



# Những sự cố thường gặp khi thi công cọc bê tông ly tâm ứng suất trước bằng máy ép robot

**Võ Hải Nhân<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bộ môn Công nghệ và Tổ chức thi công, Khoa Xây dựng – Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội.

**TỪ KHOẢ**

Thi công ép cọc  
 Các sự cố khi ép cọc  
 Cọc bê tông ly tâm  
 Cọc ứng suất trước  
 Nền đất yếu

**TÓM TẮT**

Bài báo giới thiệu về các sự cố thường xảy ra trong quá trình thi công ép cọc bê tông ly tâm ứng suất trước bằng máy ép Robot, đặc biệt thi công ép cọc trên nền đất yếu. Các giải pháp để hạn chế sự cố và một số khuyến nghị khi lựa chọn cọc bê tông ly tâm ứng suất trước làm móng công trình.

**KEYWORDS**

**ABSTRACT**

The article introduces the problems that often occur during the construction of prestressed centrifugal concrete piles by the Robot press, especially in the construction of piles on soft ground. Solutions to limit incidents and some recommendations when choosing prestressed centrifugal concrete piles for foundation works.

**1. Đặt vấn đề**

Móng cọc bê tông đúc sẵn ngày càng được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng, đặc biệt là các công trình xây dựng trên nền đất yếu, nền địa tầng có nhiều lớp đất khác nhau, lớp đất tốt có khả năng mang tải cao nằm ở sâu trong địa tầng.

Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn thường có tiết diện vuông, vành khuyên phù hợp theo từng dạng công trình, kết cấu, điều kiện địa tầng cụ thể để lựa chọn loại cọc, chiều sâu hạ cọc phù hợp. Cọc vuông có tiết diện phổ biến từ (200 x 200)mm đến (600 x 600)mm, cọc ly tâm đường kính từ 300mm đến 1200mm. Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước nhằm tiết kiệm vật liệu, giảm trọng lượng bản thân, cọc ngày càng được sản xuất có chiều dài lớn và sử dụng công nghệ ứng suất trước, sử dụng bê tông mác cao, hạn chế các mối nối, hiệu quả trong thi công; cọc chế tạo phù hợp công tác vận chuyển và được chế tạo trong nhà máy do đó kiểm soát chất lượng tốt. Cọc được hạ vào đất nền bằng công nghệ đóng hoặc ép bởi các thiết bị chuyên dụng, đặc biệt là máy ép cọc tự hành (còn gọi là máy Robot).

Quá trình thi công ép cọc ly tâm ứng suất trước đã xảy ra rất nhiều sự cố, đặc biệt là trên nền đất yếu, biện pháp thi công không hợp lý đã ảnh hưởng đến chất lượng kết cấu móng công trình, chi phí xây dựng, tiến độ thi công và nhiều vấn đề khác mà nguyên nhân xuất phát từ sự hiểu biết của người kỹ sư lựa chọn giải pháp cọc, lựa chọn tiết diện cọc không phù hợp đối với nền đất yếu mà không có giải pháp hay khuyến nghị phù hợp đối với nhà thầu thi công trong hồ sơ thiết kế,

bên cạnh sự hiểu biết của nhà thầu thi công còn hạn chế, biện pháp thi công không phù hợp với điều kiện địa chất và tải trọng thiết bị ép,...Yêu cầu đặt ra là xác định các rủi ro, sự cố thường xảy ra trong quá trình thi công và đưa ra các cảnh báo, khuyến nghị khi lựa chọn giải pháp móng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước, hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh sử dụng máy robot tự hành.

**2. Giải quyết vấn đề**

*Điều kiện bắt buộc:*

An toàn cho người, công trình và phương tiện thi công.

- Đảm bảo chất lượng công trình và hiệu quả kinh tế khi sử dụng giải pháp móng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước.

*Các loại cọc bê tông ly tâm ứng suất trước:*

Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước có 3 loại phổ biến: Cọc ly tâm ứng lực trước thường (PC – Pretensioned spun concrete piles); Cọc ly tâm ứng lực trước cường độ cao (PHC – Pretensioned spun high strength concrete piles); Cọc ly tâm ứng lực trước dạng thân đốt cường độ cao (NPH – Pretensioned spun high strength Nodular). Cọc có đường kính ngoài từ 300÷1200mm, phổ biến từ 300÷800mm, chiều dày thành cọc từ 60÷150mm, chiều dài tùy thuộc thiết kế yêu cầu, điều kiện thi công và vận chuyển, chiều dài phổ biến từ 8÷15m, sức chịu tải của cọc từ 70÷1000T, tùy vào vật liệu chế tạo cọc.

Cọc bê tông ly tâm được sản xuất theo tiêu chuẩn cao JIS A 5335-1987, JIS A 5337-1982 hoặc TCVN 7888:2008.

Tác giả liên hệ: cdcic.vn@gmail.com

Nhận ngày 03/05/2021, giải trình ngày 15/05/2021, chấp nhận đăng 10/07/2021

Cọc có các ưu điểm:

- Trọng lượng cọc ly tâm nhẹ hơn loại cọc bê tông khác có cùng tiết diện và sức chịu tải tương đương
- Dễ dàng vận chuyển, cầu lắp, thi công
- Năng suất thi công cao nhờ chiều dài đoạn cọc lớn, nối cọc nhanh
- Khả năng chịu kéo cao, chịu uốn tốt, hạn chế nứt cọc
- Giá thành thấp hơn các loại cọc thông thường có cùng sức chịu tải

Nhược điểm:

- Khả năng chịu cắt ngang cọc kém



Hình 1.1. Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước thành trơn (PC, PHC).



Hình 1.2. Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước dạng thân đốt (NPC).

Xác định nguyên nhân các sự cố khi thi công ép cọc ly tâm ứng suất bằng máy ép robot tự hành:

Sử dụng móng cọc nhằm mục đích truyền nội lực (lực dọc) tại các chân cột xuống lớp đất tốt nằm sâu dưới lớp địa tầng. Cọc được hạ xuống đất nền đến độ sâu thiết kế chủ yếu bằng phương pháp đóng, ép (ép tĩnh, ép rung) bằng máy ép chuyên dụng hoặc khoan hạ cọc. Quá trình thi công cọc xảy ra nhiều sự cố ảnh hưởng đến chất lượng kết cấu móng, chi phí đầu tư xây dựng, tiến độ thi công, công trình lân cận và rủi ro cho người, phương tiện thi công. Tùy thuộc vào điều kiện địa chất, vị trí thi công, giải pháp thi công, kinh nghiệm thiết kế, thi công của nhà thầu dẫn đến các sự cố và thiệt hại khi thi công cọc.



Hình 1.3. Máy ép cọc tự hành robot.



Hình 1.4. Thiết bị đóng cọc.

Các sự cố thường gặp khi thi công ép cọc bê tông ly tâm ứng suất trước bằng máy ép tự hành robot:

- Cọc bị gãy ngang hoặc vỡ đầu cọc
- Nhóm cọc bị xô nghiêng
- Gặp đá mờ côi hoặc dị vật
- Cọc bị nghiêng quá giới hạn cho phép

Trong các sự cố trên, mỗi sự cố đều có nguyên nhân và có mức độ ảnh hưởng nhất định đến chi phí, tiến độ thi công của dự án. Một số nhóm nguyên nhân cơ bản gây nên các sự cố và giải pháp xử lý đề xuất.

**2.1. Đối với trường hợp cọc bị gãy ngang, vỡ đầu cọc**

Một số nguyên nhân có thể gây ra sự cố:

- Do chân máy ép bị lún không đều, nghiêng máy. Khi độ nghiêng lớn sẽ gây ra lực uốn ngang (vuông góc với trục thân cọc) thân cọc vượt quá khả năng chịu đựng của cọc trong khi hệ thống má kẹp ôm chặt thân cọc để hạ cọc xuống.
- Do cọc chưa đủ tuổi, khi thi công dưới tác động của lực ép lớn gây ra sự cố nứt, gãy. Trường hợp này, vết nứt hoặc gãy ngang thân cọc thường có vết rạn chéo.

Biện pháp xử lý khi có sự cố:

- Đối với nguyên nhân máy ép bị lún nghiêng:
  - + Trong quá trình ép cọc phải thường xuyên theo dõi độ nghiêng của cọc, độ lún của chân máy để điều chỉnh chân và cân bằng máy kịp thời tránh gây ra lực uốn ngang cọc.
  - + Đối với nền đất yếu, lớp đất bề mặt có nguy cơ lún sâu, đặc biệt khi sử dụng máy ép tự hành robot có tải trọng lớn cần có giải pháp gia cố nền phục vụ cho công tác vận chuyển cọc và sự ổn định của máy đứng khi ép cọc.
- Đối với nguyên nhân cọc chưa đủ tuổi: Cần phải thí nghiệm cấp phối, xác định tuổi của bê tông khi có phụ gia tăng cường độ và khi không có phụ gia với điều kiện môi trường thực tế tại nơi sản xuất cọc.
- Xử lý cọc sau khi bị gãy:

Tùy vào độ sâu (chiều dài đoạn cọc đã ép) cọc đã ép, điều kiện địa chất sẽ có các giải pháp xử lý sự cố khác nhau.

- + Khi cọc ép ở độ sâu chưa lớn (tải trọng ép lên đầu cọc nhỏ hơn nhiều so với lực ép yêu cầu) hoặc ép cọc trong đất rời, lực dính nhỏ, cần tiến hành cắt bằng ngang cọc tại vị trí cọc bị gãy. Sau đó chế tạo lồng thép nối lồng vào thân cọc và đổ bù bê tông mác cao, phụ gia, bảo dưỡng đến khi bê tông đạt cường độ yêu cầu thì tiến hành nối đoạn cọc tiếp theo để ép đến độ sâu và tải theo thiết kế.
- + Khi cọc ép tới độ sâu lớn vào đất dính, tải ép lên đầu cọc đã đạt trị số lớn. Trong trường hợp này, khả năng dừng để xử lý nối cọc và ép tiếp đến độ sâu thiết kế rất thấp (sau khi dừng nối cọc, đất quanh thân cọc sẽ hồi lại, lực ma sát thành cọc tăng cao sẽ không ép được cọc xuống, hoặc ép sẽ gãy cọc). Do đó, trong trường hợp này cọc bị

gãy không thể tái sử dụng, bắt buộc phải ép cọc khác bổ sung theo yêu cầu của tư vấn thiết kế.

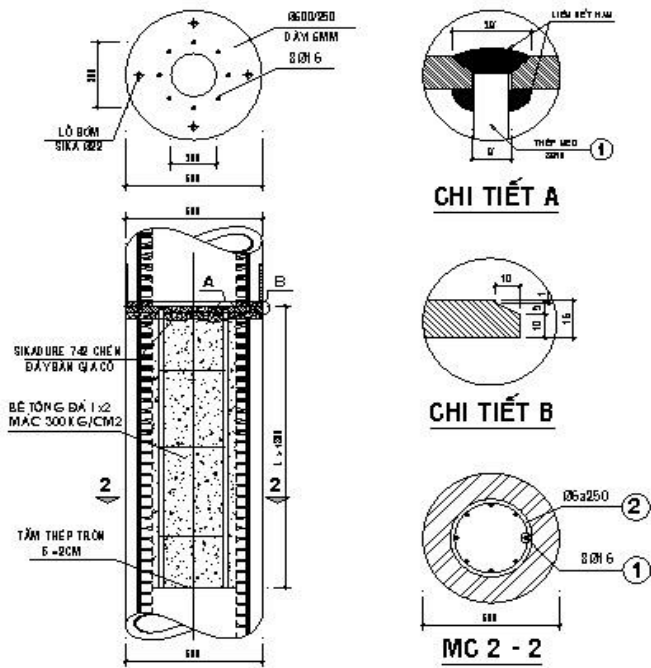
Chế tạo lồng thép tương đương lồng thép cọc theo thiết kế, một đầu lồng có đường kính ngoài bằng đường kính trong của cọc.

- + Chiều dài thép nối  $\geq 3d$  (d - đường kính lớn thép)
- + Ghép ván khuôn và đổ bê tông đến cao h cần nối



**Hình 1.5.** Cấu tạo chi tiết xử lý mối nối cọc khi bị gãy.





Hình 1.6. Gia cố đầu cọc khi cọc bị vỡ.

2.2. Nhóm cọc bị xô nghiêng

Cọc sau khi ép xuống độ sâu thiết kế, vì một số nguyên nhân đầu cọc bị xô nghiêng.

Một số nguyên nhân có thể gây ra sự cố:

- Cọc ép trong vùng địa chất yếu, lớp đất yếu có chiều dày lớn, trọng lượng của máy và tải ép lên đầu cọc lớn. Do đó, khi máy ép di chuyển sẽ tạo ra lực xô ngang do đất nền dịch chuyển. Nếu chiều dày lớp đất yếu lớn, đoạn cọc nằm trong vùng đất yếu dễ bị xô nghiêng.
- Quá trình thi công ép cọc chưa kết thúc nhưng đơn vị thi công đã tiến hành đào đất hố móng. Khi đó, máy ép robot (đặc biệt là máy ép có tải trọng lớn) di chuyển để ép các cọc còn lại sẽ gây ra sự dịch chuyển của đất nền, sự dịch chuyển này sẽ kéo các đầu cọc nghiêng.

Biện pháp xử lý khi có sự cố:

- Khi cọc bị xô nghiêng trong do trọng lượng thiết bị ép lớn làm đất nền lún, làm dịch chuyển đất nền và cọc bị xô nghiêng, trong trường hợp này, cần khảo sát đánh giá chiều sâu đoạn cọc bắt đầu bị nghiêng, từ đó có giải pháp cụ thể.
  - + Trường hợp đoạn cọc nghiêng ở chiều sâu không lớn, có thể đào đất đến cao trình cọc bắt đầu nghiêng, tiến hành cắt và nối cọc bình thường (tương tự như cọc bị gãy).
  - + Trường hợp đoạn cọc nghiêng ở sâu, tùy thuộc điều kiện cụ thể để đưa ra giải pháp phù hợp. Giải pháp thường lựa chọn là ép bổ sung hoặc sử dụng cọc khoan nhồi phù hợp.

- Khi cọc bị xô nghiêng do nhà thầu tiến hành đào hố móng sớm, thông thường đoạn cọc bắt đầu bị xô nghiêng sẽ nằm ở gần cao độ của đáy hố đã đào. Trong trường hợp này, nếu điều kiện mặt bằng cho phép, tiến hành đào sâu hố móng đến cao trình cọc bắt đầu bị nghiêng, cắt cọc và nối cọc như trường hợp cọc bị gãy. Trường hợp không cho phép đào sâu hố đào, cần tiến hành ép cọc bổ sung hoặc sử dụng cọc khoan nhồi thay thế.



Hình 1.7. Sự cố cọc bị xô nghiêng do máy ép lớn làm đất nền dịch chuyển.

2.3. Gặp đá mờ côi hoặc dị vật

Nguyên nhân: Do quá trình kiến tạo của địa tầng hoặc quá trình phá dỡ các công trình ngầm mà quá trình khảo sát địa chất không thể đánh giá hết. Do đó, quá trình thi công ép cọc có thể đúng vị trí các dị vật hoặc đá mờ côi.

Biện pháp xử lý khi có sự cố:

Nếu quá trình thi công ép cọc gặp dị vật hoặc đá mờ côi, cần kiểm tra, đánh giá lại điều kiện địa chất, đề cương khảo sát, tìm hiểu quá trình hình thành địa tầng và tham khảo các công trình lân cận đã thi

công (nếu có). Trong một số trường hợp, cần phải khoan khảo sát bổ sung, đánh giá dị vật hoặc đá mờ côi để có giải pháp xử lý hiệu quả, tối ưu nhất.

Khi xử lý sự cố cho cọc đã ép, tùy vào điều kiện địa chất và độ sâu cọc đã ép để có giải pháp xử lý thích hợp.

+ Nếu cọc ép vào lớp đất rời hoặc lực dính nhỏ, chiều sâu đoạn cọc đã ép không lớn có thể nhổ cọc lên sau đó khoan dẫn qua dị vật (hoặc đá mờ côi) sau đó ép lại.

+ Trường hợp cọc đã ép sâu vào đất dính, khả năng nhổ cọc lên để khoan dẫn và ép lại sẽ không khả thi. Do đó, trong trường hợp này cần khoan khảo sát bổ sung, đánh giá dị vật và trường hợp cho phép có thể sử dụng mìn để phá dị vật hoặc khoan dẫn qua dị vật trước khi tiếp tục ép cọc theo thiết kế.

#### 2.4. Cọc bị nghiêng quá giới hạn cho phép

Một số nguyên nhân có thể gây ra sự cố:

- Cọc bị nghiêng do quá trình ép, đất nền yếu làm chân máy ép lún và không điều chỉnh kịp thời.
- Cọc bị nghiêng do mũi cọc trượt khi gặp dị vật hoặc xuyên qua hang caster.

Biện pháp xử lý:

Quá trình lún nghiêng chưa gây ra momen đủ lớn làm gãy cọc. Trong trường hợp này, vừa căn chỉnh lại chân máy vừa ép cọc để đưa cọc về trạng thái thẳng đứng đúng yêu cầu.

### 3. Kết luận và kiến nghị

#### 3.1. Kết luận

Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước có nhiều ưu điểm và hiệu quả cao khi sử dụng làm móng cho công trình. Tuy nhiên, khi sử dụng giải pháp móng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước, kỹ sư thiết kế phải hiểu rõ bản chất những hạn chế của cọc và các rủi ro khi thi công. Đặc biệt là khi hạ cọc bằng máy ép tự hành robot với lực ép lớn trên nền đất yếu.

Cọc bê tông ly tâm ứng suất trước xảy ra nhiều sự cố và thiệt hại lớn nếu như người thiết kế chỉ quan tâm đến yếu tố kỹ thuật và sức chịu tải của cọc khi làm việc trong móng.

#### 3.2. Kiến nghị

Khi sử dụng giải pháp móng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước, người thiết kế kết cấu cần phải hiểu rõ tình trạng, điều kiện địa chất, các rủi ro trong quá trình thi công ép cọc, đặc biệt là khi nền đất yếu có chiều dày lớn nằm phía trên.

Khi sử dụng máy ép có trọng lượng và tải ép lớn, cần kiểm tra lún và sự dịch chuyển của đất nền khi tiến hành ép cọc và máy di

chuyển. Để từ đó có giải pháp gia cố nền hợp lý và điều chỉnh sức chịu tải cọc, lực ép phù hợp.

Để giảm thiểu rủi ro khi thi công cọc, đơn vị tư vấn thiết kế cần đề xuất giải pháp thi công và đưa ra các khuyến cáo cho nhà thầu khi sử dụng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước làm móng. Đặc biệt, cần phải lưu ý khi thi công hố đào khi chưa kết thúc quá trình ép cọc.

Đối với những công trình nhiều tầng, xây dựng trong vùng địa chất yếu có chiều dày lớn, vùng có nguy cơ động đất cao, cần hạn chế sử dụng cọc bê tông ly tâm ứng suất trước để làm móng cho công trình do khả năng chịu cắt của cọc kém hơn so với các loại cọc khác.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Hồ sơ đánh giá sự cố công trình Trụ sở làm việc Tổng công ty Vinh Hiến – TP Cà Mau, Trung tâm kiểm định chất lượng công trình xây dựng Techcons Solution, 2016.
- [2]. Hồ sơ đánh giá sự cố công trình Chung cư cao tầng – Hưng Yên, Trung tâm tư vấn và kiểm định chất lượng công trình xây dựng, 2018.
- [3]. Hồ sơ kiểm định chất lượng phần cọc công trình bị sự cố nghiêng đầu cọc, dự án xây dựng trên nền đất yếu tại Đồng Văn – Hà Nam, công ty SMG (yêu cầu bảo mật thông tin dự án).
- [4]. Biện pháp xử lý cọc bị nghiêng sau thi công, dự án Chung cư cao tầng xây dựng tại TP Hồ Chí Minh.