

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11321:2016

CỌC - PHƯƠNG PHÁP THỬ ĐỘNG BIẾN DẠNG LỚN

Piles - High-strain dynamic testing

HÀ NỘI - 2016

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	5
4 Quy định chung.....	7
5 Yêu cầu về hệ thống thiết bị thí nghiệm	7
6 Trình tự thực hiện thí nghiệm	11
7 Báo cáo kết quả	13
Phụ lục A (Tham khảo) Bố trí và lắp đặt đầu đo.....	15
Phụ lục B (Tham khảo) Xác định vận tốc truyền sóng, khối lượng riêng và mô đun đàn hồi động của cọc	16
Phụ lục C (Tham khảo) Một số biểu đồ chuẩn và tham số cần thiết trong thí nghiệm thử động biến dạng lớn	19

TCVN 11321 : 2016

Lời nói đầu

TCVN 11321 : 2016 được biên soạn trên cơ sở tham khảo ASTM D 4945-00.

TCVN 11321 : 2016 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Cọc – Phương pháp thử động biến dạng lớn

Piles – High-strain dynamic testing

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho phương pháp thử động biến dạng lớn được áp dụng để đánh giá sức chịu tải của cọc đơn thẳng đứng, cọc đơn xiên, không phụ thuộc kích thước và phương pháp thi công (đóng, ép, khoan thả, khoan dẫn, khoan nhồi ...) thông qua xác định lực và vận tốc thân cọc do một lực tác động dọc trục lên đầu cọc bởi một quả búa nặng nhằm tạo ra một chuyển vị đủ lớn ở khu vực đầu cọc.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất 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 5726:1993, Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ lắng trụ và mô đun đàn hồi khi nén tĩnh.

TCVN 9394:2012, Đóng và ép cọc – Thi công và nghiệm thu.

TCVN 9395:2012, Cọc khoan nhồi – Thi công và nghiệm thu.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này có sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Đệm đầu cọc (Cushion)

Phần vật liệu nằm giữa mũ chụm đầu cọc và cọc (thường làm bằng gỗ dán).

3.2

Quá trình va chạm (Impact event)

Khoảng thời gian tính từ lúc cọc bắt đầu dịch chuyển theo hướng dương hay âm (lên hay xuống) do lực va chạm gây ra, (xem hình 1)

3.3

Thời điểm va chạm (Moment of impact)

Thời điểm đầu tiên khi bắt đầu va chạm, lúc gia tốc bằng 0, (xem hình 1)

TCVN 11321 : 2016

3.4

Kháng trở của cọc Z (Pile impedance)

Là sức kháng của một cọc khi có sự thay đổi đột ngột của vận tốc.

Kháng trở của cọc có thể được tính bằng cách nhân diện tích tiết diện ngang của cọc với mô đun đàn hồi động và chia cho vận tốc truyền sóng. Kháng trở của cọc cũng có thể được tính bằng cách nhân khối lượng riêng với vận tốc truyền sóng và diện tích tiết diện ngang của cọc.

$$Z = AE/c = \rho cA \quad (1)$$

trong đó:

Z là kháng trở của cọc tính bằng kiloniuton nhân giây trên mét (kN.s/m);

A là diện tích tiết diện ngang của cọc tính bằng mét vuông (m²);

E là mô đun đàn hồi động của vật liệu cọc tính bằng kilopascal (kPa);

c là vận tốc truyền sóng trong cọc tính bằng mét trên giây (m/s)

ρ là khối lượng riêng của vật liệu cọc tính bằng kilogram trên mét khối (kg/m³).

3.5

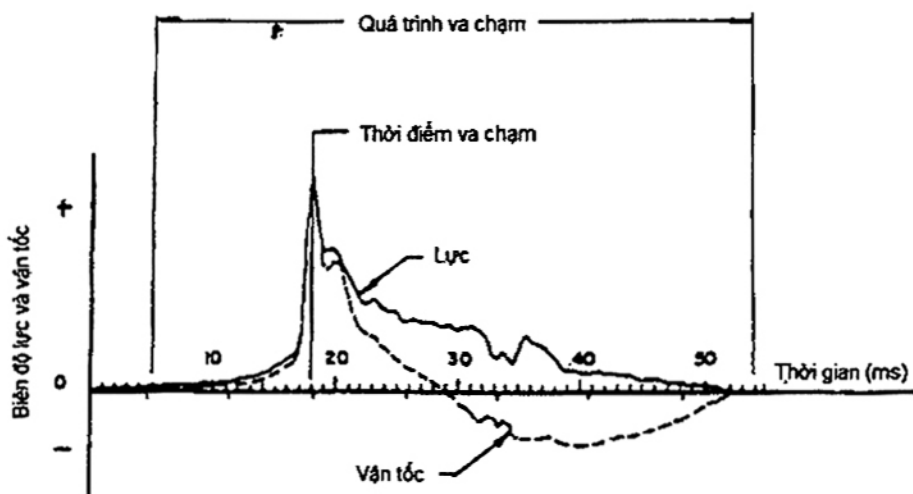
Vận tốc truyền sóng c (wave speed)

Vận tốc sóng ứng suất lan truyền dọc trục cọc phụ thuộc vào tính chất của vật liệu chế tạo cọc.

3.6

Cọc móng của công trình xây dựng

Là cọc được chế tạo bằng vật liệu bê tông cốt thép, thép hoặc gỗ và được dùng làm móng cho công trình xây dựng.



Hình 1 - Biểu đồ giá trị lực và vận tốc điển hình đo được khi thử động

4 Quy định chung

4.1 Đề cương thí nghiệm phải được lập và được phê duyệt trước khi bắt đầu thí nghiệm.

4.2 Thí nghiệm thử động biến dạng lớn cọc để kiểm tra chất lượng công trình được tiến hành trong thời gian thi công hoặc sau khi thi công xong hạng mục cọc của công trình nhằm đánh giá sức chịu tải của cọc theo thiết kế và đánh giá chất lượng thi công cọc. Cọc thí nghiệm kiểm tra được chọn trong số các cọc móng của công trình xây dựng.

Trong giai đoạn đầu của quá trình thi công cọc đóng, phương pháp thử động biến dạng lớn còn được áp dụng để quan trắc hiệu suất búa, lực (kéo, nén) phân bố trong cọc, mức độ nguyên dạng của cọc... nhằm lựa chọn chủng loại thiết bị đóng cũng như cách đóng (theo sức chịu tải của vật liệu cọc) phù hợp.

4.3 Vị trí cọc thí nghiệm thường tại những điểm có điều kiện đất nền tiêu biểu. Trong trường hợp điều kiện đất nền phức tạp hoặc ở khu vực tập trung tải trọng lớn thì nên chọn cọc thí nghiệm tại vị trí bất lợi nhất. Khi chọn cọc thí nghiệm kiểm tra thì cần chú ý thêm đến chất lượng thi công cọc thực tế.

4.4 Số lượng cọc thí nghiệm thông thường lấy bằng 1% tổng số cọc của công trình nhưng trong mọi trường hợp không ít hơn 2 cọc. Với cọc khoan nhồi, số lượng cọc thí nghiệm có thể lấy theo yêu cầu trong TCVN 9395:2012. Tùy theo mức độ quan trọng của công trình, mức độ phức tạp của điều kiện đất nền, chủng loại cọc sử dụng và chất lượng thi công cọc ở hiện trường, số lượng cọc thí nghiệm có thể tăng thêm.

4.5 Các kết quả thử động biến dạng lớn được phân tích chi tiết bằng các thiết bị phân tích đóng cọc chuyên dụng và có thể đem so sánh với thí nghiệm nén tĩnh nhằm giúp giảm bớt khối lượng thí nghiệm nén tĩnh.

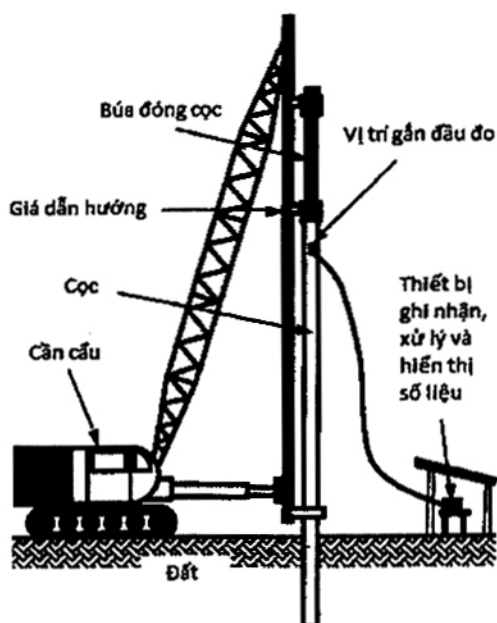
4.6 Người thực hiện thí nghiệm phải được đào tạo về phương pháp thí nghiệm và được cơ quan có thẩm quyền cấp chứng chỉ xác nhận.

5 Yêu cầu về hệ thống thiết bị thí nghiệm

5.1 Thiết bị thí nghiệm phải là loại chuyên dùng cho công tác xác định sức chịu tải của cọc bằng phương pháp thử động biến dạng lớn. Thiết bị thí nghiệm phải được kiểm tra và hiệu chuẩn

5.2 Hệ thống thiết bị thí nghiệm gồm bốn bộ phận chính:

- a) Hệ thống tạo va chạm;
- b) Thiết bị thu nhận tín hiệu động;
- c) Hệ thống thiết bị truyền dẫn tín hiệu;
- d) Hệ thống thiết bị ghi nhận, hiển thị và giảm nhiễu.



Hình 3 – Bố trí hệ thống thiết bị cho thí nghiệm thử động biến dạng lớn

5.3 Hệ thống tạo va chạm

5.3.1 Thiết bị sử dụng để tạo va chạm có thể là các thiết bị hạ cọc được lựa chọn tuân theo nguyên tắc trong TCVN 9394:2012, quả nặng hoặc các thiết bị tạo va chạm tương đương sao cho ứng suất đóng cọc do tải trọng thử gây ra nhỏ hơn cường độ vật liệu chế tạo cọc để không được gây phá hoại đầu cọc. Quả nặng thả rơi thường có khối lượng ít nhất bằng 1% đến 2% của sức chịu tải yêu cầu của cọc.

CHÚ THÍCH: Ứng suất đóng cọc giới hạn có thể tham khảo bảng C.2.

5.3.2 Các thiết bị phải được lắp đặt để va chạm là dọc trục và chính tâm cọc.

5.3.3 Lực va chạm lên đỉnh cọc phải gây ra độ lún tại đầu cọc ít nhất là 2 mm trong một quá trình va chạm để huy động toàn bộ sức kháng của đất nền.

5.4 Thiết bị thu nhận tín hiệu động

5.4.1 Các thiết bị bao gồm các đầu đo cảm biến có khả năng đo độc lập biến dạng và gia tốc theo thời gian tại các vị trí đặc trưng dọc theo trục cọc trong một chu kỳ va chạm. Mỗi loại đầu đo ít nhất phải có 2 chiếc, được gắn cẩn thận vào các vị trí đối xứng qua tim cọc sao cho không bị trượt hoặc bong rơi trong quá trình tạo va chạm.

5.4.2 Đầu đo biến dạng

Các đầu đo biến dạng phải có tín hiệu đầu ra tuyến tính trong toàn bộ phạm vi biến dạng có thể có của cọc. Khi được gắn vào thân cọc, tần số dao động tự nhiên của đầu đo phải vượt quá 2000Hz. Biến dạng đo được sẽ tính đổi thành lực. Khoảng cách giữa các lỗ trên đầu đo (H) để xỏ bu lông gắn đầu đo vào cọc không nhỏ hơn 50mm và lớn hơn 100mm.

5.4.3 Đầu đo gia tốc

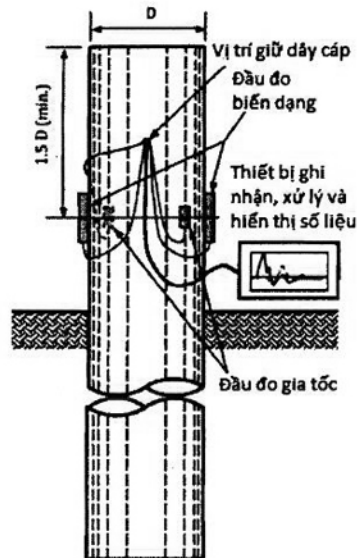
Đầu đo gia tốc được sử dụng để đo gia tốc của chuyển vị đầu cọc. Thiết bị phân tích đóng cọc sẽ phân tích ra số liệu vận tốc và số liệu chuyển vị từ các số liệu gia tốc. Với cọc bê tông, sử dụng đầu đo gia tốc phải hoạt động tuyến tính tới gia tốc tối thiểu 1000 g, tần số tối thiểu 1000 Hz. Với cọc thép, đầu đo gia tốc phải hoạt động tuyến tính tới gia tốc tối thiểu 2000 g, tần số tối thiểu 2000 Hz.

5.4.4 Lắp đặt đầu đo

5.4.4.1 Các đầu đo được đặt đối diện nhau dọc theo trục dọc của cọc, có khoảng cách xuyên tâm bằng nhau và khoảng cách trục như nhau tính đến đáy của cọc, để kết quả đo không bị ảnh hưởng do cọc chịu uốn.

5.4.4.2 Các đầu đo được đặt cách đầu cọc ít nhất 1.5 lần đường kính hay bề rộng cọc tính từ mặt cọc. Khoảng cách giữa đầu đo biến dạng và đầu đo gia tốc (S) từ 50mm đến 100mm.

5.4.4.3 Các đầu đo được gắn vào thành cọc bằng bu lông hoặc keo dán, có dây ra đủ chiều dài, đủ khả năng truyền trọn vẹn tín hiệu có trong cọc. Cần kiểm tra chắc chắn rằng các đầu đo được gắn chặt lên cọc để không bị trượt hoặc rời ra trong quá trình tạo va chạm.



CHÚ DẪN: D là đường kính cọc tính bằng mét (m)

Hình 3 - Sơ đồ bố trí thiết bị đo cho thí nghiệm thử động biến dạng lớn

5.5 Hệ thống thiết bị truyền dẫn tín hiệu

5.5.1 Tín hiệu từ các đầu đo sẽ được truyền đến các thiết bị ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị số liệu (xem hình 2) bằng dây cáp hoặc truyền tín hiệu không dây.

5.5.2 Dây cáp có vỏ bọc để hạn chế các nhiễu điện từ hoặc các nhiễu khác.

5.5.3 Nếu sử dụng truyền tín hiệu không dây, các tín hiệu truyền tới thiết bị phải mô tả

TCVN 11321 : 2016

chính xác độ lớn và tính liên tục của số liệu đo được từ đầu đo.

5.5.4 Các tín hiệu đo các đầu đo thu nhận được phải tỷ lệ tuyến tính với các phép đo thực hiện trên cọc trên toàn dải tần số của thiết bị.

5.6 Hệ thống thiết bị ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị

5.6.1 Tổng quát

Các tín hiệu thu nhận được từ đầu đo trong một chu kỳ va chạm sẽ được truyền đến một thiết bị ghi, chuyển đổi và hiển thị số liệu cho phép xác định lực và vận tốc theo thời gian. Thiết bị này xác định được cả gia tốc và chuyển vị của đầu cọc và năng lượng truyền lên cọc. Các thiết bị này có thể là màn hiển thị sóng, máy ghi sóng hoặc màn hình tinh thể (LCD). Thiết bị phải có chức năng lưu lại được kết quả để có thể xem lại các tín hiệu thu được và phân tích số liệu sau này. Các thiết bị ghi, chuyển đổi và hiển thị số liệu phải có khả năng xử lý số liệu bên trong về biến dạng, gia tốc và thang thời gian. Sai số không được vượt quá 2% tín hiệu lớn nhất thu được.

5.6.2 Ghi nhận số liệu

Các tín hiệu từ các đầu đo sẽ được ghi dưới dạng số hóa sao cho các thành phần tần số có mức thấp vượt qua ngưỡng tần số 1500 Hz (- 3 dB). Với tín hiệu tương tự (analog), tần suất lấy mẫu đối với mỗi kênh số liệu phải đạt ít nhất là 5000 Hz đối với cọc bê tông và 10000 Hz đối với cọc thép hoặc cọc gỗ. Với tín hiệu số (digital), tần suất lấy mẫu đối với mỗi kênh số liệu phải đạt ít nhất là 10000 Hz đối với cọc bê tông và 40000 Hz đối với cọc thép hoặc cọc gỗ.

5.6.3 Xử lý số liệu

Thiết bị xử lý tín hiệu từ các đầu đo có các chức năng sau:

5.6.3.1 Đo lực

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

5.6.3.2 Số liệu vận tốc

Khi sử dụng các đầu đo gia tốc, thiết bị có thể tích phân gia tốc theo thời gian để thu được vận tốc.

5.6.3.3 Điều kiện tín hiệu

Điều kiện tín hiệu cho lực và vận tốc cần có đường cong tần số tương ứng để tránh các độ lệch pha tương đối và sự lệch biên độ tương đối và các thành phần tần số ở dưới mức 2000 Hz.

5.6.4 Hiển thị số liệu

Trong một chu kỳ va chạm, tín hiệu thô hoặc tín hiệu đã được xử lý truyền ra từ đầu đo phải được hiển thị trong suốt quá trình thu nhận số liệu hoặc được phát lại như một hàm của thời gian, ví dụ như dạng biểu đồ số.

6 Trình tự thực hiện thí nghiệm

6.1 Công tác chuẩn bị

6.1.1 Những cọc sẽ tiến hành thí nghiệm cần được kiểm tra chất lượng theo các tiêu chuẩn hiện hành về thi công và nghiệm thu cọc.

6.1.2 Trừ khi có yêu cầu đặc biệt về thời gian thí nghiệm, việc thí nghiệm chỉ được tiến hành cho các cọc đã đủ thời gian phục hồi các cấu trúc của đất bị phá hoại trong quá trình thi công hoặc bê tông đạt cường độ để thí nghiệm theo quy định của thiết kế (đối với cọc khoan nhồi). Thời gian nghỉ từ khi kết thúc thi công đến khi thí nghiệm được quy định như sau:

- a) Tối thiểu 21 ngày đối với cọc khoan nhồi;
- b) Tối thiểu 7 ngày đối với các loại cọc khác.

6.1.3 Xác định vận tốc sóng, khối lượng riêng và mô đun đàn hồi động của cọc (xem phụ lục B).

6.2 Chuẩn bị đầu cọc đối với cọc đổ tại chỗ

Đầu cọc thí nghiệm có thể được cắt bớt hoặc nối thêm nhưng phải được gia công để đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Khoảng cách từ mặt cọc đến mặt đất hoặc mặt nước phải đủ để lắp đặt thiết bị đo;
- b) Đầu cọc nối thêm phải có cường độ lớn hơn hoặc bằng cường độ cọc thí nghiệm;
- c) Mặt đầu cọc được làm bằng phẳng, vuông góc với trục cọc.
- d) Đầu cọc bê tông đổ tại chỗ phải được bao bằng ống casing bằng thép, chiều dài casing tối thiểu là 1D để đảm bảo đầu cọc không bị phá hoại dưới tải trọng động trong quá trình thí nghiệm;
- e) Đặt một đệm đầu cọc bằng gỗ dán hay vật liệu khác có độ cứng tương tự trên đầu cọc và một bản thép dày trên đỉnh gỗ dán (nếu cần) để xung lực khi va chạm được phân bố đều trên diện tích cọc khi thí nghiệm.
- f) Đối với cọc thép, cọc ly tâm, cọc thi công bằng phương pháp đóng âm, ép âm phải có giải pháp cấu tạo phù hợp để đảm bảo yêu cầu thí nghiệm biến dạng động.

6.3 Lắp đặt các thiết bị

6.3.1 Đánh dấu vị trí gắn đầu đo lên bề mặt thân cọc với vị trí theo mô tả chi tiết trong phụ lục A, lắp đặt đầu đo và các thiết bị truyền tín hiệu, lắp đặt các thiết bị ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị số liệu. Kiểm tra kết nối giữa các thiết bị để sẵn sàng hoạt động.

6.3.2 Lắp đặt thiết bị tạo va chạm và giá dẫn hướng (nếu cần) sao cho lực va chạm là dọc trục và đúng tâm cọc.

6.3.3 Lắp đặt thiết bị để đo độ lún đầu cọc.

6.3.4 Tiến hành kiểm tra hiệu chỉnh cho các thiết bị ít nhất một lần trước khi thí nghiệm. Nếu phát hiện thấy sai số lớn so với hãng sản xuất, các thiết bị phải được hiệu chỉnh lại trước khi sử dụng.

TCVN 11321 : 2016

6.4 Công tác thực hiện đo đạc

6.4.1 Nhập số liệu đầu vào cho thiết bị: tên dự án, số hiệu cọc thí nghiệm, các thông số về cọc.

6.4.2 Ghi khối lượng của quả búa hay vật nặng thả rơi.

a) Đối với các búa thả rơi hay các búa diesel đơn động và các búa khí nén/hơi nước/thủy lực, ghi lại chiều cao rơi của quả búa hay chiều dài hành trình của búa;

b) Đối với các búa diesel song động, đo áp suất bật nảy;

c) Đối với các búa khí nén hay hơi nước song động, đo áp suất hơi nước hay khí nén trong đường dây áp suất dẫn đến búa;

d) Đối với các búa thủy lực hay bất cứ loại búa nào đã liệt kê trước đây, ghi lại năng lượng động từ các bộ đọc ngoài của búa khi có;

e) Ghi lại số các nhát đập trên một phút mà búa tạo ra.

6.4.3 Tạo va chạm với đầu cọc.

Bắt đầu bằng chiều cao rơi thấp để kiểm tra sự hoạt động của đầu đo và quá trình truyền dữ liệu về thiết bị ghi nhận, chuyển đổi, và hiển thị số liệu, sau đó tăng dần chiều cao rơi để kiểm tra sức chịu tải của cọc. Chiều cao rơi lớn nhất được nêu trong đề cương hoặc biện pháp thí nghiệm được phê duyệt. Chiều cao này có thể được điều chỉnh trong quá trình thí nghiệm dựa vào ứng suất, hiện trạng đầu cọc và độ lún đầu cọc đo được tại hiện trường nhằm đạt được kết quả thí nghiệm tốt nhất.

Mỗi nhát búa đóng xuống đầu cọc sẽ được thiết bị tự động ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị các thông số sau:

a) Năng lượng xung kích của búa truyền lên cọc ;

b) Sức chịu tải của cọc tại vị trí tương ứng;

c) Lực lớn nhất đầu cọc;

d) Ứng suất kéo (nén) lớn nhất xuất hiện trong cọc;

e) Mức độ nguyên dạng của cọc sau quá trình va chạm.

6.4.4 Đo độ lún đầu cọc sau mỗi quá trình va chạm.

6.4.5 Các kết quả đưa ra tại hiện trường sẽ bao gồm: biểu đồ sóng, các số liệu đầu vào và các số liệu đo được:

a) Chiều cao rơi búa;

b) Năng lượng lớn nhất tác dụng lên đầu cọc;

c) Lực tác dụng lớn nhất lên đầu cọc;

d) Sức chịu tải hiện trường dự kiến theo phương pháp Case Goble;

e) Ứng suất kéo lớn nhất tại đầu cọc;

f) Ứng suất nén lớn nhất tại đầu cọc;

g) Mức độ nguyên dạng của cọc.

6.5 Kiểm tra chất lượng số liệu

6.5.1 Xác nhận độ chính xác của các số liệu động thu được gần đầu cọc bằng cách kiểm tra định kỳ xem trung bình của các tín hiệu lực đo được và tích số của kháng trở của cọc và trung bình của các tín hiệu vận tốc đo được có tỷ lệ thuận tại thời điểm va chạm. Các tín hiệu nhất quán và tỷ lệ thuận của (trung bình) lực và (trung bình) vận tốc nhân với kháng trở của cọc là kết quả của hệ thống đầu đo làm việc chính xác và các thiết bị ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị số liệu đã được hiệu chỉnh chính xác.

6.5.2 Nếu các tín hiệu không nhất quán, hay không tỷ lệ thuận, tiến hành khảo sát nguyên nhân và hiệu chỉnh khi cần thiết. Nếu nguyên nhân là thiết bị bị lỏng hay không hiệu chỉnh đồng bộ, khi đó hiệu chỉnh vấn đề này trước khi tiếp tục thí nghiệm. Nếu nguyên nhân được xác định là do một đầu đo bị hỏng thì cần sửa chữa hay hiệu chỉnh lại, hay cả hai việc đó trước khi tiếp tục sử dụng. Nếu không xác định được nguyên nhân và không sửa được thì cần hủy bỏ thí nghiệm đó.

6.5.3 Trong quá trình sử dụng lâu dài, nếu thấy hoạt động của các thiết bị ghi nhận, chuyển đổi và hiển thị số liệu nằm ngoài các sai số cho phép của nhà sản xuất, phải thực hiện kiểm tra tự hiệu chỉnh định kỳ trong khi thí nghiệm theo như nhà sản xuất đã đề nghị và tái hiệu chỉnh như ở mục 6.3.4 trước khi tiếp tục sử dụng.

6.6 Phân tích số liệu đo

6.6.1 Số liệu thu nhận được dùng để phân tích trên máy tính bằng phần mềm phân tích số liệu chuyên dụng. Kết quả phân tích cuối cùng sẽ bao gồm:

- a) Mức độ nguyên dạng của cọc;
- b) Tổng ma sát thành bên;
- c) Tổng sức chống mũi cọc;
- d) Sức chịu tải tổng cộng của cọc.

6.6.2 Việc sử dụng các số liệu chi tiết như vậy là một đánh giá kỹ thuật đầy đủ.

7 Báo cáo kết quả

Báo cáo kết quả thử nghiệm sẽ bao gồm tất các thông tin được liệt kê dưới đây:

7.1 Những thông tin chung bao gồm tên công trình, địa điểm, lỗ khoan địa chất, hạng mục thí nghiệm, ngày bắt đầu thử nghiệm...

7.2 Các thông tin về cọc thí nghiệm gồm:

- a) Số hiệu cọc thí nghiệm và vị trí cọc trên mặt bằng công trình;
- b) Đường kính tiết diện và chiều dài cọc thử nghiệm, cấu tạo cọc, vị trí các mối nối trong trường hợp cọc chế tạo sẵn;

TCVN 11321 : 2016

c) Công nghệ thi công cọc;

d) Thời gian thi công cọc: Ngày đổ bê tông (đối với cọc đổ tại chỗ), ngày hạ cọc (đối với cọc chế tạo sẵn);

e) Quá trình thi công cọc, các dấu hiệu bất thường phát hiện trong quá trình thi công cọc;

f) Thời điểm thực hiện thí nghiệm thử động biến dạng lớn;

g) Kết quả kiểm tra chất lượng cọc bằng các phương pháp khác (nếu có).

7.3 Quá trình thí nghiệm thử động biến dạng lớn gồm:

a) Mô tả tất cả hệ thống thiết bị đo động, thiết bị ghi, chuyển đổi và hiển thị số liệu, và mô tả trình tự thí nghiệm, và vị trí lắp đặt đầu đo;

b) Chiều dài phía dưới đầu đo, diện tích mặt cắt ngang, khối lượng riêng, vận tốc sóng, mô đun đàn hồi động của cọc thí nghiệm;

c) Thời điểm thí nghiệm cọc đóng (đóng đi hay vỗ lại);

d) Độ lún của cọc đóng (số nhát búa cho 1 khoảng ngập đất) trong quá trình thí nghiệm;

e) Biểu đồ lực và vận tốc truyền sóng đo được trong một khoảng thời gian tương ứng với các nhát búa đại diện của cọc thí nghiệm;

f) Các phương pháp và lý thuyết phương trình truyền sóng 1 chiều đã được sử dụng để đánh giá số liệu đo đạc (đặc biệt là đánh giá sức chịu tải).

g) Phương pháp xác định vận tốc sóng, khối lượng riêng và mô đun đàn hồi động của cọc.

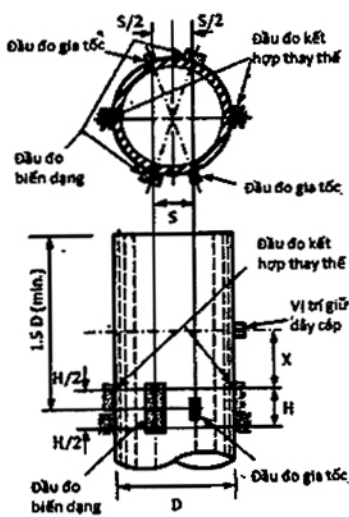
7.4 Đánh giá kết quả thử nghiệm bao gồm sức chịu tải của cọc tại thời điểm thí nghiệm, ứng suất đóng cọc, độ đồng nhất của cọc, sự làm việc của búa đóng cọc...

7.5 Kết luận và kiến nghị

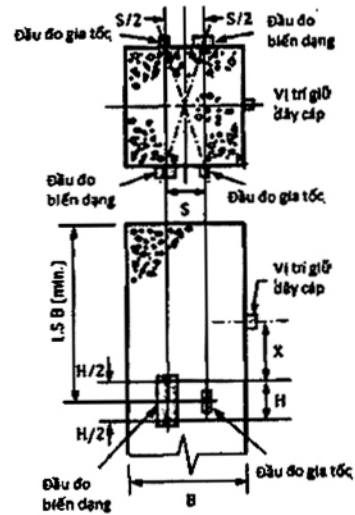
7.6 Tài liệu khác kèm theo (nếu có)

Phụ lục A
(Tham khảo)

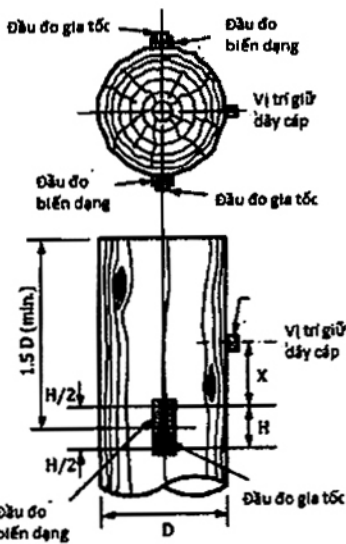
Bố trí và lắp đặt đầu đo



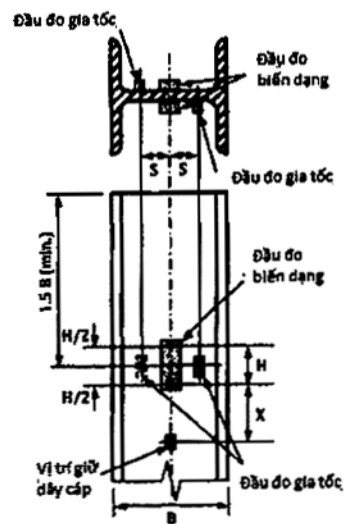
a) Cọc tròn



b) Cọc vuông



c) Cọc gỗ



d) Cọc thép hình chữ H

CHÚ DẪN:

- 1 D là đường kính cọc, tính bằng mét (m)
- 2 B là bề rộng cọc, tính bằng mét (m)
- 3 S là khoảng cách giữa đầu đo biến dạng và đầu đo gia tốc, tính bằng milimet (mm).

- 4 H là khoảng cách giữa 2 lỗ bắt bu lông của đầu đo biến dạng, tính bằng milimet (mm)
- 5 X là khoảng cách từ vị trí giữ dây cáp đến lỗ bắt bu lông gần nhất của đầu đo biến dạng, tính bằng milimet (mm)

Hình A.1 – Cách bố trí và lắp đặt đầu đo đối với một số hình dạng cọc và loại cọc

Phụ lục B

(Tham khảo)

Xác định vận tốc truyền sóng, khối lượng riêng và mô đun đàn hồi động của cọc

B.1 Xác định vận tốc truyền sóng trong cọc

Với cọc thép, vận tốc truyền sóng được áp dụng là 5123 m/s. Đây là giá trị được công nhận.

Với cọc bê tông hay cọc gỗ, vận tốc truyền sóng phải được đo đạc vì giá trị này luôn thay đổi đối với mỗi cọc. Có 2 cách để xác định vận tốc truyền sóng trong cọc bê tông và cọc gỗ:

B.1.1 Phương pháp thử cọc tự do

Đặt một cọc nằm ngang, gắn đầu đo gia tốc vào một đầu của cọc và gõ vào đầu cọc bằng một búa có trọng lượng phù hợp (Hình B.1). Cách tiến hành là tạo ra va chạm, đo tổng thời gian sóng va chạm truyền hết chiều dài cọc và quay về đầu đo của ít nhất 3 chu kì phản xạ hoặc $6L/c$, với chiều dài cọc L , tính ra vận tốc truyền sóng theo công thức:

$$c = 6L/T \quad (B.1)$$

trong đó:

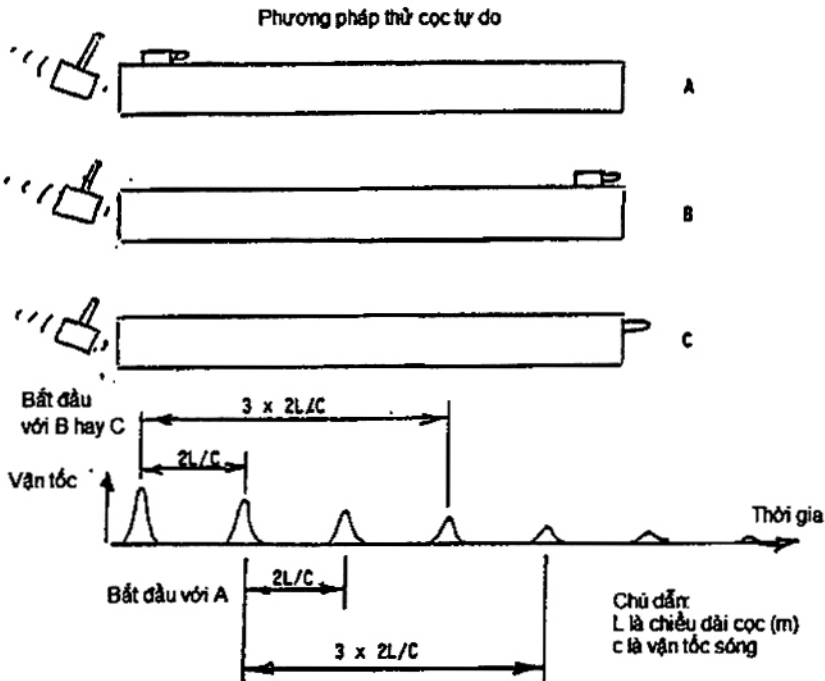
L là chiều dài cọc tính bằng mét (m);

T là tổng thời gian sóng va chạm truyền hết chiều dài cọc và quay về đầu đo của ít nhất 3 chu kì phản xạ tính bằng giây (s).

Phương pháp thử cọc tự do có thể áp dụng cho cọc gỗ, cọc bê tông dự ứng lực và có thể áp dụng cho cọc bê tông cốt thép có chiều dài ngắn bởi vì cọc bê tông cốt thép dài có thể bị nứt, ảnh hưởng đến vận tốc sóng.

B.1.2 Một cách khác để xác định vận tốc truyền sóng trong cọc là sử dụng giá trị sóng truyền xuống (WD – wave down) và sóng truyền lên (WU – wave up) thu được từ giá trị lực và vận tốc truyền sóng đo được, tốt nhất là khi bắt đầu va chạm. Khi đó, sóng lên và sóng xuống có dạng tương đương nhau. Độ chính xác của cách xác định vận tốc truyền sóng này phụ thuộc vào loại đất nền, chất lượng cọc và trình độ phân tích của kỹ sư thí nghiệm.

Trong trường hợp không có điều kiện xác định vận tốc truyền sóng trong cọc, có thể sử dụng các giá trị vận tốc truyền sóng theo kinh nghiệm. Ví dụ, vận tốc truyền sóng trong bê tông là $c \approx (3800 + 4200)$ m/s.



Hình B.1 – Phương pháp thử cọc ở trạng thái tự do

B.2 Xác định Khối lượng riêng của cọc

Khối lượng riêng của mỗi cọc gỗ nên được xác định theo tổng khối lượng của cọc, hay một mẫu của cọc đó với thể tích tương ứng. Khối lượng riêng của bê tông hay vữa có thể đo được theo cách tương tự.

Khối lượng riêng của các cọc bê tông thường được giả thiết bằng 2450 kg/m^3 và khối lượng riêng của vữa dùng cho các cọc đổ tại chỗ hay các dạng tương tự thường được giả thiết bằng 2150 kg/m^3 .

Khối lượng riêng của các cọc thép có thể giả thiết bằng 7850 kg/m^3 . Khối lượng riêng của của cọc hỗn hợp, như các ống thép nhồi bê tông, có thể tính được từ trung bình theo trọng số của các diện tích vật liệu tại từng mặt cắt ngang khác nhau.

B.3 Xác định mô đun đàn hồi động của cọc

Mô đun đàn hồi động của cọc (E) bê tông, gỗ, thép hay hỗn hợp có thể tính được bằng tích số của bình phương vận tốc truyền sóng và khối lượng riêng:

$$E = \rho c^2 \quad (\text{B.2})$$

trong đó:

E là mô đun đàn hồi động của vật liệu cọc tính bằng kilopascal (kPa);

c là vận tốc truyền sóng trong cọc tính bằng mét trên giây (m/s);

ρ là khối lượng riêng của vật liệu cọc tính bằng kilogram trên mét khối (kg/m^3).

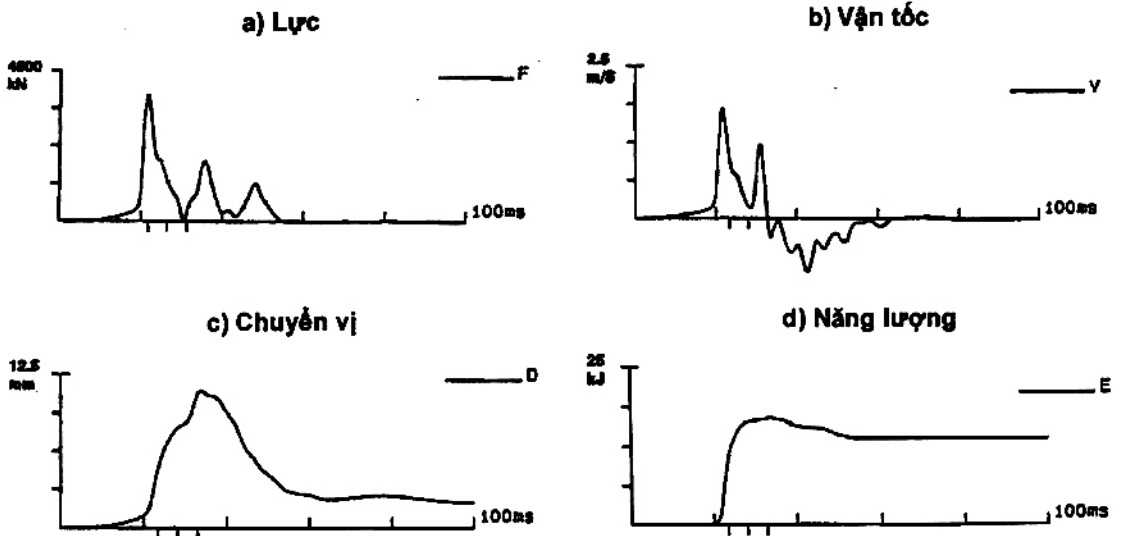
TCVN 11321 : 2016

Mô đun đàn hồi động của thép có thể lấy từ 200×10^6 kPa đến 207×10^6 kPa. Mô đun đàn hồi động của bê tông và gỗ được xác định khi thí nghiệm nén theo TCVN 5726:1993.

Phụ lục C
(Tham khảo)

Một số biểu đồ chuẩn và tham số cần thiết trong thí nghiệm thử động biến dạng lớn

C.1 Một số biểu đồ chuẩn (lực, vận tốc, năng lượng, chuyển vị) đo được từ thí nghiệm thử động biến dạng lớn



Hình C.1 - Biểu đồ chuẩn lực, vận tốc, chuyển vị và năng lượng của cọc khi va chạm

C.2 Một số tham số cần thiết trong quá trình thí nghiệm thử động biến dạng lớn

C.2.1 Tham số đầu vào

- PJ - Miêu tả tên dự án
- PN - Miêu tả tên cọc
- AR - Diện tích mặt cắt ngang thân cọc (cm^2)
- LE - Chiều dài cọc dưới đầu đo (m)
- EM - Mô đun đàn hồi động của vật liệu cọc (T/m^2)
- SP - Khối lượng riêng của vật liệu cọc (T/m^3)
- WS - Vận tốc truyền sóng trong vật liệu cọc (m/s)
- JC - Hệ số cản nhớt
- LP - Chiều sâu ngập đất của cọc (m)

C.2.2 Kết quả thu nhận được

- STK - Chiều cao rơi búa (m)
- FMX - Lực tác dụng lớn nhất lên đầu cọc (T)
- EMX - Năng lượng lớn nhất thu được (T/m)
- CSX - Ứng suất nén lớn nhất tại vị trí đầu đo (kg/cm^2)
- TXS - Ứng suất kéo lớn nhất tại vị trí đầu đo (kg/cm^2)
- BTA - Mức độ nguyên dạng của cọc (%)
- DMX - Chuyển vị lớn nhất đo được (mm)
- DFN - Chuyển vị cuối cùng đo được (mm)
- RMX - Sức kháng lớn nhất theo phương pháp CASE (T)

C.2.3 Hệ số cản nhớt JC

Bảng C.1 – Giá trị hệ số cản nhớt JC

Đất ở mũi cọc	JC
Cát	Từ 0,4 đến 0,5
Cát lẫn bụi, bụi chứa cát	Từ 0,5 đến 0,7
Bụi	Từ 0,6 đến 0,8
Sét lẫn bụi, bụi lẫn sét	Từ 0,7 đến 0,9
Sét	Lớn hơn 0,9

C.2.4 Ứng suất đóng cọc giới hạn

Bảng C.2 – Giá trị ứng suất đóng cọc giới hạn

Dạng ứng suất	Giá trị giới hạn
Ứng suất nén của thép	0,90 Fy
Ứng suất nén bê tông dự ứng lực	0,85 f _c – f _{pe}
Ứng suất nén bê tông cốt thép thường.	0,85.f _c
CHÚ THÍCH: 1) Fy là cường độ chảy của thép, tính bằng MPa 2) f _c là cường độ nén bê tông 28 ngày, tính bằng MPa 3) f _{pe} là ứng suất hiệu quả, tính bằng MPa	

C.2.5 Mức độ nguyên dạng của cọc theo hệ số β (BTA)

Bảng C.3 – Đánh giá mức độ nguyên dạng của cọc theo hệ số β (BTA)

Giá trị β (BTA)	Mức độ nguyên dạng của cọc
100%	Cọc nguyên vẹn
Từ 80% đến 99%	Hư hỏng nhẹ
Từ 60% đến 80%	Hư hỏng
Nhỏ hơn 60%	Đứt gãy