

GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP CỌC BÊ TÔNG ỚNG ĐƯỜNG KÍNH LỚN ĐỔ TẠI CHỖ CHO GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU TẠI VIỆT NAM

Phan Huy Đông¹, Vũ Mạnh Quỳnh², Phạm Quang Tú³

¹Bộ môn Cơ học đất- Nền móng, Đại học Xây dựng

²Công ty Cổ phần Địa kỹ thuật Việt Nam

³Bộ môn Địa kỹ thuật, Đại học Thủy Lợi

E-mail: dongph@nuce.edu.vn

Tóm tắt: Giải pháp “Cọc Bê tông ống, đường kính lớn, đổ tại chỗ”, viết tắt là cọc PCC, là loại cọc thi công bằng cách rung hạ ống vách lõi kép vào nền đến độ sâu thiết kế, đổ trực tiếp bê tông vào thành ống vách sau đó rung và rút ống vách lên. Cọc PCC được phát triển tại Trung Quốc và đã được áp dụng thành công cho nhiều dự án xử lý nền đường bộ và đường sắt tại Trung Quốc với nhiều ưu điểm như đường kính lớn, không sử dụng cốt thép, thi công nhanh,... dẫn đến có thể giảm giá thành và thời gian thi công, đặc biệt là trong các dự án xử lý nền yêu cầu chịu tải trọng lớn. Hiện nay, giải pháp này đã được ứng dụng tại Việt Nam trong một số ít dự án. Bài báo này giới thiệu về giải pháp xử lý nền bằng cọc PCC, nguyên lý thi công, thiết kế, kiểm soát chất lượng cọc và một số kết quả thi công tại một dự án đang được triển khai tại khu vực Hà Nội. Các kết quả thi công cho thấy cọc PCC cho sức chịu tải cao, chất lượng thành cọc tốt, kiểm soát chất lượng cọc dễ dàng. Tuy nhiên để có cơ sở áp dụng rộng rãi cần có đánh giá rộng rãi và sớm ban hành tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu phù hợp với điều kiện Việt Nam.

ABSTRACT: The large diameter cast in place concrete pipe pile, abbreviated as PCC pile, has been developed in China and widely applied for reinforcement of road and railway foundations in China. PCC pile, which is formed by directly concreting in dual casing without any reinforcement, shows high competitive in term of cost reduction, ease of construction and less time consuming, especially in case of projects which have large service load. PCC pile has been applied in few projects in Vietnam. This paper presents the application of PCC pile for soft soil improvement in a project in Vietnam. The methodology for construction, design and results are also introduced. The application of the mentioned project reveals that PCC pile show a large bearing capacity, good quality of pile wall, ease of quality inspection and quality control. However, the domestic standard on Design, construction and approval should be issued in order to promote a practical use in Vietnam.

KEYWORDS: Cọc PCC, xử lý nền đất yếu, sức chịu tải của cọc trong đất dính.

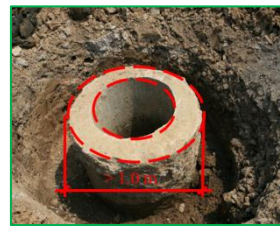
1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một nước có diện tích vùng đất yếu rất lớn và chủ yếu tập trung ở khu vực châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long. Với yêu cầu phát triển xây dựng cơ sở hạ tầng, nhu cầu xử lý nền đất yếu rất cao. Việc lựa chọn một giải pháp xử lý nền đất yếu tối ưu về giá thành và tiến độ ứng với điều kiện địa chất và yêu cầu kỹ thuật của mỗi dự án luôn là một thách thức lớn đối với các kỹ sư xây dựng của Việt Nam.

Hiện nay, về cơ bản có 4 giải pháp gia cố xử lý nền đất yếu chính đang được sử dụng ở Việt Nam: 1) gia tải trước bằng đất đắp hoặc hút chân không; 2) trụ đất xi măng; 3) trụ vật liệu rời (đá, cát), và 4) cọc bê tông cốt thép ứng lực trước. Biện pháp gia tải trước bằng đất đắp là một giải pháp hợp lý khi tải trọng yêu cầu thấp và thời gian cho phép thi công dài. Trong khi đó, hút chân không có thể khắc phục yếu tố thời gian, tuy nhiên chưa thực sự thuyết phục về các yếu tố kinh tế và kỹ thuật đặc biệt là ở những khu vực nền có nhiều thấu kính cát xen kẽ, diện tích hẹp theo một phương. Giải pháp trụ đất xi măng là giải pháp thường có hiệu quả sử dụng thấp trong trường hợp nền đất có hàm lượng hữu cơ cao. Giải pháp trụ vật liệu rời thường cho hiệu quả cao ở nền đất không quá yếu. Giải pháp cọc bê tông cốt thép ứng lực trước có thể thi công nhanh nhưng thường giá thành rất cao. Có thể nói cho đến nay, những giải pháp gia cố nền truyền thống hiện đang được sử dụng chưa thực sự làm hài lòng các nhà chuyên môn cũng như các nhà quản lý của Việt Nam.

Giải pháp Cọc ống bê tông đường kính lớn đổ tại chỗ (viết tắt là cọc PCC) là một công nghệ gia cố nền đất yếu mới đã được nghiên cứu và phát triển bởi Viện nghiên cứu Địa kỹ thuật Hồ Hải, Trung Quốc (Liu, Fei, Ma, và Gao, 2003), được cấp bằng sang chế ZL 021125384.4 (Liu, H.L; Ma, X.H, 2004). Cọc PCC được thi công bằng cách rung hạ ống vách lõi kép xuống độ sâu thiết kế, đổ bê tông trực tiếp trong ống vách, sau đó rung và rút ống vách lên. Cọc PCC được chế tạo nhằm mục đích là gia cố nền đất yếu và không dùng cốt thép.

Hiện nay, giải pháp cọc PCC đã được áp dụng thành công cho nhiều công trình giao thông ở Trung Quốc (Liu, H..., 2004, Liu, H., 2007; Liu, H..., 2009) và một số nơi trên thế giới (Wouter K., 2006). Hiện nay tiêu chuẩn về thiết kế, thi công và nghiệm thu cọc PCC đã được ban hành (JGJ/T213, 2010). Các nghiên cứu và ứng dụng tại Trung Quốc cho thấy rằng cọc PCC có nhiều ưu điểm như: thời gian thi công nhanh, công tác kiểm soát và kiểm tra chất lượng thi công dễ dàng, có giá thành tương đối cạnh tranh so với một số giải pháp khác, đặc biệt là với các công trình có yêu cầu xử lý nền với sức chịu tải lớn và độ lún dư nhỏ, ví dụ như nền đường dẫn đầu cầu, nền đường sắt cao tốc, nền nhà công nghiệp, kho bãi,...



Hình 1. Cọc PCC sau khi thi công

Tại Việt nam, cọc PCC đã được nghiên cứu và áp dụng thành công cho một số dự án xử lý nền đất yếu. Trong bài báo này tác giả sẽ trình bày các nội dung về nguyên lý thi công, thiết kế, kiểm soát chất lượng trong và sau khi thi công và một số kết quả thi công cũng như bài học kinh nghiệm khi thi công cọc PCC qua một dự án được áp dụng tại Hà Nội.

2. GIỚI THIỆU VỀ CỌC PCC

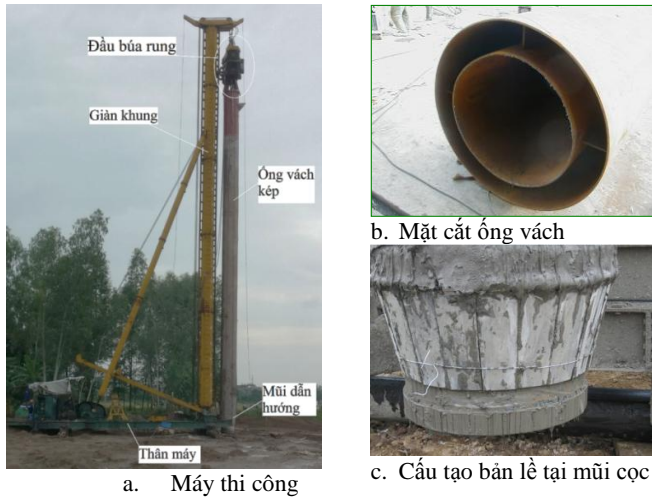
2.1 Nguyên lý chế tạo và qui trình thi công

Cọc PCC được chế tạo tại chỗ trong ống vách. Ống vách gồm hai ống thép được hàn nối đồng trục, phía dưới mũi giữa hai ống thép được cấu tạo bản lề bịt để bảo vệ ngăn không cho đất xâm nhập vào

trong ống vách trong khi hạ. Ống vách được rung và hạ liên tục xuống độ sâu thiết kế bằng búa rung, sau đó bê tông được đổ vào thành rỗng giữa hai ống thép, cọc sẽ được hình thành trong đất sau khi rung và rút ống vách lên. Trong quá trình rung hạ, lực rung của máy có tác dụng đầm chặt bê tông cọc đảm bảo chất lượng cọc đồng thời cũng đầm chặt đất xung quanh cọc. Hình 2 trình bày một số hình ảnh về thiết bị thi công cọc PCC. Một số thông số kỹ thuật của cọc PCC được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số kỹ thuật của cọc PCC

STT	Thông số kỹ thuật	Mô tả
1	Đường kính cọc	1 m tới 1.5 m
2	Chiều dày thành cọc	0.12 m tới 0.15 m
3	Khoảng cách cọc	Thông thường 2.5D tới 4D
4	Ảnh hưởng của thi công	Khoảng cách lớn, chiều dày thành tường mỏng, sử dụng lực rung nhẹ do đó ít ảnh hưởng tới các cọc lân cận.
5	Nguyên lý làm việc của cọc	Cọc PCC là cọc dạng ống làm việc chủ yếu dựa vào ma sát thành cọc, đường kính lớn, tận dụng được sức kháng thành trong và thành ngoài, do đó sức chịu tải của cọc sẽ cao hơn so với cọc đặc có cùng tiết diện.
6	Chất lượng thi công cọc	Bê tông cọc được đổ trong ống vách, lực rung tác dụng đầm chặt bê tông. Cọc được thi công toàn khối, chế tạo một lần, do đó đảm bảo chất lượng của cọc.
7	Kiểm soát chất lượng cọc trong quá trình thi công	Dựa vào tốc độ rung hạ và rút ống vách và khối lượng bê tông hao hụt.
8	Kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công	- Dựa vào quan sát trực quan, khoan lấy lõi; - Thí nghiệm biến dạng nhỏ (PIT); - Nén tĩnh cọc đơn; - Nén tĩnh nền liên hợp cọc đất.



Hình 2. Hình ảnh máy thi công cọc PCC

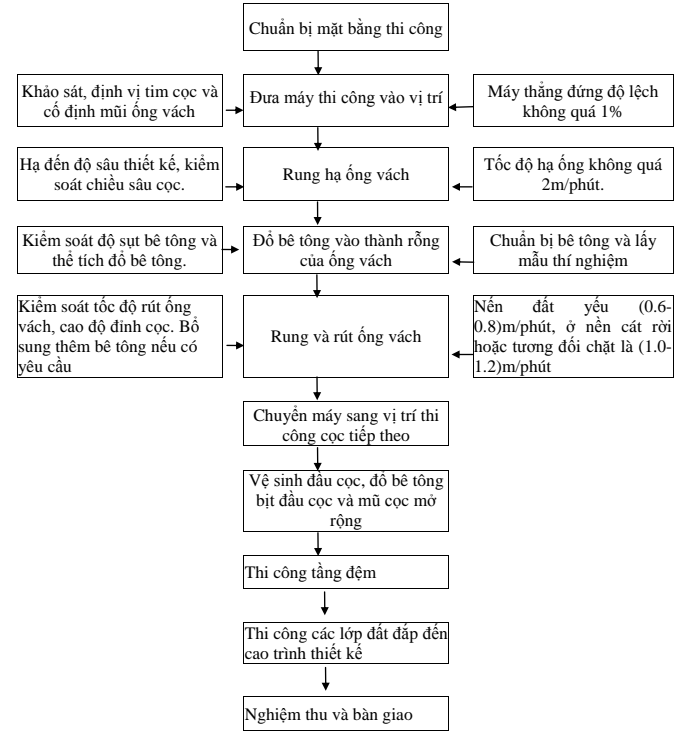
Qui trình thi công cọc PCC được mô tả trong Hình 3 và bao gồm các bước chính như sau:

Bước 1: Chuẩn bị mặt bằng, di chuyển định vị máy. Máy cơ sở thi công cọc PCC được bố trí hệ di chuyển bằng con lăn hoặc chân xích thủy lực nên rất dễ di chuyển đặc biệt là có thể di chuyển dễ dàng trong khu vực nền đất yếu.

Bước 2: Rung và hạ ống vách đến độ sâu thiết kế. Trước khi rung hạ cần đảm bảo thân máy cũng như ống vách thẳng đứng, vệ sinh sạch sẽ và bôi trơn thành ống trường hợp cần thiết, buộc chặt các tấm bản lề giữa các ống vách ở mũi ống vách bằng rây thép mềm, đảm bảo kín khít. Trong quá trình rung hạ đảm bảo không để bùn đất chảy vào thành cọc.

Bước 3: Đổ bê tông vào thành ống vách. Sau khi hạ ống vách đến độ sâu thiết kế, tiến hành đổ đầy bê tông vào trong thành trong giữa các ống vách. Trong quá trình rung hạ, khống chế tốc độ rung hạ và độ thẳng đứng của cọc.

Bước 4: Rung và rút ống vách. Vận hành búa rung và rút liên tục ống vách khỏi mặt đất, kiểm soát tốc độ rung và rút. Trong quá trình rút ống lên, luôn đảm bảo cao độ bê tông trong ống vách cao hơn cao độ mặt đất để đảm bảo bê tông có thể chảy ra ngoài.



Hình 3. Qui trình thi công cọc PCC

Căn cứ theo tiêu chuẩn thiết kế thi công và nghiệm thu cọc PCC (JGJ/T213, 2010). Bảng 2 tổng kết một số yêu cầu kỹ thuật thi công cọc PCC.

Bảng 2. Một số yêu cầu kỹ thuật của công tác thi công hạ cọc

STT	Hạng mục kiểm tra	Giá trị cho phép hoặc dung sai cho phép	Phương pháp kiểm tra
1	Chiều dài cọc	+ 300mm	Đo chiều dài ống khuôn, kiểm tra nhật ký thi công
2	Cường độ của bê tông	Theo yêu cầu thiết kế	Báo cáo thí nghiệm nén mẫu hoặc khoan mẫu hiện trường kiểm tra
3	Hệ số hao hụt bê tông	≥ 1,1	Kiểm tra thể tích bê tông đổ thực tế mỗi cọc so với thể tích tính toán
4	Vị trí cọc sau khi thi công	±200mm	kiểm tra kích thước sau khi đào, do bằng thước dây
5	Độ thẳng đứng của ống vách	< 1%	Dùng máy kinh vĩ hoặc dây rọi
6	Cao độ đỉnh cọc	+ 30mm -50 mm	Dùng máy thủy bình nền trừ đi lớp vữa nổi và đầu nhọn thân cọc
7	Tốc độ rút ống vách	Đất yếu 0,8m/phút 0,6m/phút Các đất khác 1,2m/phút 1,0m/phút	Đo khoảng cách chuyển động của ống vách theo thời gian

2.2. Nguyên lý thiết kế

Theo tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc PCC của Trung Quốc (JGJ/T213-2010), nền gia cố cọc PCC được thiết kế theo nguyên lý nền liên hợp làm việc đồng thời “cọc-đất”. Khi đó, nền gia cố được xem như một nền trong đưng. Tính toán thiết kế cho cọc PCC bao gồm các nội dung chính như sau:

(1). Kiểm tra sức chịu tải của nền liên hợp “cọc-đất”:

* Sức chịu tải cho phép của nền hỗn hợp thi công bằng cọc PCC được xác định như sau:

$$p_{sp} = m \cdot \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m) \cdot p_s \tag{1}$$

Trong đó :

p_{sp} – sức chịu tải của nền liên hợp (kPa);

β – Hệ số điều chỉnh sức chịu tải của nền, $\beta = 0.75$ đến 0.95 , thiết kế quyết định dựa vào sức chịu tải của nền đất tự nhiên;

p_s – sức chịu tải cho phép của nền đất giữa các cọc sau khi xử lý nền (kPa). Thông thường lấy bằng sức chịu tải của nền tự nhiên trước khi xử lý;

m – tỷ lệ thay thế diện tích đất nền của cọc, phụ thuộc vào khoảng cách giữa các cọc. $m = d^2/d_e^2$ (d – là đường kính ngoài của cọc (m); d_e - đường kính ảnh hưởng (hữu hiệu) vùng xử lý của một cọc đơn (m).

+ Cọc bố trí theo dạng hình chữ nhật:

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{s_1 \cdot s_2}$$

s_1, s_2 – lần lượt là khoảng cách giữa các cọc theo hai phương (m).

+ Cọc bố trí theo dạng tam giác đều: $d = 1,05s$;

A_p – Diện tích mặt cắt cọc gồm cả lõi đất, tính theo chu vi ngoài của cọc (m²);

R_a – Sức chịu tải cho phép của cọc đơn (kN).

* Tính toán sức chịu tải của cọc theo đất nền, R_a (kN):

Trong công thức (1), sức chịu tải cho phép của một cọc đơn được xác định như sau:

$$R_a = \frac{1}{k} P_u \tag{2}$$

$$P_u = u \cdot \sum_{i=1}^n q_{si} \cdot l_i + \zeta_p \cdot q_{pk} \cdot A_p \tag{3}$$

Trong đó :

u – chu vi ngoài của cọc(m)

n – số lớp đất trong phạm vi chiều dài cọc

q_{si} – giá trị tiêu chuẩn sức kháng ma sát giới hạn của lớp đất thứ i (kPa), xác định dựa vào tính chất cơ lý của các lớp đất theo Bảng tra 5.3.5.1 trong tiêu chuẩn thiết kế JGJ94-2008”.

q_{pk} – giá trị tiêu chuẩn sức kháng mũi cọc giới hạn (kPa), xác định dựa vào tính chất cơ lý của đất, tra Bảng 5.3.5.2 “Tiêu chuẩn JGJ94-2008”;

ζ_p – hệ số điều chỉnh sức kháng mũi, thiết kế quyết định từ 0,65 đến 0,9 tùy theo sức chịu tải của lớp đất tại mũi cọc;

l_i – chiều dày lớp đất thứ i trong phạm vi chiều dài cọc (m)

A_p – diện tích tiết diện cọc bao gồm cả lõi đất trong cọc (m²)

k – hệ số an toàn, lấy $k = 2$.

* Sức chịu tải cho phép của cọc đơn theo vật liệu:

Sức chịu tải cho phép của cọc đơn cần kiểm tính theo vật liệu như sau:

$$R_a = \psi_c A_p' f_c \tag{4}$$

Trong đó:

ψ_c – là hệ số điều kiện làm việc của cọc. ψ_c từ 0,6 đến 0,8;

f_c – cường độ chịu nén tính toán của bê tông (kPa);

A_p' – diện tích tiết diện phần bê tông cọc (m²).

(2). Kiểm tra độ lún của nền gia cố cọc:

Độ lún của nền gia cố cọc PCC gồm độ lún trong phạm vi gia cố cọc và độ lún dưới phạm vi gia cố cọc:

$$S = S_1 + S_2$$

Trong đó:

S_1 – độ lún tương đương của lớp gia cố trong phạm vi chiều dài của cọc PCC (cm);

S_2 – độ lún của các lớp đất phía dưới mũi cọc (cm), xác định giống như nền dưới móng cọc thông thường.

* Độ lún trong phạm vi gia cố cọc, S_1 :

$$S_1 = \psi_s S_1' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i}{\xi E_{si}} \tag{5}$$

$$\xi = \frac{p_{sp}}{p_s}; \tag{6}$$

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{\xi E_{si}}}$$

Trong đó:

σ_i – ứng suất gây lún tại lớp đất thứ i (kPa);

E_{si} – Mô đun biến dạng của lớp đất thứ i (kPa) trong phạm vi gia cố cọc;

ξ – là hệ số cải thiện sức chịu tải của nền sau khi gia cố;

ψ_s – là hệ số hiệu chỉnh phụ thuộc độ cứng tương đương của nền và tương quan áp lực gây lún (P_0) và sức chịu tải của nền tự nhiên (p_s):

Bảng 3. Hệ số hiệu chỉnh độ lún của nền, ψ_s

\bar{E}_s (MPa)	2,5	4	7	15	20
$0,75p_s \leq P_0 \leq p_s$	1,4	1,3	1	0,4	0,2
$P_0 \leq 0,75p_s$	1,1	1	0,7	0,4	0,2

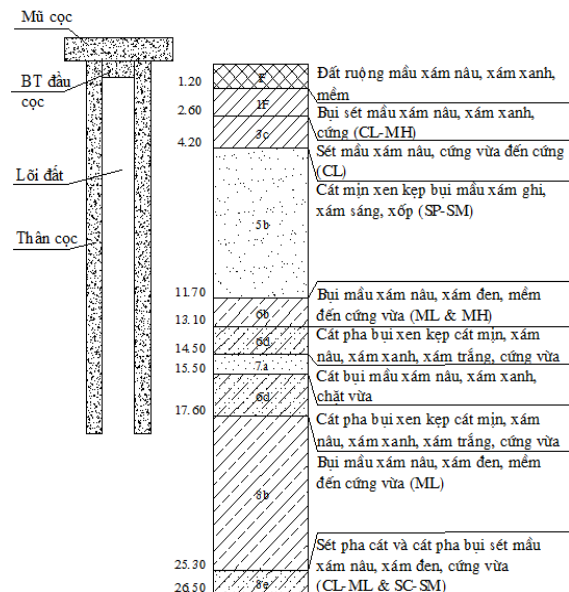
* Thiết kế tầng đệm:

Nhằm tăng khả năng phân phối tải trọng vào đầu cọc, giảm ứng suất tác dụng xuống đất yếu giữa các cọc, thông thường trên mũi cọc sẽ được cấu tạo một tầng đệm bằng đá rã có kết hợp với lưới địa kỹ thuật.

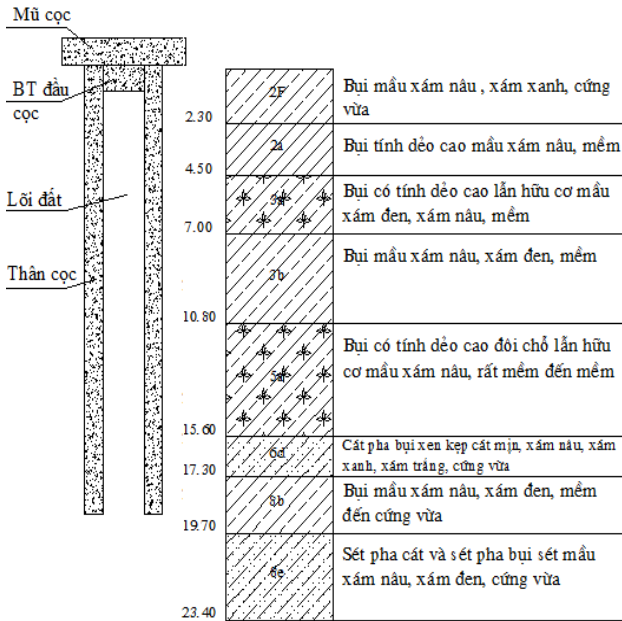
3. Kết quả Áp dụng cọc PCC gia cố nền đất yếu tại một Dự án tiêu biểu ở Hà Nội

3.1. Giới thiệu dự án

Cọc PCC được áp dụng đầu tiên tại một dự án xây dựng đường sắt đô thị khu vực Hà Nội, trong đó cọc PCC được sử dụng gia cố nền đường đoạn nối từ khu vực cầu cạn vào khu vực Depot và nền đường thử tàu trong khu vực Depot với tổng số lượng cọc là trên 2500 cọc. Địa chất tại khu vực gồm các lớp đất yếu đến độ sâu từ 25m đến 30m, trong đó có một số khu vực có lớp thấu kính cát hạt nhỏ. Điều kiện địa chất điển hình được tóm tắt trong Hình 4 và Hình 5.



Hình 4. Điều kiện địa chất điển hình khu vực có lớp cát xen kẹp và thiết kế cọc (Địa chất 1)



Hình 5. Điều kiện địa chất điển hình khu vực không có lớp cát xen kẽ và thiết kế cọc (Địa chất 2)

Bảng 4. Giải pháp thiết kế

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Tải trọng thiết kế	T/m ²	10.35
Đường kính ngoài cọc	m	1.0
Chiều dày thành	m	0.12
Chiều dài cọc	m	16 – 18 m
Khoảng cách cọc	m×m	3.5×3.5
Độ lún dư cho phép	m	0.2
Sức chịu tải thiết kế	T	80 - 100

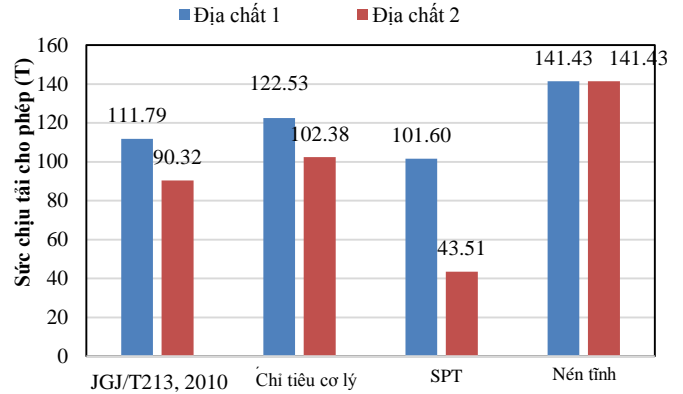


Hình 6. Một số hình ảnh thi công và thí nghiệm kiểm tra chất lượng cọc

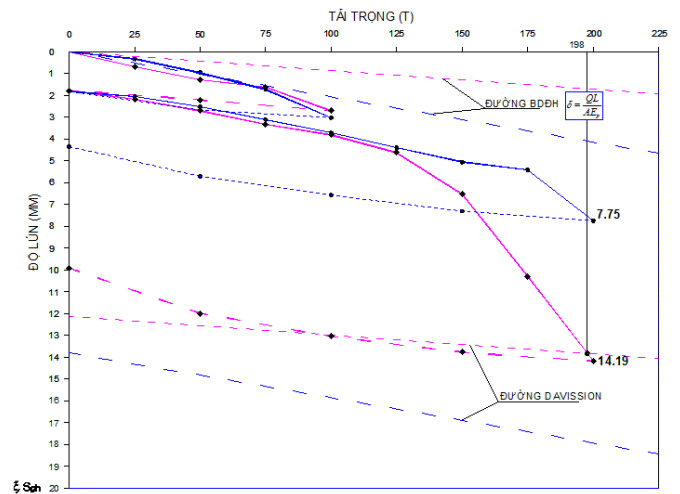
3.2. Kết quả tính toán và thi công cọc PCC

a. Sức chịu tải của cọc đơn

Sức chịu tải (SCT) của cọc được dự báo theo Tiêu chuẩn Trung Quốc (JGJ/T213, 2010) và dự báo theo TCVN 1304-2014 cho cọc dạng bê tông ống đổ trong ống vách được trình bày trong Hình 7. Trong đó, hệ số an toàn (tin cậy) ở mỗi phương pháp tính đều lấy theo cận dưới. Phương pháp tính theo SPT được tính theo công thức Nhật Bản cho dạng đất dính. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc PCC cho cọc dài L=18m được trình bày trong Hình 8.



Hình 7. So sánh giá trị sức chịu tải theo dự báo và kết quả thí nghiệm nén tĩnh của cọc dài L = 18 m



Hình 8. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh điển hình cọc dài L = 18 m

Các kết quả tính toán SCT của cọc PCC cho thấy kết quả dự báo theo chỉ tiêu cơ lý của TCVN 1304-2014 là sát với kết quả dự báo theo JGJ/T213, 2010. Nguyên lý tính toán giữa hai tiêu chuẩn là đều dựa vào chỉ tiêu tính toán sức kháng ma sát và kháng mũi được lập từ kết quả thực nghiệm. Sức chịu tải theo thí nghiệm nén tĩnh cọc lớn hơn nhiều so với giá trị dự báo. Kết quả tính toán dự báo bước đầu cho thấy trong khi chưa có tiêu chuẩn chuyên dụng cho thiết kế cọc PCC ở VN thì việc áp dụng các tiêu chuẩn thiết kế móng cọc hiện hành trong nước cho cọc PCC là hoàn toàn khả thi.

b. Một số kết quả thí nghiệm kiểm tra mức độ toàn vẹn của cọc

* *Khoan lấy lõi*: Sau khi cọc thi công 14 ngày, đã tiến hành đào xung quanh và khoan lấy mẫu xác định chiều dày thành cọc và nén xác định cường độ bê tông lõi cọc.

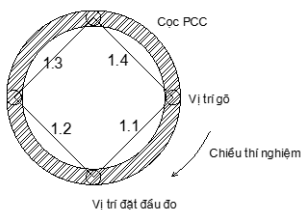
Kết quả kiểm tra mẫu nén tại một số cọc thí nghiệm (chiều sâu lấy mẫu từ 3m-5m) được tóm tắt trong Bảng 5. Kết quả cho thấy, chiều dày mẫu thực tế luôn lớn hơn chiều dày thành cọc theo thiết kế (12cm). Kết quả thí nghiệm nén mẫu 1 trục cho cường độ cao hơn nhiều so với giá trị yêu cầu. Điều này phản ánh được chất lượng bê tông thành cọc khi được thi công đổ trong ống vách kín.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm nén mẫu bê tông (hình trụ) thành cọc.

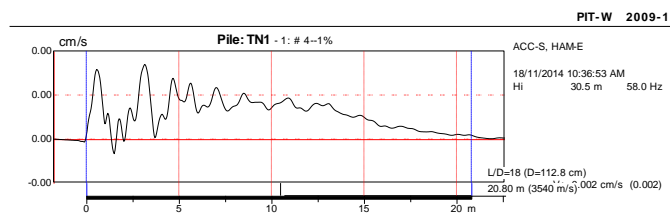
STT	Mẫu thí nghiệm	Kích thước mẫu khoan		Diện tích chịu lực F	Lực phá hoại P	Cường độ mẫu khoan R _{mk}	Cường độ mẫu khoan hiện trường R _{hđ}					Cường độ yêu cầu cho mác M250 (TCVN 3118-1993)	
		Đường kính d _{mk}	Chiều cao h _{mk}				Tỷ lệ h/d _{mk}	Hệ số phương khoan	Hệ số cốt thép	Hệ số chuyển đổi	R _{hđ}	0.9 Ryc	0.75 Ryc
-	-	mm	mm	mm ²	N	N/mm ²	-	-	-	-	N/mm ²	N/mm ²	
1	TN 01: mẫu 01	67.5	107.0	3578.5	64500	18.0	1.6	2.5	1.0	1.2	21.1	17.5	14.6
	TN 01: mẫu 02	67.5	114.0	3578.5	56200	15.7	1.7	2.5	1.0	1.2	18.8		
2	TN 02: mẫu 01	67.5	120.5	3578.5	46600	13.0	1.8	2.5	1.0	1.2	26.8		
	TN 02: mẫu 02	67.5	118.0	3578.5	47200	13.2	1.7	2.5	1.0	1.2	18.2		
3	TN 03: mẫu 01	67.5	118.0	3578.5	54000	15.1	1.8	2.5	1.0	1.2	28.4		
	TN 03: mẫu 02	67.5	119.0	3578.5	85000	23.8	1.7	2.5	1.0	1.2	31.1		
	TN 03: mẫu 03	67.5	114.5	3578.5	95800	26.8	1.5	2.5	1.0	1.2	31.1		

***Thí nghiệm đo biến dạng nhỏ PIT:**

Nhằm đánh giá chất lượng bê tông thành cọc, thí nghiệm đo biến dạng nhỏ PIT được thực hiện tại các vị trí trên thành cọc. Theo yêu cầu kiểm tra bằng thí nghiệm PIT trong JGJ/T213, 2010, vị trí các điểm thí nghiệm được qui định trong Hình 9. Hình 9.a là vị trí qui định điểm tạo xung giao động và vị trí điểm đo. Hình 9.b là kết quả thí nghiệm đo sóng ứng suất điển hình trong phạm vi cọc. Kết quả thí nghiệm cho thấy cọc có mực độ toàn vẹn cao. Điều này có thể được phản ánh theo điều kiện thi công cọc thực tế cùng với các quan sát về mức độ hao hụt bê tông và chất lượng cọc mô tả tại hiện trường.



a. Vị trí thí nghiệm



b. Kết quả đo sóng ứng suất thành cọc

Hình 9. Kết quả thí nghiệm PIT điển hình

3.3. Một số bài học khi thi công cọc PCC

Trong quá trình thi công hạ cọc tại dự án cho thấy, để đảm bảo chất lượng thi công cọc cần có một số lưu ý sau:

3.3.1. Trong quá trình rung hạ ống vách

- Việc hạ cọc bằng phương pháp rung có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng bê tông của các cọc liền kề, do đó trong quá trình thi công nếu khoảng cách cọc nhỏ (thường <3D) và thấy cọc liền kề bị ảnh hưởng do phương pháp rung cần phải thay đổi biện pháp thi công bằng cách thi công xen kẽ các cọc.
- Khi cọc hạ xuống chưa đạt độ cao thiết kế do lớp đất rắn, cần tiến hành kích hoạt búa rung khoảng 2-3 lần, mỗi lần rung khoảng 4-5 phút đến khi cọc xuống đến độ sâu thiết kế, nếu cọc không thể

xuống sâu thêm thì căn cứ vào độ sâu mũi cọc tại thời điểm đó để đưa ra quyết định độ sâu hạ cọc.

- Khi hạ cọc xuống tầng đất yếu nhiều bùn sét và nước, bùn đất yếu có thể chui vào trong ống vách, khi rút ống vách lên mặt đất, bùn sét trong ống vách trào ra làm cho đầu cọc bị hỏng hoặc khiếm khuyết. Khi đó, trước khi hạ ống vách, cần đổ trước một lượng bê tông vào trong thành ống vách để ngăn cho bùn sét vào trong bên trong ống vách.
- Trường hợp gặp lớp đất cứng xen kẽ cần xuyên qua, thì có thể bố trí thêm cơ cấu bơm xói nước vào thành ống vách.

3.3.2. Trong quá trình đổ bê tông

- Trong khi đổ bê tông, một số trường hợp do chất lượng bê tông hoặc do có dị vật ngăn cản bê tông gây tắc trong ống vách. Do đó, khi ống được rút lên cần kiểm tra lượng bê tông trong ống thường xuyên. Nếu bê tông bị tắc không xuống được phải dùng rút cọc và rung tại chỗ hoặc dùng búa gõ mạnh vào thành ống đến khi thông được bê tông mới tiến hành đổ thêm bê tông (nếu cần) và rút ống vách lên. Bê tông trước khi đổ phải được kiểm tra độ sụt, độ sụt đạt quy định mới cho phép thi công.

3.3.3. Trong quá trình rung và rút ống vách

- Quá trình rút ống vách phải kết hợp đồng thời với đổ bê tông, căn cứ vào lượng bê tông trong ống và điều kiện địa chất để điều chỉnh tốc độ rút ống vách cũng như độ bù bê tông nếu cần. Tránh trường hợp rút ống vách quá nhanh, bê tông không kịp đầm chặt và bị phân tầng.
- Khi rút ống vách, trường hợp gặp tầng đất quá yếu, đất có thể chám chỗ phần bê tông thành cọc hoặc bê tông chiếm chỗ đất, thành cọc được mở rộng hoặc bị gãy, vì thế để đảm bảo bê tông cọc liên tục cần lưu ý đến tốc độ rút ống vách và quy trình đổ bê tông.

4. Kết luận

Cọc PCC là một giải pháp xử lý nền đất yếu mới chỉ được áp dụng tại một số ít dự án tại Việt Nam, các kết quả trình bày trong bài báo này cũng có thể chưa phản ánh hết các ưu điểm, nhược điểm cũng như các bài học về kinh nghiệm thi công. Tuy nhiên, kết quả ban đầu cho thấy cọc PCC có nhiều tiềm năng ứng dụng cho công tác gia cố xử lý nền đất yếu tại Việt Nam, với một số ưu điểm và tồn tại sau:

* Ưu điểm:

- Công nghệ thi công đơn giản, cọc thi công nhanh. Các biện pháp kiểm soát chất lượng trong thi công và kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công tương đối đơn giản, dễ thực hiện.
- Cọc không dùng cốt thép, có đường kính lớn, sức chịu tải lớn, độ lún dư sau khi xử lý nền nhỏ... sẽ có tiềm năng tiết kiệm được chi phí cao so với các giải pháp xử lý nền truyền thống khác.

- Tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu cọc PCC đã được Bộ giao thông phê duyệt trong khung tiêu chuẩn thiết kế của một số dự án đường sắt, định mức thi công cọc PCC cũng đã được Viện kinh tế của bộ xây dựng phê duyệt.

* Tồn tại:

- Do chiều sâu thi công cọc hạn chế (khoảng 20m đến 25m), cọc PCC chỉ phù hợp với trường hợp nền địa chất với chiều dày đất yếu không quá lớn.
- Cọc PCC có thành mỏng, không dùng cốt thép nên chỉ phù hợp với các dự án không yêu cầu chịu tải trọng ngang lớn.
- Để có cơ sở pháp lý cũng như kỹ thuật cho phép áp dụng rộng rãi hơn nữa cần có tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu riêng của Việt Nam cho loại cọc này.

5. Tham khảo

- TCVN 10304- 2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế.
JGJ/T 213 – 2010: Technical specification for composite foundation of cast-in-place concrete large-diameter pipe pile- China.
JGJ94-2008: Technical specification for pile foundation for building - China.
- Liu, H., Fei K., Ma, X.H., and Gao, Y.F. (2003), “Large diameter driven cast-in-place concret thin-wall pipe pile (II) Application. Journal of Rock and Soil mechanic”, 24, 372-375.
- Liu, H., Ma, X.H., Chu, H.Y., Chen, Y.H., and Gao, Y.F. 2004. “Cast-in-place pipe pile construction technology for soft ground improvement”, China Patent ZL 021125384.4.
- Liu, H., Charles W. W. Ng., and K. Fei (2007), “Performance of a Geogrid-Reinforced and Pile-Supported Highway Embankment over Soft Clay: Case Study”. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, v. 133, (12), 2007, DEC, p. 1483-1493.
- Liu, H., Chu, J., and Deng A. (2009), “Use of large-diameter, cast-in situ concrete pipe piles for embankment over soft clay”. Canadian Geotechnical Journal, 2009, 46(8): 915-927, 10.1139/T09-032
- Wouter K. (2006), “Master Thesis Geotechnical Engineering The PCC piling method - Analysis, design and applications”. Faculty of Civil Engineering Delft University of Technology.