

# Gia cố bờ kè bằng tổ hợp phương pháp tiêu thoát nước ngầm, cọc nhồi và cọc xi măng đất

Hoàng Trọng Quang, Trần Nguyễn Thiện Tâm, Lê Nguyễn Hải Nam

**Tóm tắt**—Ổn định mái dốc các công trình là một vấn đề quan trọng và phức tạp của công tác địa kỹ thuật. Thực tế cho thấy các mái dốc đặc biệt là các bờ kè thường mất ổn định bởi tác động của nhiều yếu tố như tính chất đất nền, tải trọng ngang, hoạt động nước ngầm,

... Do đó, cần sử dụng đồng thời nhiều phương pháp để gia cố và ổn định đối tượng này. Bài báo sẽ trình bày việc sử dụng tổ hợp các phương pháp tiêu thoát nước ngầm, cọc nhồi và cọc xi măng đất để gia cố bờ kè công trình xây dựng các nhà máy Z751/TCKT, Z756/BCCB tại phường Long Bình, thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai thuộc Ban Quản lý dự án 45 - Bộ Quốc phòng.

**Từ khóa**—Gia cố bờ kè, Tiêu thoát nước ngầm, Cọc nhồi, Cọc xi măng đất.

## 1 MỞ ĐẦU

Công trình nhà máy Z751/TCKT, Z756/BCCB tại phường Long Bình, thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai thuộc Ban Quản lý dự án 45 - Bộ Quốc phòng. Trong quá trình xây dựng, đã xảy ra hiện tượng sạt lở nghiêm trọng tại bờ kè phải của công trình (hình 1). Mặt bằng tổng thể bờ kè được thể hiện trong hình 2. Qua khảo sát hiện trạng, có thể tóm tắt một số nguyên nhân gây ra sự mất ổn định kè bờ phải như sau:

*Bản thảo nhận được vào ngày 7 tháng 8 năm 2017. Bản sửa đổi bản thảo ngày 25 tháng 12 năm 2017.*

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số T-ĐCDK-2017-54.

Hoàng Trọng Quang - Bộ môn Khoan – Khai thác Dầu khí, Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM, (e-mail: htquang@hcmut.edu.vn).

Trần Nguyễn Thiện Tâm - Bộ môn Khoan – Khai thác Dầu khí, Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM (e-mail: tamtran2512@gmail.com).

Lê Nguyễn Hải Nam - Bộ môn Khoan – Khai thác Dầu khí, Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM (e-mail: lahnam@hcmut.edu.vn).

\* Tác giả chính: Email: htquang@hcmut.edu.vn



Hình 1. Sạt lở tại bờ kè

- Tại các vị trí sạt lở đều hình thành dòng thấm đồ nước ra trên mái kè với lượng nước lớn nhất vào những đợt mưa.

- Địa chất vùng sạt lở mái kè là á sét và cát mịn nên có tính lún không đều. Khi bão hòa nước xảy ra sụt lún đất, hóa lỏng của cát mịn và gây xói mòn khối đắp.

- Kết cấu kè theo thiết kế có hệ số mái  $m = 1,5$ , chiều cao kè khoảng 6m và được gia cố bởi tấm bê tông tự lèn nên sẽ không ổn định khi đất đắp ở trạng thái bão hòa nước.

- Tại vị trí đường lên xuống hồ thử với độ dốc 10%, hình thành nơi tập trung nước mưa của toàn bộ cả khu vực đổ xuống nên dòng thấm khá lớn tại mái kè.

- Địa hình khu vực dự án tương đối dốc nên hình thành dòng thấm và áp lực nước thấm lớn gây bất lợi cho mái kè.

Từ những nguyên nhân phân tích ở trên, đơn vị thiết kế đã xem xét và đưa ra phương án để xử lý

triệt để sạt lở kè cũng như tránh ảnh hưởng tới đường phía trên kè như sau:

- Tụ trung lại thì nguyên nhân chủ yếu là do nước mặt và nước ngầm dưới lòng đường chảy ra gây mất ổn định. Vì vậy mấu chốt của vấn đề là thiết kế hệ thống tiêu thoát nước mặt và ngầm dưới lòng đường một cách có định hướng không cho dòng thấm thoát ra mặt định trên mái đập. Từ đó hạ thấp đường bão hòa để nâng cao độ ổn định cho mái hạ lưu và ngăn ngừa biến dạng do thấm.

- Sau khi giải quyết vấn đề thoát nước, để đảm bảo ổn định mái đường và kè sẽ tiếp tục sử dụng giải pháp đóng ống thép D49 sâu khoảng 5-6m sau đó bơm vữa xi măng cát làm chặt nền đất hiện hữu hạn chế cung trượt ngoài ra ở vị trí trên đường. Vị trí trên kè sạt lở nhiều sẽ kết hợp dùng cọc khoan nhồi D300 khoảng cách 4m với dầm bao tạo thành khối cứng.

## 2 DỮ LIỆU ĐỊA CHẤT

Căn cứ vào hồ sơ khảo sát địa chất do Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Thủy lợi II lập vào năm 2014 từ các hố khoan HK-BS1 và HK-BS2, nền đất tại công trình được phân chia như sau:

- Lớp Đ: Đất san lấp: Hỗn hợp: Bê tông, dăm sạn, đá cát lẫn á sét nhẹ - trung màu xám nâu.

- Lớp 2a: Đất đắp: Á sét nặng - á sét nhẹ màu xám vàng, xám nâu nhạt kết cấu kém chặt - chặt vừa. Lớp có chiều dày 0,5m, chỉ thấy ở hố BS1.

- Lớp 3: Sét màu xám vàng, nâu vàng, nâu đỏ, tím nâu, xám trắng nhạt. Trạng thái nửa cứng. Nguồn gốc tàn tích. Lớp có chiều dày 2,7m đến 4,0m phân bố trên toàn tuyến.

- Lớp 2c: Đất đắp: Á sét nặng - trung lẫn sạn sỏi màu xám vàng, xám nâu, vệt xám trắng. Trạng thái dẻo cứng - dẻo mềm. Lớp có chiều dày từ 1,0m đến 4,5m xuất hiện trên toàn tuyến.

- Lớp 3a: Á sét nặng - trung màu xám xanh nhạt, xám nâu vàng nhạt, xám trắng. Trong tầng lẫn sạn sỏi. Nguồn gốc tàn tích. Chiều dày chưa xác định hết.

- Lớp PH: Đá sét bột kết phong hóa hoàn toàn thành á sét trung lẫn nhiều dăm cục và cuội sỏi. Lớp nằm trên lớp đá phong hóa mạnh ở hố BS1 với chiều dày 1,0m.

- Lớp PM: Đá sét bột kết phong hóa mạnh màu xám xanh, xám nhạt, xám nâu đen. Lớp có chiều dày chưa xác định hết, đã khoan vào được 0,5m.

## 3 MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

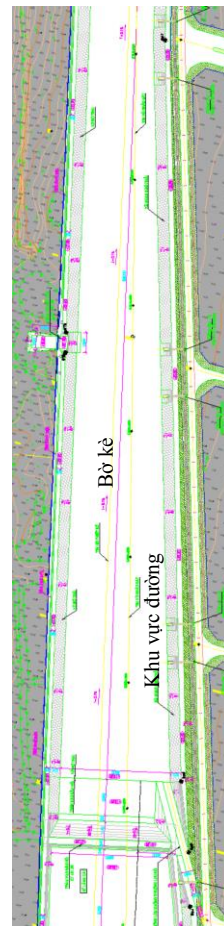
Các thông số địa chất và cọc khoan nhồi sử dụng trong mô hình tính toán của phần mềm PLAXIS trong bảng 1 và 2 như sau:

Phụ tải kiểm tra ổn định đường:

- Đường 13: Lấy trị số 20kN/m<sup>2</sup>, kéo dài 15m, đặt tại cao độ mặt đường 13.

Mực nước ngầm: Do đã có biện pháp thu nước bằng giếng cát và ống gom thu thoát nước nên khi tính toán mực nước sẽ chỉ tồn tại ở mức cao nhất dưới cao độ -3,0m so với mặt đường.

*Kiểm tra ổn định nền đường và mái kè sau khi có biện pháp tiêu thoát nước ngầm và gia cố bằng cọc khoan nhồi (hình 3 – 7):*



Hình 2. Khu vực đường và bờ kè

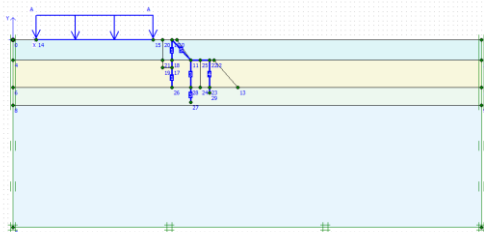
BẢNG 1  
CÁC THÔNG SỐ ĐẤT TRONG MÔ HÌNH PLAXIS 2D

Mô hình Mohr-Coulomb	1	2	3	4	5	7
	Lớp đất đắp D	Lớp 2a	Lớp 2C	Lớp 3a	Lớp 3	Cát san lấp
Loại	Thoát nước	Thoát nước	Thoát nước	Thoát nước	Thoát nước	Thoát nước
$\gamma_{unsat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	20,00	20,20	20,00	20,00	20,00
$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	20,00	20,20	20,60	20,60	20,00
$E_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	4735,294	1000,000	3220,000	9281,176	4072,353	7428,571
$\nu$ [-]	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,300
$G_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2058,824	434,783	1400,000	4035,294	1770,588	2857,143
$E_{oed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	5000,000	1055,901	3400,000	9800,000	4300,000	10000,000
$c_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	10,00	10,00	18,00	28,00	35,00	1,00
$\phi$ [°]	28,60	28,60	14,30	18,30	14,00	31,00
$R_{inter}$ [-]	0,60	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00
Dạng thấm	Trung tính	Trung tính	Trung tính	Trung tính	Trung tính	Trung tính

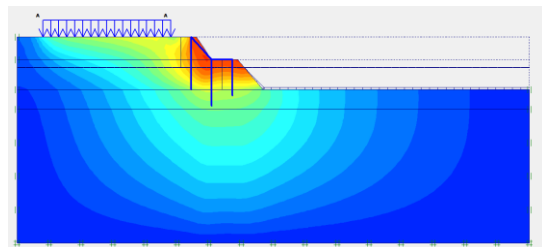
Mô hình tuyến tính		6	8
		Xi măng đất	Bê tông
Loại		Không thoát nước	Không thoát nước
$\gamma_{unsat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	25,00
$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	25,00
$E_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	7428,571	3000000,00
$\nu$ [-]	[-]	0,300	0,000
$G_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	2857,143	1500000,000
$E_{oed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	10000,000	3000000,000
$E_{incr}$ [kN/m <sup>2</sup> /m]	[kN/m <sup>2</sup> /m]	1,00	0,00
$R_{inter}$ [-]	[-]	31,00	1,000
Dạng thấm		Trung tính	Trung tính

BẢNG 2  
THÔNG SỐ VẬT LIỆU ĐẦU VÀO  
CỌC KHOAN NHỒI D300

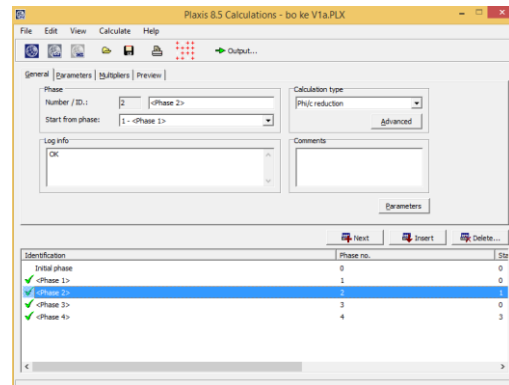
Bê tông	B20	
$R_b$	11,5	MPa
$R_{bt}$	0,9	MPa
$E_b$	18000	MPa
“Mác”	M250	
Thép	CIII, AIII	
$R_s = R_{sc}$	365	MPa
$R_{sw}$		MPa
$E_s$		MPa
Mác SX	SD390	
Thép	CT3	
E	210000	MPa



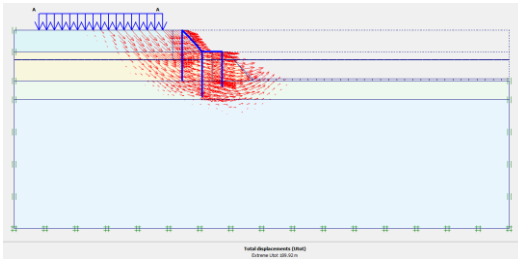
Hình 3. Mô hình tính toán



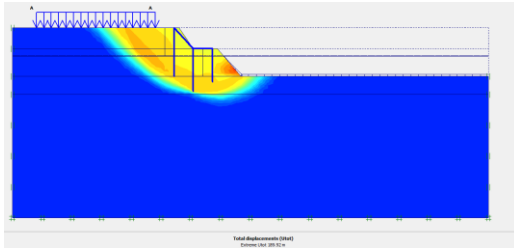
Hình 4. Kích tải đường và cọc khoan nhồi



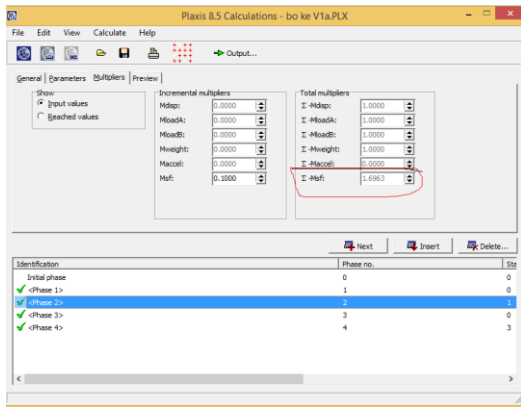
Hình 5. Kiểm tra độ ổn định mái đường và kè



Hình 6. Chuyển vị lớn nhất ở đường và mái kè



Hình 7. Cung trượt của đường và mái kè



Hình 8. Kết quả kiểm tra ổn định kè và đường

Theo kết quả tính toán ở trên, hệ số ổn định nền đường và mái kè sau khi gia cố là  $1,693 > 1,4$  (hình 8) nên đảm bảo độ ổn định.

## 4 BIỆN PHÁP THI CÔNG

### 4.1 Giải pháp thu và tiêu nước ngầm dưới nền đường

Thiết kế thu và tiêu nước ngầm được thể hiện ở hình 9. Thực tế thi công được thực hiện theo quy trình dưới đây:

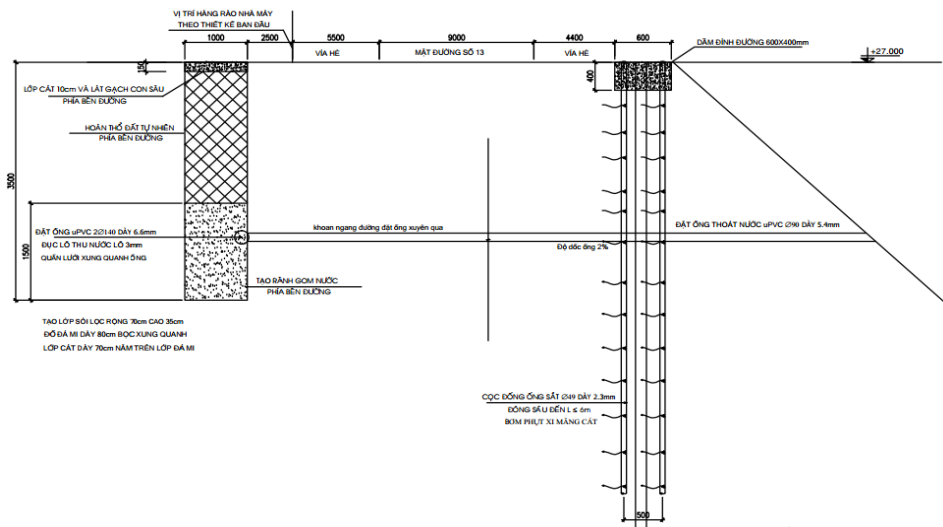
Tạo rãnh đổ cát vào hố rộng 1,0 m sâu 3,5m chạy dọc suốt khu vực cần gia cố phía bên kia đường (hình 10).

Dùng 2 ống D140 đặt trong rãnh cát dọc theo đoạn cần gia cố và ống được đặt ở cao độ  $-3,0 \div -3,2\text{m}$  so với mặt đường. Các ống này được đục lỗ sẵn và quấn lưới xung quanh và bọc sỏi để gom nước (hình 11, 12, 13).

Khoan ngang qua đường để đặt ống D90 kết nối với các ống chạy dọc trong rãnh cát chờ sẵn. Khoảng cách đặt ống ở khu vực sự cố sạt lở cách nhau 7-15m (hình 14, 15).

Sau khi tạo được rãnh cát và các ống gom thu, nước trong lòng đường sẽ chảy ra phía taluy đường. Đồng thời sử dụng các ống D90 đặt chìm trong mái taluy đường thu gom nước thoát ra từ đường về các hố ga để tránh ảnh hưởng đến khu vực taluy đường. Từ đó cho thoát nước ra ngoài hồ thử bằng ống D90 (hình 16, 17).

Như vậy nước ngầm hay nước trong đất đã được gom thu và thoát nước theo ý muốn nên sẽ không gây xói mòn đất dưới lòng đường cũng như lượng nước mặt tránh gây bão hòa đất mái taluy để không gây sạt lở nữa.



Hình 9. Thiết kế thu và tiêu nước ngầm





Hình 10. Thi công tạo rãnh cát



Hình 14. Khoan ngang qua đường



Hình 11. Thi công tạo rãnh cát



Hình 15. Ống D90 qua đường



Hình 12. Bọc sỏi ống lọc trong rãnh cát



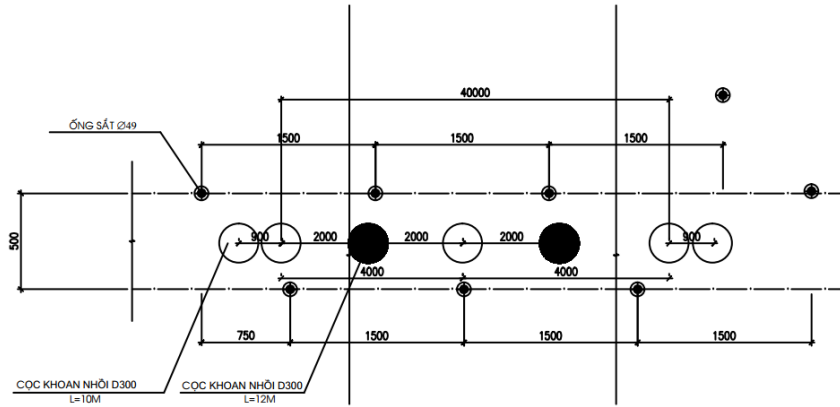
Hình 16. Hệ thống ống khoan ngang qua đường



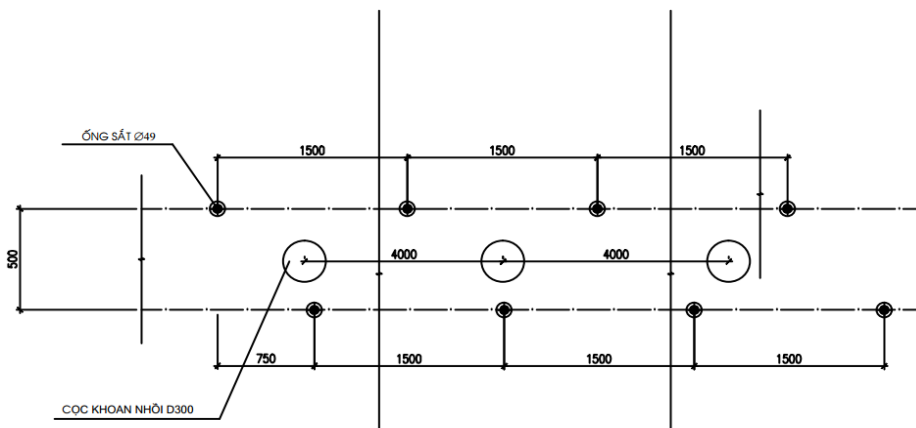
Hình 13. Đầm nén đất tạo độ chặt trên rãnh cát



Hình 17. Thoát nước qua ống D90



Hình 18. Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi và ống D49 phục vụ xi măng cát gia cố phía trên đường



Hình 19. Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi và ống D49 phục vụ xi măng cát gia cố bờ kè

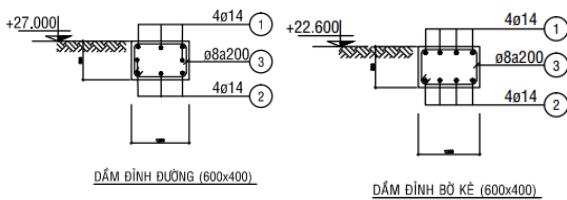


Hình 20. Hệ thống cọc khoan nhồi và ống D49 phục vụ xi măng

#### 4.2 Gia cố bờ kè bằng hệ thống cọc khoan nhồi, cọc xi măng đất

Sau khi thu và tiêu nước ngầm, bờ kè được gia cố bằng hệ thống cọc khoan nhồi D300, cọc xi măng đất D49 theo hai tuyến dọc đường bộ và đường bờ kè song song (hình 18, 19, 20).

Sau đó, tiếp tục thi công đầm bao theo hai tuyến trên (hình 21, 22, 23, 24). Cuối cùng, tiến hành hoàn thiện bề mặt taluy đường và kè (hình 25).



Hình 21. Bố trí cốt thép đầm bao đỉnh đường và bờ kè



Hình 22. Đổ bê tông đầm đỉnh đường





Hình 23. Bê tông đầm dìm bờ kè



Hình 24. Bê tông đầm dìm đường



Hình 25. Hoàn thiện bề mặt taluy

## 5 KẾT LUẬN

Giải pháp đưa ra đã chứng minh hiệu quả trên thực tế khi công trình giữ vững ổn định bờ kè đặc biệt ngay cả trong điều kiện thi công vào mùa mưa. Sự thành công của dự án phải kể đến trước tiên là hiệu quả của việc xử lý mạch nước ngầm. Khi đó tác dụng của hệ thống cọc khoan nhồi, cọc xi măng đất chịu trách nhiệm giữ ổn định bờ kè sẽ phát huy hiệu quả cao nhất. Công trình là một điển hình cho việc áp dụng tổ hợp các phương pháp để

gia cố bờ kè tại các vùng có điều kiện chất phức tạp và hoạt động mạnh của nước ngầm.

### KÝ HIỆU

$\gamma_{\text{unsat}}$ : Trọng lượng đất trên mực nước ngầm

$\gamma_{\text{sat}}$ : Trọng lượng đất dưới mực nước ngầm

$E_{\text{ref}}$ : Mô đun đàn hồi

$\nu$ : Hệ số Poisson

$C_{\text{ref}}$ : Lực dính

$\varphi$ : Góc ma sát trong

$R_{\text{inter}}$ : Hệ số giảm cường độ

$E_{\text{incr}}$ :

$R_b$ : Cường độ chịu nén tính toán của bê tông

$R_{bt}$ : Cường độ chịu kéo tính toán của bê tông

$E_b$ : Mô đun đàn hồi của bê tông

$R_s$ : Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép dọc

$R_{sc}$ : Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép

$R_{sw}$ : Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép ngang

$E_s$ : Mô đun đàn hồi của cốt thép

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Việt Kỳ và nnk. *Khai thác và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất*. NXB ĐHQG-HCM, 2006.
- [2] Nguyễn Việt Trung, Lê Thanh Liêm, *Cọc khoan nhồi trong công trình giao thông*. NXB Xây dựng, 2010.
- [3] Nguyễn Việt Trung, Vũ Minh Tuấn. *Cọc đất xi măng - Phương pháp gia cố nền đất yếu*. NXB Xây dựng, 2012.
- [4] Châu Ngọc Ân. *Cơ học đất*. NXB ĐHQGTPHCM, 2012.
- [5] Đỗ Văn Đệ và nnk. *Phần Mềm PLaxis 3D Foundation ứng dụng vào tính toán móng và công trình ngầm*. NXB Xây dựng, 2012.
- [6] Đặng Hữu Chinh. *Nghiên cứu kết cấu kè trên nền đất yếu bảo vệ chống sạt lở - Khu vực Thanh Đa TP. Hồ Chí Minh*. Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM, 2004.
- [7] Manjriker Gunaratne. *The foundation engineering handbook*. CRC Press, 2006.

**Hoàng Trọng Quang** sinh ngày 03/03/1975 tại Thừa Thiên Huế, Việt Nam. Ông tốt nghiệp thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật dầu khí năm 2005 tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM.

Từ năm 1998 đến nay, ông là giảng viên Bộ môn Khoan – Khai thác dầu khí – Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí - Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Đồng thời đã chủ trì hàng trăm công trình về nền móng và địa kỹ thuật xây dựng. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm Cơ học đá và phá hủy, Thiết bị và kỹ thuật khoan, Kỹ thuật khoan, khai thác và công nghệ dầu khí, Địa kỹ thuật xây dựng.

**Trần Nguyễn Thiện Tâm** sinh ngày 25/12/1984 tại Quảng Ngãi, Việt Nam. Ông tốt nghiệp đại học chuyên ngành Địa kỹ thuật năm 2008 và cao học chuyên ngành Địa chất dầu khí ứng dụng năm 2013 tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM.

Từ năm 2010 đến nay, ông là giảng viên Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí - Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Đồng thời đã tham gia nhiều công trình về nền móng và địa kỹ thuật xây dựng. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm Kỹ thuật vỉa dầu khí, Phân tích thử vỉa dầu khí, Địa kỹ thuật xây dựng.

**Lê Nguyễn Hải Nam** sinh ngày 06/04/1992 tại Bình Định, Việt Nam. Ông tốt nghiệp đại học chuyên ngành Kỹ thuật dầu khí năm 2015 tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Hiện đang là học viên cao học chuyên ngành Kỹ thuật dầu khí tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM.

Từ năm 2015 đến nay, ông là nghiên cứu viên Bộ môn Khoan – Khai thác dầu khí – Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí - Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Đồng thời đã tham gia một số công trình về nền móng và địa kỹ thuật xây dựng. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm Kỹ thuật khoan dầu khí, Địa kỹ thuật xây dựng.

## Reinforced embankment by using intergrated methods of groundwater drainage, filling pile and soil mixing pile

Hoang Trong Quang, Tran Nguyen Thien Tam, Le Nguyen Hai Nam

**Abstract**—Slope stability in project is important and complicated problem. In fact, slope especially embankment often instability by many reasons such as foundation soil properties, lateral load, groundwater movement, ... Therefore, it should to be use intergrated methods for reinforced and stable this object. This paper present intergrated methods of groundwater drainage, filling pile and soil mixing pile for reinforced embankment construction works Z751/TCKT, Z756/BCCB factories in Long Binh ward, Bien Hoa city, Dong Nai province belong to 45 Project Management Unit - Department of Defense.

**Index Terms**—Reinforced embankment, Groundwater drainage, Filling pile, Soil mixing pile.