

# Nghiên cứu khả năng ứng dụng của giải pháp cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ để gia cố nền đất yếu

## Study on the applicability of cement-sand piles to reinforce the soft grounds

Ngày nhận bài: 11/6/2016

Ngày sửa lại: 05/8/2016

Ngày phê duyệt: 15/8/2016

Lê Bá Vinh, Lê Bá Khánh,  
Trần Văn Sơn

### TÓM TẮT

Nội dung bài báo này tập trung vào việc nghiên cứu khả năng ứng dụng của cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ để xử lý nền đất yếu. Các thí nghiệm nền trên mẫu cọc, thí nghiệm bùn nền hiện trường thực tế đã được tiến hành để xác định sức chịu tải của nền đất yếu có xử lý bằng cọc vữa xi măng - cát, tiết diện nhỏ. Dựa trên các phân tích ngược các kết quả của thí nghiệm bùn hiện trường, các mô phỏng số bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation đã được tiến hành để xác định sức chịu tải và độ linh hoạt của nền đất yếu có giàn cát bằng cọc vữa xi măng - cát, từ đó đánh giá khả năng ứng dụng của giải pháp cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ để xử lý nền đất yếu.

Từ khóa: Cọc vữa xi măng - cát, sức chịu tải, thí nghiệm bùn nền, độ lún.

### ABSTRACT

The content of this article focuses on researching the applicability of cement-sand piles. At first, the compression test, the plate load test were carried out to study the load bearing capacity of soft ground reinforced by the cement-sand piles. Based on the back analysis of results of the plate load test, the simulation by Plaxis 3D Foundation was carried out to study the load bearing capacity and deformation of soft ground reinforced by the cement-sand piles. Moreover, the applicability of cement-sand piles method was examined.

Keywords: Cement-sand piles, load-bearing capacity, plate load test, settlement.

PGS.TS. Lê Bá Vinh

Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng,

Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

TS. Lê Bá Khánh

Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng,

Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

KS. Trần Văn Sơn

Học viên cao học,

Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nền đất ở các tỉnh Đồng Bằng Sông Cửu Long nói chung, thành phố Cần Thơ nói riêng thường đối yếu, có nơi rất yếu. Để xử lý nền đất yếu này đã có nhiều giải pháp được nghiên cứu áp dụng như: cọc tràm, đem cát, cọc vôi, cọc đất voi, cọc cát-xi măng-vôi, giàn tài trước kết hợp bắc thấm, giềng cát, cọc cát vôi. Các giải pháp trên đều có ưu điểm và nhược điểm của nó. Cọc vữa xi măng - cát là một trong những giải pháp khá thí điểm gia cố nền đất yếu có bể dày không lớn. Bài báo này trình bày các phân tích, đánh giá về khả năng ứng dụng của loại cọc khá mới mẻ này.

#### 2. Giới Thiệu Về Cọc Vữa Xi Măng - Cát

##### 2.1 Giới thiệu về cọc

Tại công trình nhà máy chế biến thủy sản Cố Chiên, Cần Thơ, giải pháp cọc vữa xi măng - cát đã được lựa chọn để gia cố nền đất yếu dưới nền kho. Một số thông số cơ bản của cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ như sau:

+ Đường kính cọc:  $d = 200\text{mm}$ .

+ Chiều dài cọc:  $L = 8\text{m}$ .

+ Khoảng cách giữa các cọc là:  $s = 0,8\text{m}$ .

+ Mác vữa được thiết kế theo tiêu chuẩn MAC 100. Nghĩa là để tạo ra 1m<sup>3</sup> vữa phải dùng 418 Kg xi măng PCB 30 + 1,06 m<sup>3</sup> cát vàng + 260 lít nước.

Quy trình thi công cọc vữa xi măng - cát bao gồm các bước chính như sau:

- Bước 1: Định vị máy khoan vào vị trí cọc.

- Bước 2: Tạo lỗ khoan

Via khoan xoay, vừa ép để đưa mũi khoan vào đất đến độ sâu thiết kế, vừa tạo lỗ khoan bằng cách ép đất ra xung quanh mà không phá hủy đất lén.

- Bước 3: Bơm vữa vào hổ khoan để hoàn thành cọc: Vừa rút mũi khoan vừa bơm vữa vào để lắp đáy hổ khoan, đồng thời xoay mũi khoan để trộn đều vữa.

##### 2.2 Cấu tạo liên kết giữa nền bê tông và đầu cọc

Nền bê tông có các đặc điểm:

Bé dày nền:  $D = 0,1\text{m}$ .

Mác bê tông thiết kế: M250.

Bố trí 2 lớp thép Cl: Ø6a150

Trong trường hợp xem cọc làm việc hoàn toàn, nền đất dưới nền bê tông không tham gia chịu lực có thể cấu tạo liên kết giữa đầu cọc và nền là liên kết cứng.

Cao độ các đầu cọc sau khi thi công khó có thể đảm bảo bằng nhau có thể do móp móp nguyên nhân sau:

- Khi thi công cọc bằng phương pháp bơm vữa xi măng, độ sụt của vữa sẽ lớn vì vậy chỉ có thể đổ vữa xi măng đến mặt đất tự nhiên hoặc cao hơn mặt đất tự nhiên một chút. Một đất tự nhiên thường không có độ cao tuyệt đối bằng nhau nên dẫn đến cao độ các đầu cọc không bằng nhau.

- Khu vực thi công thường có nhiều nước và lấp nhiều bùn làm cho công tác thi công gặp khó khăn, dẫn đến khó thi công đảm bảo tất cả các

đầu cọc đều bằng nhau. Tuy nhiên cần thi công đảm bảo các đầu cọc không chênh lệch so với cao độ thiết kế quá lớn.

Có thể cải tạo liên kết đầu cọc với nền bê tông như sau:

45°

Nền BTCT



Cọc vữa - XV. cát

Hình 1: Cấu tạo liên kết đầu cọc và nền bê tông

#### Trong đó:

- a. Bê tông cát nền bê tông cốt thép
  - b. Phản ứng bê tông đối tạo liên kết
  - c. Đầu cọc cọc vữa - xi măng cát
  - d. Đường kính cọc vữa - xi măng cát
- Phản ứng bê tông do tạo ra liên kết là 45°, vì theo nhận định ban đầu khi nền truyền tải xuống cọc, đầu cọc sẽ sinh ra một phản lực gay choc thung nền bê tông với thấp chung khuếch đại 45°.

Để thi công phần bê tông (phần bê tông thi công theo các cách sau)

- Sử dụng đất cung cấp xung quanh đầu cọc sau đó phủ xung quanh móng lấp ni ống
- Sử dụng ván khuôn gỗ

Xay gạch xung quanh đầu cọc

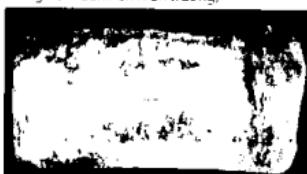
Phản ứng bê tông trên được đúc chung với bê tông nền

#### 3. Thi Nghiệm Nén Miền Cọc Vữa Xi Măng Cát

Theo TCVN 3118 - 1993: Bê tông nén - Phương pháp xác định cường độ chịu nén

##### 3.1 Công tác lò nén

Đoan cọc thi nghiệm được lấy từ hiện trường dài 5m, đoạn cọc được lấy từ cọc làm thí nghiệm ban nén hiện trường



Hình 2: Đoan cọc, được lấy nguyên kiện hiện trường

#### 3.2 Công tác gia công mẫu

Bước 1: Đoan cọc trên được cắt thành 3 đoạn gần bằng nhau

Bước 2: Khoan theo phương dọc trực với đường kính ống khoan:  $d = 6.8\text{cm}$



Hình 3: Máy khoan khi khoan áp lối



Hình 4: Máy khoan khi khoan dưới gầm xe thợ

Hoặc đầu được phủ một lớp farafin mỏng để am phẳng bề mặt nền.

##### 3.3 Kết quả nén mẫu

Lắp đặt đầu tông viên nén vào máy nén TYN - 2000 (khả năng nén tối đa 200 Tấn), tốc độ nén 1 - 2 KN/s



Hình 5: Thí nghiệm nén mẫu

Kết luận: cọc vữa xi măng - cát sau khi được thi công tại hiện trường đạt được các chỉ tiêu

- Mẫu cọc vữa xi măng - cát làm thí nghiệm đạt mác vữa 100

- Độ nén trong  $y = 20.4 / \text{KN/m}^3$

- Mô đun đàn hồi  $E_c = 22436 \text{ daN/cm}^2$

Bảng 1: Bảng so sánh nén mẫu

Kí hiệu	Kích thước mẫu khoan	Lực nén	Cường độ nén (R)	Biện dạng tương đối (E)	Môđun đàn hồi (E)
	Dương (d) chiều cao (h)	phê hoại (P) KN	daN/cm <sup>2</sup>	%	daN/cm <sup>2</sup>
V1	6.80	13.66	39.86	109.26	0.0051
M2	6.80	13.78	38.56	106.45	0.01
M3	6.80	13.79	39.53	108.85	0.01

#### 4. Thị Nghiệm Bàn Nén Hiện Trường

Để đánh giá khả năng chịu tải thực tế của nền sau khi gác cọc, thí nghiệm bàn nén hiện trường đã được tiến hành như sau.

##### 4.1 Phương pháp thí nghiệm



Hình 6: Thị nghiệm bàn nén hiện trường

##### a. Cọc thi nghiệm

Tiết diện cọc:  $D = 0.2\text{m}$

Chiều dài cọc:  $L = 8\text{m}$

Mác vữa cọc: M100

##### b. Bàn nén

Bàn nén bằng bê tông M250, kích thước:  $70.7\text{cm} \times 70.7\text{cm}$ , dày  $0.2\text{m}$

##### c. Tiêu chuẩn thí nghiệm

TCVN 9393 - 2012: Cọc - phương pháp thí nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh

##### d. Đơn vị

TCVN 9354 - 2012: Đất xây dựng - phương pháp xác định mô đur biến dạng tại hiện trường bằng tần số phản ứng [6]

d. Tải trọng thí nghiệm tải đá,

$P_{\text{đ}} = 2^*P_{\text{tk}} = 2^*16 = 32\text{tấn}$

##### e. Quy trình giàn tải

Giai đoạn 1: Giảm tải trước để loại trừ sai số do lắp đặt thiết bị

Giai đoạn 2: Giảm tải cho kí 1, đến 100% $P_{\text{tk}}$

Giai đoạn 3: Giảm tải cho kí 2, đến 200% $P_{\text{tk}}$

##### 4.2 Kết quả

Tư các kết quả thí nghiệm bàn nén, và qua các phân tích bảng phần mềm Plaxis 3D Foundation [3], có thể thấy sức chịu tải giới hạn của cọc khi tính bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation là  $P_{\text{gi}} = 5.63$ , lớn hơn sức chịu tải giới hạn của các cọc kinh theo chỉ tiêu cường độ đất nền (TCVN 10304 - 2014: móng cọc - kiểm chuẩn thiết kế); với độ chênh lệch ± 0.50 Tấn [2].

5. Phân Tích Biến Dạng Của Nền Đất Vết Được Giá Cố Bằng Cọc Vữa - Xi Măng Cát Bằng Phần Mềm Plaxis 3D Foundation

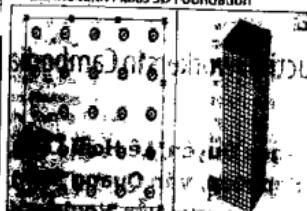
##### 5.1 Thông số nhập vào Plaxis

Đường kính cọc:  $d = 0.2\text{m}$

Chiều dài cọc:  $L = 8m$ .

Khoảng cách giữa các cọc:  $S = 0.8m$ .

### 5.2 Mô hình Plaxis 3D Foundation



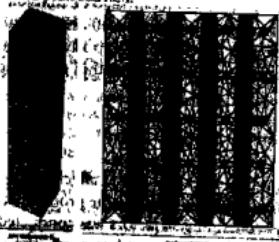
Hình 7. Mô hình trong Plaxis 3D Foundation

### 5.3 Kết quả tính toán

Để đánh giá khả năng biến dạng của nền giã cọc xi măng - cát, các trường hợp tải phản ứng đều đã được tính toán với giá trị gãy tăng:

a. Trường hợp hoạt tải nền giống như công trình thực tế ( $P_1 = 1000kG/m^2$ )

- Độ lún của nền:



Hình 8. Chuyển vị nền và Mômen trên nền bê tông theo phân tích Plaxis 3D Foundation

b. Độ lún của nền tính bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation:  $S = 2.41cm < [Sgh] = 8cm$  (Thỏa điều kiện biến dạng). Ngoài ra, giá trị lún kết thúc này không chênh lệch nhiều so với kết quả tính lún theo phương pháp giải tích ( $3.03cm$ ).

c. Trường hợp hoạt tải nền giả định ( $P_2 = 2000kG/m^2$ )

Độ lún của nền tính bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation:  $S = 4.67cm < [Sgh] = 8cm$  (Thỏa điều kiện biến dạng)

d. Trường hợp hoạt tải nền giả định ( $P_3 = 3000kG/m^2$ )

Độ lún của nền tính bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation:  $S = 6.99cm < [Sgh] = 8cm$  (Thỏa điều kiện biến dạng)

e. Trường hợp hoạt tải nền giả định ( $P_4 = 3500kG/m^2$ )

Độ lún của nền tính bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation:  $S = 8.18cm > [Sgh] = 8cm$  (Không thỏa điều kiện biến dạng)

Bảng 2. Đặc trưng vật liệu các lớp đất

Thông số	Ký hiệu	Đặc trưng vật liệu		Đơn vị
		Lớp SM	Lớp CL1	
Mẫu vật liệu	Model	Mohr-Coulomb drained	Mohr-Coulomb drained	-
Loại vật liệu tác động	Type	z	z	m
Bề dày lớp đất		1.8	14.4	
Khối lượng đơn vị đất trên mực nước ngầm	Y <sub>un</sub>	16.5	15.83	kN/m <sup>3</sup>
Khối lượng đơn vị đất dưới mực nước ngầm	Y <sub>bs</sub>	16.5	15.83	kN/m <sup>3</sup>
Mô đun biến dạng	E	31200	5390.2	kN/m <sup>2</sup>
Lực định	c	1.0	8.4	kN/m <sup>2</sup>
Góc ma sát trong	φ	27	5.66	Độ
Hệ số poisson	v	0.25	0.25	-
Góc trương nở	ψ	0	0	-
Hệ số giảm cường độ	R <sub>iter</sub>	1	1	-

Bảng 3. Đặc trưng vật liệu cọc vữa xi măng cát

Thông số	Ký hiệu	Đặc trưng vật liệu		Đơn vị
		Cọc	Nền	
Mẫu vật liệu	Model	Non-Porous	Non-Porous	-
Loại vật liệu tác động	Type	Linear elastic	Linear elastic	-
Trọng lượng riêng	Y <sub>un</sub>	20.47	25.0	kN/m <sup>3</sup>
Mô đun đàn hồi	E	2.24x10 <sup>6</sup>	2.7x10 <sup>7</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Hệ số poisson	v	0.2	0.2	-
Hệ số giảm cường độ	R <sub>iter</sub>	1	1	-

### 6. Kết Luận - Kiến Nghị

Từ các kết quả phân tích, tính toán có thể rút ra một số kết luận như sau:

- Doan cọc được lấy từ cọc hiện trường thực tế đạt mức 100 (Cường độ chịu nén R = 108.35daN/cm<sup>2</sup>), trọng lượng riêng  $\gamma = 20.47kN/m^3$ , mô đun đàn hồi E = 22436daN/cm<sup>2</sup>. Do đó, khi tính toán sức chịu tải của cọc vữa xi măng - cát liên quan riên cọc vữa xi măng - cát làm việc như cọc cứng vì cọc vữa xi măng - cát có độ cứng khá lớn.

- Có thể sử dụng cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ để xử lý nền đất yếu trong xây dựng nhà kho, nhà xưởng tại Thành Phố Cần Thơ.

Cụ thể với địa chất tại khu vực khảo sát, tiết diện cọc dc = 0.2m, dài Lc = 8m, mác vữa M100, khoảng cách giữa các cọc Sc = 0.8m, nền bê tông trên dn = 0.1m, mác bê tông nền M250 có thể chịu được hoạt tải sử dụng lớn nhất mà vẫn đảm bảo thỏa điều kiện về cường độ và biến dạng là: Pmax = 3.0 Tấn/m<sup>2</sup>.

- Nên cấu tạo thêm chi tiết liên kết giữa cọc và nền bê tông để tránh cọc chọc thủng nền bê tông.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lê Anh Hoàng (2014), "Nền và móng". Nhà xuất bản Xây Dựng.

[2] Lê Bá Vinh, Lê Bá Khánh, Trần Văn Sơn (2015), "Nghiên cứu sức chịu tải của cọc vữa xi măng - cát tiết diện nhỏ để xử lý nền đất yếu", Tạp chí Người Xây Dựng, số 182, trang 77-74, 2016.

[3] Nguyễn Quốc Totti, Nguyễn Khắc Nam, Hoàng Văn Thủ, Hoàng Thế Hứa (2011), "Phần mềm Plaxis 3D Foundation ứng dụng vào tính toán móng và công trình ngầm". Nhà xuất bản

### Xây dựng

[4] Tiêu chuẩn xây dựng: TCVN 10304-2014 "Móng cọc - tiêu chuẩn thiết kế".

[5] Tiêu chuẩn xây dựng: TCVN 9362-2012 "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình".

[6] TCVN 5054 - 2012 - "Thí nghiệm bùn nén tĩnh hiện trường". Bộ Xây dựng.

[7] Joseph E. Bowles, PE, S.E (2001), "Foundation analysis and design (Fifth edition)". The McGraw-Hill Companies, Inc.