

ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH KIỂM TRA HIỆN TRẠNG CỌC GẤP SỰ CỐ DO ẢNH HƯỞNG BỞI QUÁ TRÌNH THI CÔNG NỀN MÓNG SAU KHI HẠ CỌC

PROPOSAL FOR INSPECTING PILES WITH PROBLEMS DUE TO THE IMPACT OF THE FOUNDATION CONSTRUCTION PROCESS AFTER PILE DRIVING

Phạm Văn Giang

Viện Khoa học công nghệ xây dựng

Email: giang413@gmail.com, 0979 384 827

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses3-4>

TÓM TẮT: Cọc ép bê tông ly tâm ứng lực trước thường được thiết kế chịu tải nén đúng tâm hoặc cọc nén lệch tâm nhỏ có kiểm soát. Trong thực tế cọc hạ trong nền đất yếu do ảnh hưởng bởi hoạt động thi công nền móng cọc (thi công hố đào, máy ép cọc di chuyển, xe vận chuyển đất đi lại...) làm cọc nghiêng, lệch trục, nứt gãy hoặc đoạn cọc tách rời nhau... sức chịu tải cọc không đúng thiết kế hoặc mất khả năng chịu lực. Đối với các công trình có móng cọc gặp sự cố như trên, cần có một quy trình khảo sát, đánh giá hiện trạng cọc. Báo cáo này trình bày nghiên cứu quy trình kiểm tra các cọc gặp sự cố nhằm cung cấp thông tin, trợ giúp thiết kế đưa ra quyết định về cọc tiếp tục sử dụng, cọc sẽ sửa chữa hoặc cọc bị thay thế.

TỪ KHÓA: Quy trình, phân loại, cọc nghiêng, cọc lệch trục, sức chịu tải cọc, khuyết tật thân cọc...

ABSTRACT: Prestressed centrifugal concrete piles are usually designed to withstand central compression loads or small controlled eccentric compression piles. In reality, piles placed in weak ground are affected by pile foundation construction activities (excavation, moving pile presses, soil transport vehicles, etc.) causing the piles to tilt, deviate, crack, or separate from each other... the pile's load-bearing capacity is not as designed or the pile's load-bearing capacity is lost. For projects with pile foundations that have problems like the above, there needs to be a process to survey and evaluate the current status of the piles. This report presents a study of the process of checking problem piles to provide information and assist the designer in making decisions about whether the piles should continue to be used, repaired, or replaced.

KEYWORDS: Process, classification, inclined piles, misaligned piles, pile bearing capacity, pile body defects...

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

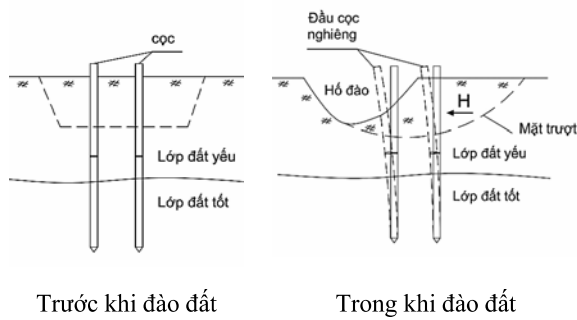
Cọc bê tông ly tâm dự ứng lực ngày nay được sử dụng phổ biến để thiết kế, thi công nền móng các dự án nhà xưởng, kho bãi và nhà văn phòng thấp tầng... trong các khu công nghiệp. Các khu công nghiệp hiện nay được xây dựng khá nhiều trên nền đất lún biến hay bồi lấp như khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh, thành phố Hải Phòng... đặc điểm địa chất khu vực này là có lớp bùn sét hoặc sét hữu cơ yếu xuất hiện trên bề mặt chiều dày lớn, trạng thái dẻo mềm đến dẻo chảy và có các chỉ số cơ lý thấp.

Một thực tế ở các dự án đã xây dựng ở các khu có nền đất yếu như trên cho thấy, các cọc sau khi đã thí nghiệm, thi công đại trà, nghiệm thu khi chuyển sang giai đoạn thi công tiếp theo lại có các hiện

tượng đầu cọc bị nghiêng, lệch trục. Các sự cố này thường không xuất phát từ bản thân cọc mà chủ yếu do quá trình thi công và các tác động từ môi trường xung quanh, chủ yếu do 2 nguyên chính sau gây ra:

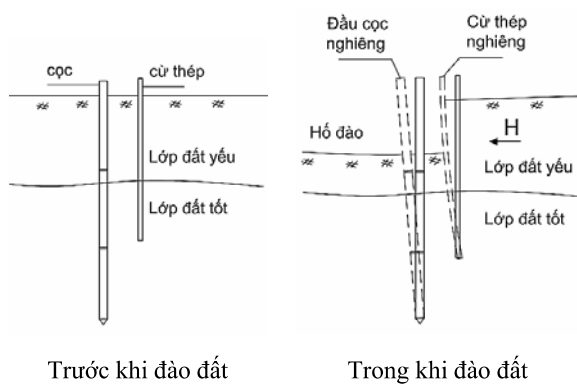
- Thi công hố đào: Việc đào đất xung quanh cọc hoặc hố móng ở giữa mặt bằng cọc không đúng kỹ thuật, không có biện pháp chống đỡ phù hợp làm sập thành hố đào, khi đó, đất sẽ thay đổi trạng thái từ ổn định sang không ổn định, bị biến dạng, mất khả năng chịu lực và gây ra lực đẩy ngang lên thân cọc

- Di chuyển của máy móc, thiết bị: Các loại máy móc hạng nặng như máy xúc, xe lu, máy ép cọc di chuyển gần khu vực cọc đã thi công tạo ra chấn động và lực nén ngang lên thân cọc.



Đầu cọc bị nghiêng thực tế

Hình 1: Đầu cọc bị nghiêng do ảnh hưởng thi công hố đào mở



Đầu cọc bị nghiêng thực tế

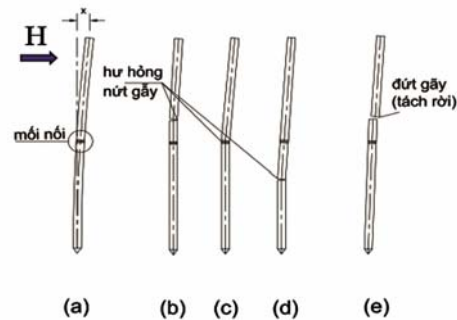
Hình 2: Đầu cọc bị nghiêng do ảnh hưởng hố đào có tường cừ thép

Các hậu quả do các hiện tượng trên gây ra làm phát sinh chi phí, tăng tiến độ và làm giảm chất lượng dự án, các hậu quả chính có thể kể đến bao gồm:

- Mở rộng đài cọc: Độ lệch trục của cọc lớn dẫn đến khoảng cách từ tim cọc đến mép đài cọc không đảm bảo theo yêu cầu dẫn đến phải tính toán mở rộng đài cọc.

- Khả năng chịu tải của cọc bị giảm: Độ nghiêng đầu cọc phát sinh lực uốn dọc trục và nứt gãy thân cọc làm giảm đáng kể khả năng chịu lực dọc trục của cọc.

- Cọc mất khả năng chịu lực: Thân cọc không liên tục, đứt gãy (đoạn cọc tách rời nhau) có thể chỉ đoạn cọc trên cùng chịu tải, do đó sức chịu tải cọc rất nhỏ.



(a). Đầu cọc bị nghiêng, thân cọc bị uốn nhưng không có khuyết tật.

(b) (c) (d). Cọc bị nứt gãy tại thân cọc và mối nối kém.

(e). Đoạn cọc bị tách rời (đứt gãy).

Hình 3: Các hình dạng hỏng cọc điển hình

Dự án xuất hiện tình trạng cọc có các hư hỏng trên nếu xét theo tiêu chí nghiệm thu quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9394:2012 có thể không đạt yêu cầu, nếu thay thế tất cả các cọc gặp sự cố sẽ không khả thi đối với đa số các dự án xây dựng hiện nay vì không đảm bảo tiến độ, kinh tế và pháp lý. Việc sửa chữa tận dụng lại cọc gặp sự cố hoặc tận dụng lại cọc không phải sửa chữa hoặc chỉ thay thế/bổ sung một phần sẽ đảm bảo kinh tế, tiến độ dự án.

Bài báo này đề xuất quy trình khảo sát tình trạng hư hỏng của cọc nhằm cung cấp thông tin hiện trạng chất lượng cọc cho Tư vấn thiết kế, kết quả của quy trình là phân loại cọc giúp Tư vấn thiết kế có cơ sở đề xuất phương án.

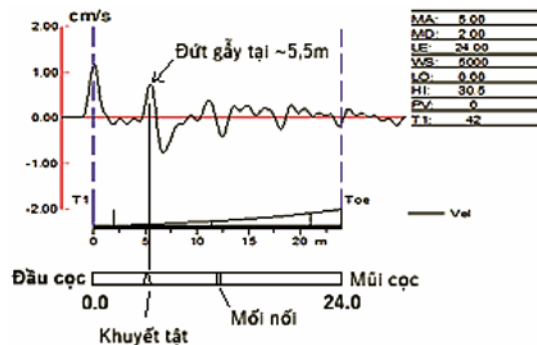
Phạm vi nghiên cứu của báo cáo tập trung vào xây dựng quy trình bằng các phương pháp thí nghiệm, kiểm tra hiện có nhưng có sự kết hợp, tương tác với nhau để hiểu rõ hiện trạng kỹ thuật của tổng thể các cọc trong công trình. Với móng công trình có nhiều cọc không đạt tiêu chí nghiệm thu của các tiêu chuẩn thi công nghiệm thu, việc xây dựng quy trình kiểm tra, khảo sát chất lượng và khả năng chịu lực của cọc là cần thiết. Kết quả của công tác này sẽ hỗ trợ Tư vấn thiết kế đưa ra phương án giải pháp thiết kế xử lý sự cố nền móng.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA, KHẢO SÁT HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG CỌC

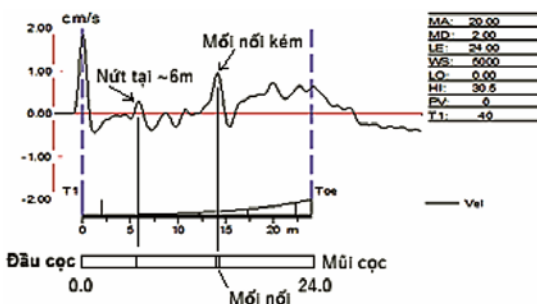
Các phương pháp kiểm tra, khảo sát hiện trạng chất lượng gồm 03 phương pháp: Phương pháp đo đặc trắc địa, phương pháp kiểm tra không phá hủy thí nghiệm PIT và thí nghiệm PDA. Đây là các phương pháp được áp dụng phổ biến và có đầy đủ tiêu chuẩn hướng dẫn thực hiện. Năng lực và ưu điểm của từng phương pháp như sau:

- Phương pháp đo đặc trắc địa: Phương pháp này được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9398:2012 [2]. Kết quả của phương pháp là xác định được giá trị tọa độ và độ nghiêng hiện tại của cọc. Các giá trị này có thể thay đổi nếu vấn đề gây ra chưa được giải quyết. Ưu điểm của phương pháp thực hiện nhanh, chi phí thấp và có thể quan trắc nhiều ngày liên tục.

- Phương pháp thí nghiệm PIT: Phương pháp được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9397:2012. Kết quả của phương pháp là phát hiện khuyết tật (sự đứt đoạn, nứt gãy) trên thân cọc bên ngoài phạm vi mối nối. Trong một số trường hợp, phương pháp có thể xác định chất lượng mối nối dựa vào biên độ xung phản xạ. Ưu điểm của phương pháp là thực hiện nhanh, kiểm tra được nhiều cọc mỗi ngày và chi phí thấp. Phương pháp có thể dự báo mức độ khuyết tật nhưng dự báo mức độ khuyết tật chỉ là thông tin tham khảo và có độ tin cậy thấp [3].



Hình 4: Biểu đồ xung PIT thể hiện đứt gãy thân cọc



Hình 5: Biểu đồ xung PIT thể hiện nứt thân cọc và mối nối kém

- Phương pháp thí nghiệm PDA: Phương pháp được hướng dẫn và quy định bởi tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11321:2016 [4]. Kết quả của phương pháp cho phép xác định sức chịu tải cọc, sức chịu tải cọc là kết quả được phân tích từ phần mềm CAPWAP® từ đó đưa ra được sức chịu tải cọc theo đất nền là tổng của sức kháng do ma sát thành bên giữa cọc với đất và sức kháng tại mũi cọc. Phương pháp có khả năng xác định sức chịu tải nhanh chóng tại các cọc có vị trí bất lợi (mặt bằng nền đất yếu) mà thí nghiệm nén tĩnh truyền thống khó thực hiện. Ngoài ra phương pháp cho phép đánh giá định lượng độ toàn vẹn thân cọc theo thang điểm từ 0% đến 100%. Các cọc có độ toàn vẹn dưới 60% được coi như cọc gãy (cọc đứt đoạn) hoặc mối nối kém. Cụ thể, kết quả từ PDI® sẽ cung cấp chỉ số BTA (β), là cơ sở để đưa ra đánh giá về độ toàn vẹn của thân cọc.

Bảng 1. Đánh giá tính toàn vẹn thân cọc theo TCVN 11321:2016

Giá trị BTA (β)	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

3. QUY TRÌNH KIỂM TRA

Quy trình sẽ triển khai thực hiện các phương pháp kiểm tra, khảo sát hiện trạng chất lượng cọc nêu trên hoặc các phương pháp tương tự theo một trình tự nhất định nhằm đánh giá tổng thể và phân loại chất lượng cọc có vấn đề.

3.1. Tiêu chí xây dựng quy trình kiểm tra

Quy trình kiểm tra, khảo sát, đánh giá chất lượng cọc được xây dựng dựa trên các tiêu chí chính như sau:

a. Tiêu chí về tính khả thi, tiến độ và hiệu quả kinh tế

Quy trình phải được xây dựng để tối ưu hóa chi phí và đáp ứng tiến độ dự án, cụ thể:

- Khả thi và tiến độ: Ưu tiên lựa chọn các phương pháp thí nghiệm cọc khả thi trong điều kiện hiện trường và có thời gian thực hiện nhanh. Điều này giúp tránh gián đoạn quá trình thi công hoặc xử lý móng tổng thể.

- Tối ưu chi phí đảm bảo hiệu quả kinh tế: Lựa chọn phương pháp đánh giá từ tổng thể đến chi tiết. Các phương pháp chi phí thấp và thực hiện nhanh chóng (như phương pháp PIT, Trắc địa) sẽ áp dụng kiểm tra toàn bộ (hoặc tỉ lệ lớn) cọc để sàng lọc ban đầu. Các phương pháp chi phí cao (như phương

pháp PDA) sẽ áp dụng thí nghiệm theo tỉ lệ ít hơn và tập trung vào cọc nghi ngờ giúp tiết kiệm chi phí.

b. Tiêu chí về an toàn chịu lực

Quy trình phải đảm bảo thu thập dữ liệu tin cậy nhằm đảm bảo an toàn chịu lực cho công trình:

- Bao gồm các phương pháp có khả năng đánh giá mức độ hư hỏng thân cọc một cách chi tiết.
- Xác định chính xác sức chịu tải thực tế còn lại của cọc để làm cơ sở cho việc tính toán lại và đưa ra giải pháp thiết kế xử lý móng.

3.2. Nguyên tắc kiểm tra

Quy trình kiểm tra, khảo sát chất lượng cọc phải được xây dựng và thực hiện dựa trên các nguyên tắc cơ bản sau để đảm bảo tính khoa học, đại diện và hiệu quả:

a. Kiểm tra từ tổng thể đến chi tiết (Nguyên tắc sàng lọc)

Nguyên tắc này giúp tối ưu hóa chi phí và thời gian bằng cách đi từ các phương pháp kiểm tra nhanh, chi phí thấp cho toàn bộ hoặc số lượng lớn cọc, sau đó mới chuyển sang các phương pháp chi tiết, tốn kém hơn:

- Kiểm tra tổng thể (Sàng lọc ban đầu): Sử dụng các phương pháp kiểm tra nhanh như Đo đặc trắc địa và thí nghiệm PIT để kiểm tra cho toàn bộ cọc.
- Kiểm tra chi tiết (Đánh giá chuyên sâu): Chỉ áp dụng phương pháp chi tiết, có chi phí phù hợp như thí nghiệm PDA cho những cọc đã được xác định ở giai đoạn kiểm tra tổng thể.

b. Phân loại chất lượng/Vấn đề của cọc

Quy trình phải cung cấp cơ sở để phân loại rõ ràng các cọc đang gặp sự cố, giúp đưa ra quyết định xử lý phù hợp.

- Phân loại theo hình học/vị trí: Tiến hành phân loại cọc dựa trên kết quả đo đặc trắc địa, sắp xếp các cọc có mức độ nghiêng hoặc độ lệch trục từ ít đến nhiều.

- Phân loại theo độ toàn vẹn thân cọc: Phân loại cọc theo mức độ khuyết tật dựa trên kết quả thí nghiệm PIT. Các cọc được phân loại từ khuyết tật nhỏ (có biên độ xung phản xạ thấp) đến hư hỏng điển hình hoặc hư hỏng nặng (có biên độ xung phản xạ cao tại các vị trí thân cọc hoặc mối nối).

c. Đảm bảo tính đại diện khi kiểm tra khả năng chịu lực

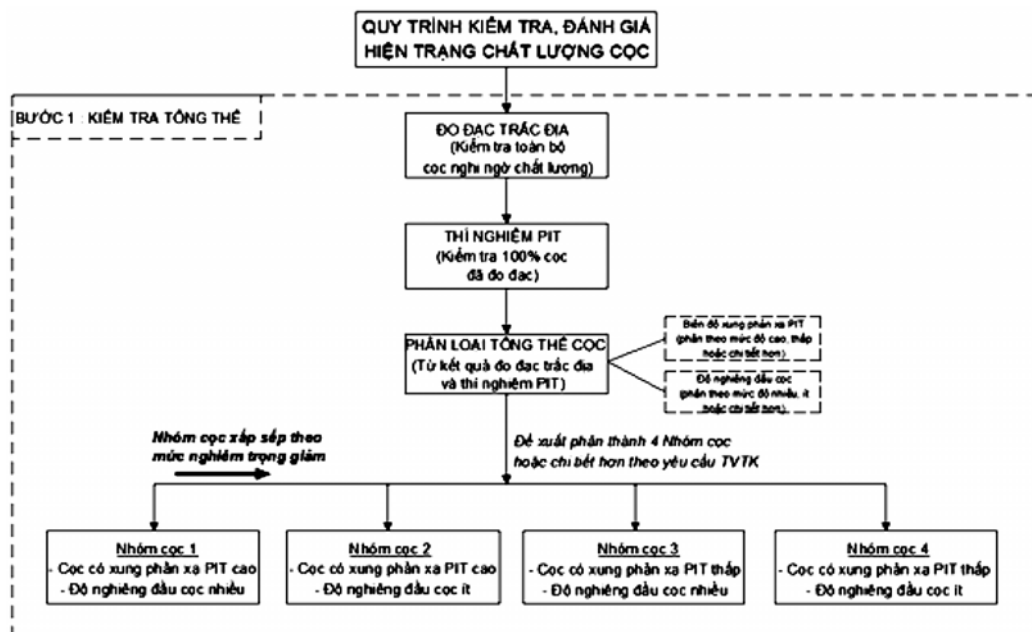
- Để nghiệm thu cho một loại cọc, cần có kết quả thử tải động (PDA) cho cọc đại diện nhất hoặc bất lợi nhất (về tải trọng, địa chất, kết quả kiểm tra tổng thể...). Tư vấn thiết kế sẽ chỉ định cọc này.

- Thí nghiệm thêm cọc nếu các cọc lựa chọn ban đầu không đạt hoặc đạt với tỉ lệ thấp.

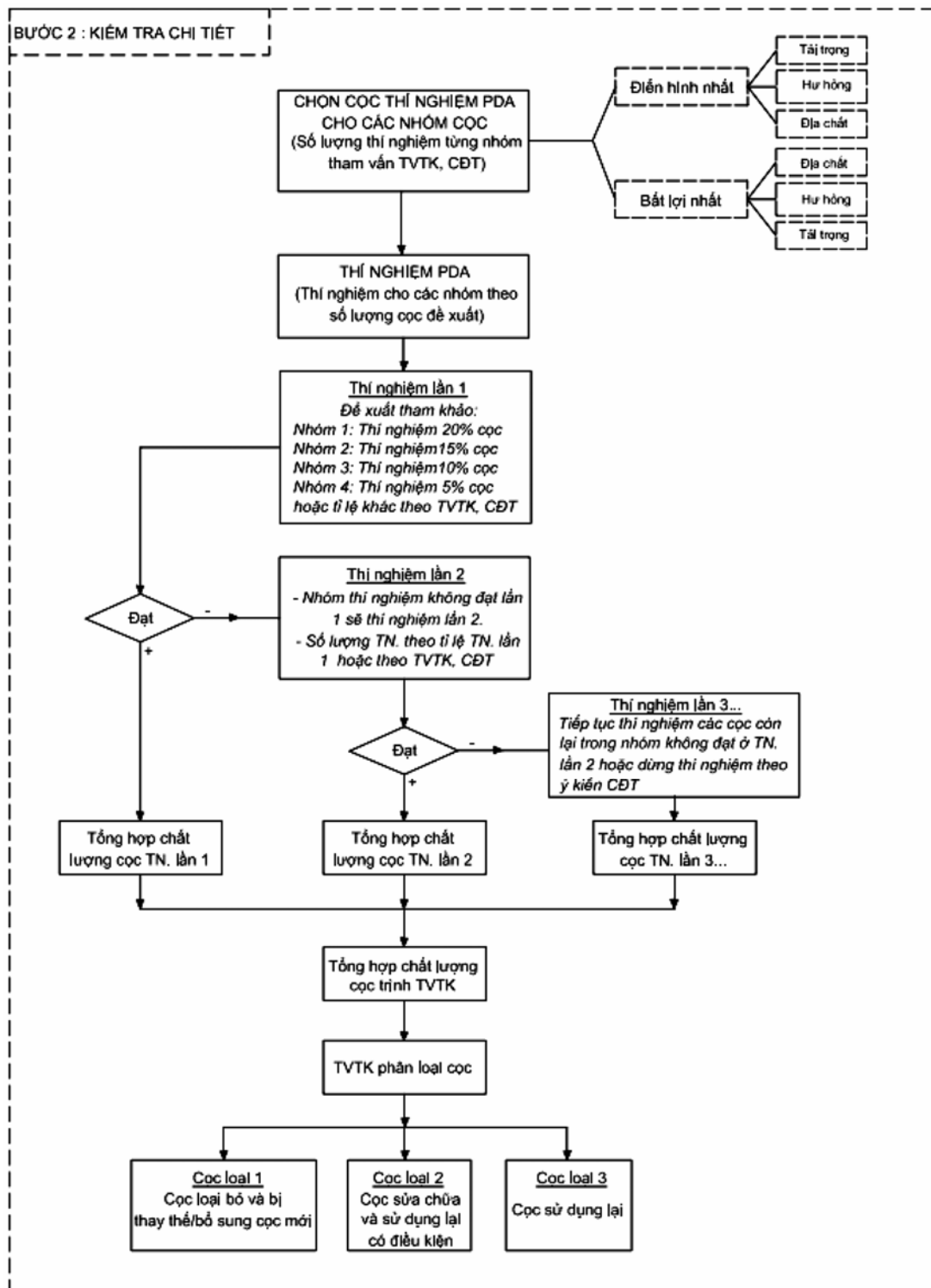
3.3. Sơ đồ quy trình kiểm tra

Sơ đồ quy trình kiểm tra trình bày các công việc cần thiết, trình tự và mối liên hệ giữa chúng để đánh giá hiện trạng chất lượng cọc.

Quy trình kiểm tra, đánh giá hiện trạng chất lượng gồm 2 bước kiểm tra chính (Hình 7 và 8) như sau:



Hình 6: Quy trình kiểm tra tổng thể chất lượng cọc



Hình 7: Quy trình kiểm tra chi tiết, phân loại cọc

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Vấn đề về sự cố cọc nghiêng/lệch trục do ảnh hưởng của quá trình thi công nền móng sau khi hạ cọc là một vấn đề nghiêm trọng, có thể ảnh hưởng đến khả năng chịu lực và an toàn công trình

nếu vấn đề không được giải quyết hoặc giải quyết không triệt để. Báo cáo này đề xuất một quy trình kiểm tra hiện trạng chất lượng cọc toàn diện dựa trên các phương pháp đo đặc trưng địa và phương pháp kiểm tra không phá hủy hiện đại, các phương pháp này phổ biến và đều có trong danh mục nghiệm thu kiểm tra chất lượng công trình.

Việc đề xuất một quy trình kiểm tra có sự kết hợp nhiều phương pháp để đưa ra một đánh giá toàn diện và chính xác về chất lượng của cọc và phân loại cọc giúp Tư vấn thiết kế có cơ sở quyết định tái sử dụng cọc, sửa chữa cọc hoặc bổ sung/thay thế cọc có vấn đề.

4.2. Kiến nghị

- Đối với đơn vị tư vấn thiết kế: Khi thiết kế cần phân tích kỹ lưỡng điều kiện địa chất công trình, đặc biệt là các khu vực có đất yếu hoặc phức tạp và xem xét các rủi ro tiềm ẩn trong quá trình thi công để cảnh báo nhà thầu thi công và các bên liên quan và đề xuất các giải pháp dự phòng, bao gồm cả các quy trình kiểm tra và xử lý sự cố.

- Đối với chủ đầu tư: Cần nhận thức rõ rủi ro của các hoạt động thi công tiếp theo đối với nền móng. Các yêu cầu về kiểm tra, giám sát chất

lượng cọc sau thi công phải được đưa vào hồ sơ thiết kế một cách rõ ràng.

- Đối với đơn vị thi công: Cần tuân thủ chặt chẽ các quy trình kỹ thuật, sử dụng các công nghệ tiên tiến để giám sát và kiểm soát chất lượng thi công, đặc biệt đối với các công trình phức tạp như thi công trên nền đất yếu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 9394:2012 về Đóng và ép cọc - Thi công và nghiệm thu.
- [2] TCVN 9398:2012 về Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung.
- [3] TCVN 9397:2012 về Cọc - Kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp động biến dạng nhỏ.
- [4] TCVN 11321:2016 về Cọc - Phương pháp thử động biến dạng lớn.