệm thu móng cọc.

**12.6.3** Phương pháp kiểm tra sức chịu tải của cọc đơn chủ yếu là thử tĩnh (nén tĩnh, nhổ tĩnh, nén ngang) theo tiêu chuẩn hiện hành. Đối với các cọc không thể thử tĩnh được (cọc trên sông, biển...) thì dùng phương pháp thí nghiệm động biến dạng lớn (PDA), Osterberg, Statnamic ...

**12.6.4** Tiến hành thử tĩnh cọc có thể trước hoặc sau khi thi công cọc đại trà. Để xác định phương án thiết kế có thể tiến hành thử tĩnh cọc ngoài móng công trình đến phá hoại trước khi thi công đại trà; để chấp nhận chất lượng thi công có thể tiến hành thí nghiệm khi thi công xong. Đầu cọc thí nghiệm phải cao hơn mặt đất xung quanh từ 20 cm đến 30 cm và có ống thép dày từ 5 mm đến 6 mm, dài khoảng 1 m bao để đảm bảo không bị nứt khi thí nghiệm và phản ánh đúng chất lượng thi công. Thí nghiệm nén tĩnh tiến hành theo TCVN 9393:2012.

**12.7 Nghiệm thu cọc khoan nhồi**

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

- a) Hồ sơ thiết kế được duyệt;
- b) Biên bản nghiệm thu trắc đạc định vị trục móng cọc;
- c) Kết quả kiểm định chất lượng vật liệu, chứng chỉ xuất xưởng của cốt thép và các loại vật liệu chế tạo trong nhà máy;
- d) Kết quả thí nghiệm mẫu bê tông;
- e) Hồ sơ nghiệm thu từng cọc, tham khảo Phụ lục C; thành phần nghiệm thu theo quy định hiện hành;
- f) Hồ sơ hoàn công cọc có thuyết minh sai lệch theo mặt bằng và chiều sâu cùng các cọc bổ sung và các thay đổi thiết kế đã được chấp thuận;
- h) Các kết quả thí nghiệm kiểm tra độ toàn khối của cọc (siêu âm, thí nghiệm biến dạng nhỏ (PIT)...) theo quy định của Thiết kế;
- g) Các kết quả thí nghiệm kiểm tra sức chịu tải của cọc.

### **13 Các biện pháp an toàn lao động**

**13.1** Công tác an toàn lao động cần tuân theo TCVN 5308:1991 và các quy định an toàn hiện hành liên quan.

**13.2** Tất cả các loại máy móc, thiết bị vận hành phải tuyệt đối tuân theo quy trình thao tác và quy trình an toàn, đặc biệt là quy trình an toàn cho xe cầu và máy khoan.

**13.3** Lắp dựng hệ thống biển báo khu vực nguy hiểm, khu vực cọc vừa mới đổ xong bê tông, cấm di chuyển qua các khu vực này.

**13.4** Khi bị tắc ống đổ bê tông, Nhà thầu phải có phương án xử lý được thiết kế chấp thuận và chỉ được xử lý theo lệnh của người chỉ huy chung.

## Phụ lục A

(Tham khảo)

Thang điểm kiểm tra tính toàn khối cọc khoan nhồi<sup>(\*)</sup>

Mục	Mô tả hệ số	Đánh giá độ rủi ro			Trọng số
		1	2	3	
1	Giá trị hợp đồng móng (10 <sup>6</sup> USD)	0,25	0,25 đến 1,0	1,0	1,0
2	Kinh nghiệm và thiết bị của Nhà thầu	Tốt	Trung bình	Yếu	1,5
3	Kinh nghiệm của đội ngũ kiểm sát chất lượng	Cao	Trung bình	Thấp	1,5
4	Khó khăn và mức độ phức tạp của thi công	Thấp	Trung bình	Cao	1,5
5	Độ đồng nhất của điều kiện đất nền	Cao	Trung bình	Thấp	1,5
6	Điều kiện thiết kế (kể đến cơ chế làm việc của cọc)	Ma sát	Hỗn hợp	Cọc chống	1,0
7	Phương pháp thi công	Khô	Có ống vách (để lại) Có ống vách (rút lên)	Dùng dung dịch, có ống vách tạm Dùng dung dịch, không có ống vách tạm	1,0 0,5 1,5 2,5 3,0
8	Loại tải trọng	Đọc trực	Đọc trực nghiêng	Ngang	1,0
9	Độ dài chất tải	Tải di động, ngắn hạn không va đập hoặc thấp	Va đập hoặc động	Thời hạn dài (tĩnh tải)	1,0 2,0
10	Mức ứng suất theo tỷ lệ so với ứng suất lớn nhất cho phép	[0,33] x 1,2	[0,67] x 1,2	[1,0] x 1,2	
11	Mức rủi ro cho đời sống hoặc thảm họa kinh tế nếu hư hỏng xảy ra trong thời hạn bảo trì kết cấu	Thấp	Trung bình	Cao	

CHÚ THÍCH 1: Nhân với 1,2 (Phần 10) nếu ống vách rút lên

CHÚ THÍCH 2: Cách dùng thang điểm: Nhân độ rủi ro (1, 2 hoặc 3) với trọng số; lấy tổng từ mục 1 đến mục 9 các kết quả thu được; nhân tổng với các hệ số mục 10 và mục 11. Nếu tích số nhỏ hơn 42, độ rủi ro thấp chỉ cần kiểm tra giám sát; tích số từ 42 đến 60, độ rủi ro trung bình, cần chỉ định thí nghiệm không phá hoại; tích số quá 60, độ rủi ro cao, cần tăng cường giám sát và thí nghiệm không phá hoại tối đa (kể cả siêu âm qua ống đặt sẵn).

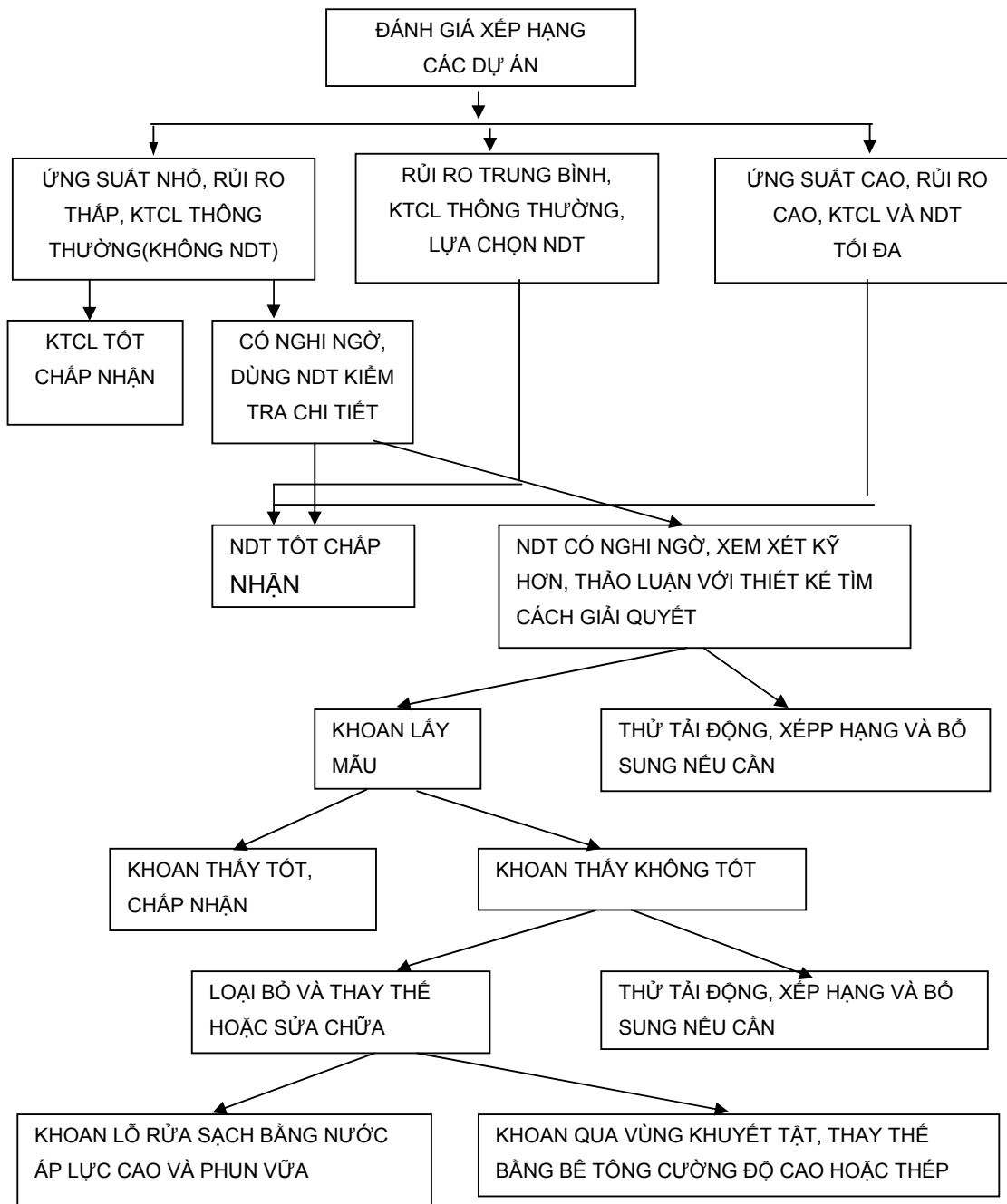
(\*) Theo Cục đường bộ Liên bang Mỹ, 1993



## Phụ lục B

(Tham khảo)

## Sơ đồ dùng để đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi



CHÚ THÍCH 1: NDT = Các phương pháp thử không phá hoại;

CHÚ THÍCH 2: Thử tải động = thử động biến dạng nhỏ (PIT) hay biến dạng lớn (PDA);

CHÚ THÍCH 3: KTCL = kiểm sát thông thường như theo dõi, ghi chép về khoan, dung dịch, bê tông, vét đáy, đo lắng...

Hình B.1- Sơ đồ dùng để đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi

**Phụ lục C**

(Tham khảo)

**Báo cáo tổng hợp thi công cọc khoan nhồi**

Tên công trình:

Địa điểm:

1. Số hiệu cọc:

2. Vị trí cọc X = .....; Y = ..... Thời tiết:

3. Bản vẽ số:

Ngày khởi công:

Ngày hoàn thành:

4. Thông tin chung

TT	Đặc điểm cọc	Thiết kế	Thực tế
1	Cao độ tự nhiên, m		
2	Cao độ kết thúc đổ bê tông, m		
3	Cao độ đáy cọc, m		
4	Cao độ cắt cọc, m		
5	Cao độ đỉnh ống chống, m		
6	Cao độ đỉnh cốt thép, m		
7	Chiều dài cọc, m		
8	Đường kính cọc, m		
9	Chiều sâu khoan, m		
10	Chiều dài ống chống, m		
11	Chiều dài cốt thép, m		
12	Thể tích bê tông, m <sup>3</sup>		
13	Chênh lệch bê tông, m <sup>3</sup>		
14	Thời gian khoan tạo lỗ, h		
15	Thời gian đổ bê tông, h		
16	Tổng thời gian thi công, h		

5. Độ lệch tâm

$\Delta x =$

$\Delta y =$

6.

Ghi

chú.....

Kỹ thuật nhà thầu

Tư vấn giám sát

**Biên bản kiểm tra dung dịch khoan**

1. Chủng loại bentonite:
2. Kết quả thí nghiệm

<b>Đặc điểm</b>	<b>Phương pháp thí nghiệm</b>	<b>Kết quả</b>
Dung trọng		
Độ nhớt		
Độ pH		
Hàm lượng cát		

**Biên bản kiểm tra cốt thép**

1. Chiều dài lồng thép, m
2. Đường kính lồng thép, m
3. Phương pháp liên kết:
4. Thép chủ:
  
5. Thép đai:
  
6. Thép gia cường:
  
7. Cao độ đỉnh cốt thép:
  
8. Ghi chú:

Kỹ thuật nhà thầu

Tư vấn giám sát

**Biên bản kiểm tra khoan tạo lỗ**

1. Máy khoan:
2. Ống chống: Đường kính,m.....Cao độ đáy ống.....Cao độ đỉnh ống.....
3. Chiều dày cặn lắng:
4. Mô tả đất khoan

Ngày tháng	Thời gian		Độ sâu		Mô tả đất đá
	Bắt đầu	Kết thúc	Từ, m	Đến, m	

Kỹ thuật nhà thầu

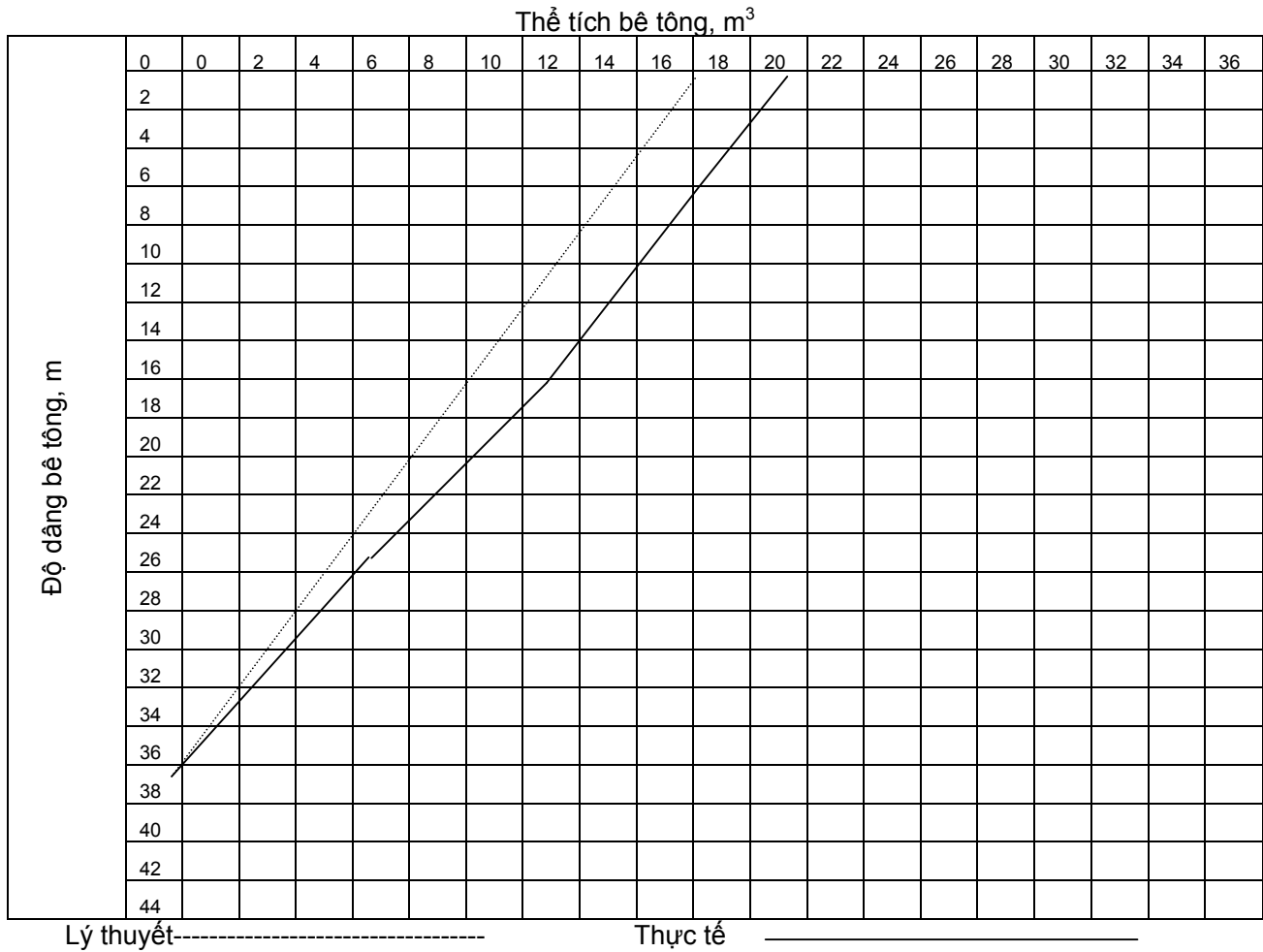
Tư vấn giám sát

**Biên bản kiểm tra đổ bê tông**

1. Ngày đổ:
2. Thời gian đổ:
3. Chiều dài cọc:
4. Loại bê tông
5. Chi tiết kiểm tra tại hiện trường:

Đặc điểm	Thiết kế	Thực tế
Độ sụt, cm		
Khối lượng, m <sup>3</sup>		
Chênh lệch, m <sup>3</sup>		

6. Biểu đồ đổ bê tông



Kỹ thuật nhà thầu

Tư vấn giám sát

**Biên bản tổng hợp thời gian thi công**

1. Số hiệu cọc:
2. Ngày khởi công Ngày hoàn thành:
3. Thời gian thực hiện:
4. Thời gian chi tiết từng công đoạn:
  - a. Chuẩn bị:
  - b. Hạ ống chống:
  - c. Khoan tạo lỗ:
  - d. Làm sạch lần 1:
  - e. Hạ lồng thép:
  - f. Hạ ống đỡ:
  - g. Làm sạch lần 2:
  - h. Đổ bê tông:
  - i. Rút ống chống
  - j. Lấp đầu cọc
  - k. Các công việc khác:

Kỹ thuật nhà thầu

Tư vấn giám sát

CHÚ THÍCH: Có thể vẽ biểu đồ thời gian thực hiện theo độ sâu.

---