

Hiệu quả của nhóm cọc xi măng đất trong việc giữ ổn định mái dốc ven sông Thị Vải, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

Effect of cement deep mixing group in slope stabilization along Thi Vai river, Ba Ria Vung - Tau province

> TS VÕ NGUYỄN PHÚ HUÂN⁽¹⁾, HỒ ĐẮC KHOA⁽²⁾

⁽¹⁾ Trưởng bộ môn KTHT, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: huan.vnp@ou.edu.vn

⁽²⁾ HVCH Trường Đại học Mở TP. HCM

TÓM TẮT:

Ở Việt Nam hiện nay cọc xi măng đất được áp dụng trong xử lý nền đất yếu trong các công trình đường, kho bãi khá nhiều. Tuy nhiên khá ít công trình sử dụng cọc xi măng đất để giữ ổn định cho công trình, đặc biệt là những công trình ven sông với mực nước lên xuống liên tục. Nội dung của bài báo sẽ đi sâu phân tích hiệu quả của nhóm cọc xi măng đất áp dụng trong việc giữ ổn định cho công trình cảng SITV trong quá trình thi công cũng như khai thác sau này. Công tác thiết kế và quan trắc hiện trường đã được tiến hành đầy đủ và cẩn thận để rút ra những kết luận được sử dụng như những hướng dẫn, kinh nghiệm cho những công trình tương tự khác.

Từ khóa: Cọc xi măng đất; mái dốc; ổn định tổng thể; hệ số an toàn

ABSTRACT:

Nowadays in Vietnam, cement deep mixing were applied in soil improvement at logistic area, road with deep soft soil....However, There are too few construction case used cement deep mixing to stabilize, especially with construction nearby river. The paper is focused about the effect of cement deep mixing that using for SITV port. Detail design and monitoring was carried out during and after the construction. Monitoring data were back analysed to draw conclusions which will be used as past experiences and guide lines for next similar projects.

Keyword: Cement deep mixing; Slope; Stabilization; Safety factor.

1. MÔ TẢ CÔNG TRÌNH

Công trình cảng SITV được xây dựng dọc theo bờ sông Thị Vải, thuộc tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Đoạn chiều dài công trình tiếp giáp bờ sông cần được giữ ổn định là khoảng hơn 800m. Hình 1 bên dưới mô tả vị trí của công trình:



Hình 1. Vị trí xây dựng công trình

2. ĐỊA CHẤT KHU VỰC

Do là khu vực cạnh sông nên địa chất khu vực tương đối yếu và khá phức tạp. Thông số của các chỉ tiêu cơ lý cho từng lớp đất sau khi được tổng hợp được trình bày trong bảng bên dưới:

H	w	γ_w	e	w _L	I _L	I _p	C _c	C _v
m	%	g/cm ³		%		%		m ² /yr
3.0~3.6	55.5	1.67	1.485	51.9	1.07	27.6	0.330	4.4
5.0~5.6	82.5	1.50	2.287	88.1	0.82	49.9	-	-
7.0~7.6	73.9	1.55	2.044	74.2	0.89	43.9	0.833	2.0
9.0~9.5	72.4	1.57	1.986	80.0	0.91	45.3	1.808	0.9
12~12.6	68.0	1.59	1.847	70.2	0.95	37.6	0.699	1.3
14~14.7	61.4	1.64	1.666	65.1	1.01	37.1	0.916	1.8

3. CÔNG NGHỆ CỦA PHƯƠNG PHÁP CỌC XI MĂNG ĐẤT

Ở Việt Nam hiện nay phổ biến hai công nghệ thi công trụ xi măng đất là công nghệ trộn khô (Dry Jet Mixing) và công nghệ trộn ướt (Wet Mixing hay Jet-grouting) - là công nghệ của Nhật Bản. Mỗi công nghệ sẽ có thiết bị và dây chuyền thi công phù hợp khác nhau.

Trụ xi măng đất bản chất là hỗn hợp giữa đất nguyên trạng nơi gia cố và xi măng được phun xuống nền đất bởi thiết bị khoan phun. Mũi khoan được khoan xuống làm tơi đất cho đến khi đạt độ sâu lớp đất cần gia cố thì quay ngược lại và dịch chuyển lên. Trong quá trình dịch chuyển lên, xi măng được bơm phun vào nền đất (bằng áp lực khí nén đối với hỗn hợp khô hoặc bằng bơm vữa đối với hỗn hợp dạng vữa ướt).

Theo đề nghị của Browns (1986), ở khu vực Nam Á và Đông Nam Á rất thích hợp cho việc sử dụng xi măng thay thế vôi bởi vì:

- Giá thành của phương pháp trộn bằng xi măng thấp hơn so với vôi.
- Khó bảo quản vôi sống trong điều kiện khí hậu ẩm ướt.
- Cường độ đạt được của xi măng cao hơn vôi khá nhiều.

Công nghệ thi công cọc xi măng đất với kết quả là tạo ra cột đất gia cố từ vữa xi măng phun ra hòa trộn với bản thân đất nền. Nhờ có xi măng bơm phun ra với áp suất cao, các phần tử đất xung quanh lỗ khoan bị xới tơi ra và hòa trộn với xi măng, sau khi đông cứng tạo thành một khối đồng nhất gọi là Cọc xi măng đất (soilcrete). Cọc xi măng - đất hình thành sẽ đóng vai trò ổn định nền và gia cường độ cho nền. Cường độ chịu nén của xi măng đất từ dao động khoảng 20 ÷ 250 kg/cm², tùy thuộc vào loại, hàm lượng xi măng và tỷ lệ đất còn lại trong khối xi măng đất và loại đất nền.

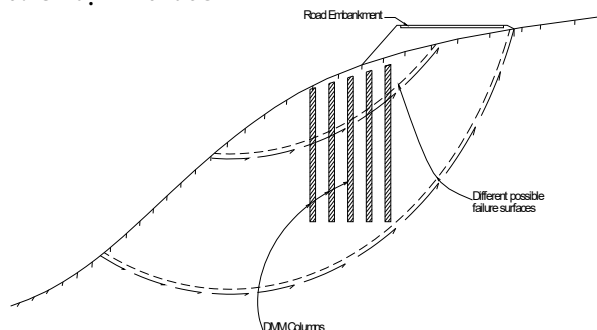
Trụ xi măng đất được thi công tạo thành theo phương pháp khoan trộn sâu. Dùng máy khoan và các thiết bị chuyên dụng khoan vào đất nền với đường kính và chiều sâu lỗ khoan theo thiết kế. Đất trong quá trình khoan không được lấy lên khỏi lỗ khoan mà chỉ bị phá vỡ liên kết, kết cấu và được các cánh mũi khoan nghiền tơi, trộn đều với chất kết dính xi măng (đôi khi có thêm phụ gia và cát).

Quá trình trộn đều bởi phun (hoặc bơm) chất kết dính với đất trong lỗ khoan, tùy theo yêu cầu có thể được thực hiện ở cả hai pha khoan xuống và rút lên của mũi khoan hoặc chỉ thực hiện ở pha rút mũi khoan lên. Để tránh lãng phí xi măng, hạn chế xi măng thoát ra khỏi mặt đất gây ô nhiễm môi trường, khi rút mũi khoan lên cách độ cao mặt đất từ 0,5 ÷ 1,5m thì sẽ dùng phun chất kết dính nhưng đoạn cọc trên này vẫn được phun đầy đủ chất kết dính là nhờ chất kết dính có trong đường ống tiếp tục được phun (hoặc bơm) vào hố khoan. Khi kết thúc mũi khoan rút lên khỏi hố khoan, trong hố khoan còn lại đất nền đã được trộn đều với chất kết dính và hỗn hợp đó dần dần đông cứng tạo thành cọc xi măng đất.

Thiết bị máy phương pháp xử lý bằng cọc xi măng đất khá đơn giản bao gồm một máy khoan với hệ thống lưới có đường kính thay đổi (tùy theo đường kính cọc được thiết kế) và hệ thống silô chứa xi măng có gắn máy bơm nén với áp lực lên tới 12kg/cm².

4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT ỔN ĐỊNH NHÓM CỌC XI MĂNG ĐẤT

a. Ổn định mái dốc



Hình 2. Ổn định của mái dốc khi sử dụng phương pháp cọc xi măng đất (Bergado et al, 1996)

Ta có thể sử dụng cọc CDM để làm tăng khả năng ổn định của nền đắp vì khi đó cường độ kháng cắt trung bình dọc theo mặt trượt nguy hiểm nhất được đánh giá bởi công thức sau:

$$C_{ave} = C_u(1-a) + S_{col}a \quad (2.1)$$

Trong đó

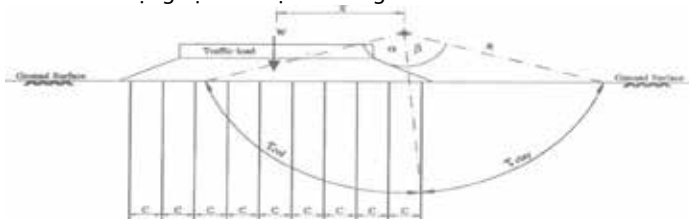
C_u : cường độ kháng cắt của đất nền xung quanh.

S_{col} : cường độ kháng cắt của cọc CDM.

A : tỉ diện tích xử lý = (NA_{col}/BL) , với NA_{col} là số lượng cọc và tiết diện 1 cọc.

BL : diện tích vùng xử lý.

Sweroad (1992) đã đưa ra phương pháp tính ổn định cho công trình khi sử dụng cọc đất trộn xi măng.



Hình 3. Ổn định mái dốc khi sử dụng phương pháp trộn sâu (Sweroad, 1992)

$$a = \frac{A_{CDM}}{c^2} \quad (2.2)$$

$$FS = \frac{C_{ave} R^2 \alpha + R^2 \beta C_u}{WX} \quad (2.3)$$

Trong đó:

C_{ave} : cường độ kháng cắt không thoát nước của nền đất (KPa).

C_u : cường độ kháng cắt của cọc CDM (KPa).

c : khoảng cách giữa 2 cọc CDM (m).

A_{CDM} : tiết diện của cọc CDM (m²).

a : tỉ diện tích xử lý.

W : hợp lực tác dụng (KN).

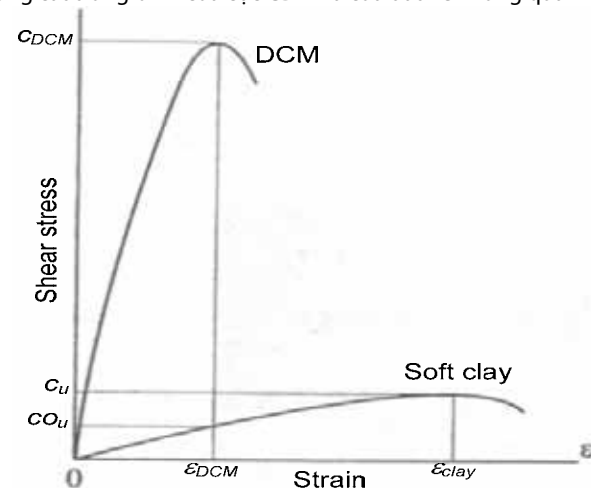
X : cánh tay đòn (m).

α, β : góc lệch trung tâm (radians).

FS : hệ số an toàn.

R : bán kính cung trượt (m).

Kitazume et al., (1996) đã đưa ra công thức tính cường độ kháng cắt trung bình của cọc CDM và của đất nền xung quanh,



Hình 4. Dự báo cường độ kháng cắt trung bình (Kitazume et al, 1996)

Công thức xác định:

$$C_{ave} = CO_u(1-a) + S_{col}a \quad (2.4)$$

$$CO_u = kC_u \quad (2.5)$$

Tỉ số giữa C_{CDM}/C_u là khoảng 100.

b. Sự trượt khi sử dụng phương pháp trộn sâu

Bảng 1. Tải trọng khai thác của khu vực xử lý nền

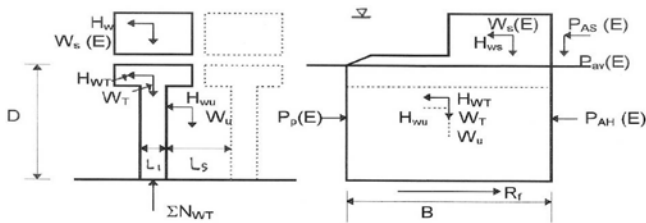
STT	Khu vực	Vị trí	Cao trình phụ tải đang thi công	Tải trọng thiết kế Sau khi hoàn thành
1	Bờ sông (Riverside)	Từ BH03 đến BH10	+9.00	40 KPa
		Từ BH06 đến BH07	+9.50	40 KPa
2	Cống bên (Culvert side)	Từ CPTu01 đến CPTu15	+9.00	40 KPa
		FV05	+8.50	20 KPa
		CPTu12	+9.50	
3	Khu cây xanh hiện hữu (Existing plant)	FV12 và CPTu04	+9.50	40 KPa

Bảng 2. Bảng tổng hợp kết quả kiểm tra ổn định từ công thức

Khu vực		Bờ sông Thị Vải			
Vị trí hố khoan		BH03	BH06	BH07	BH10
Thông số CDM	Bề rộng B	20.8	28.8	28.8	20.8
	Cao độ mũi	-18.0	-23.0	-21.0	-19.0
Ổn định trượt - F_{ss}	Thi công	1.31	1.38	1.42	1.24
	Khai thác	1.39	1.65	1.69	1.35
Ổn định lật - F_{so}	Thi công	1.6	2.15	2.45	1.4
	Khai thác	1.86	2.48	2.57	1.51
Khả năng chịu tải cho phép - q_a	Thi công	4.85	1.33	1.46	5.23
	Khai thác	1.75	1.74	1.76	5.58

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả tính toán bằng phần mềm GEO-SLOPE VÀ Plaxis 2D

Vị trí mặt cắt tính toán		BH03	BH06	BH07	BH10
GEO-SLOPE	Hệ số an toàn FS khi thi công	1.898	1.465	1.906	1.945
	Hệ số an toàn FS khi khai thác	2.132	1.67	2.308	2.457
Plaxis 2D	Chuyển vị ngang tại vị trí đỉnh khối CDM (mm)	10	17	5	7
	Chuyển vị đứng tại vị trí khối đỉnh CDM (mm)	100	150	40	60



Hình 5. Ổn định trượt cho đất nền (Bergado et al, 1996)

Hệ số an toàn kháng trượt nền được chọn khoảng 1.2 khi ở trạng thái tĩnh và bằng 1.0 khi tính trong điều kiện có xét đến động đất.

$$F_{S_s} = \frac{R_f + F_u + P_p(E)}{H} \quad (2.6)$$

Trong đó:

N_{wt} : tổng lực đứng tác dụng lên mặt đáy = $W_{s(E)} + W_T + P_{AV(E)}$

H : tổng lực tác dụng theo phương ngang = $P_{AS(E)} + P_{AH(E)}[H_{WT} + H_{WS} + H_{WU}]$

(E): xét đến động đất.

$R_f = N_{wt} \tan \Phi$

F_u : giá trị min ($W_u \tan \Phi, C_{(Z=D)}$) BLS).

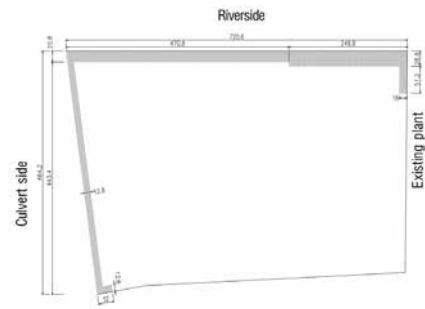
Φ : góc kháng cắt trong lớp đất cứng bên dưới.

$C_{(Z=D)}$: sức kháng cắt không thoát nước tại độ sâu D

5. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH CẢNG SITV

a. Tổng quan

Việc giữ ổn định cho công trình SITV dọc sông Thị Vải được mô tả như hình bên dưới:



Hình 6. Mặt bằng tổng thể CDM giữ ổn định của cảng SITV

b. Điều kiện thiết kế

Tải trọng phải được xem xét theo 2 giai đoạn, đang thi công và sau khi hoàn thành. Các cao trình phụ thu đang thi công và tải trọng thiết kế sau khi hoàn thành phải được giả định như trong Bảng 2

c. Tính toán thiết kế giữ ổn định

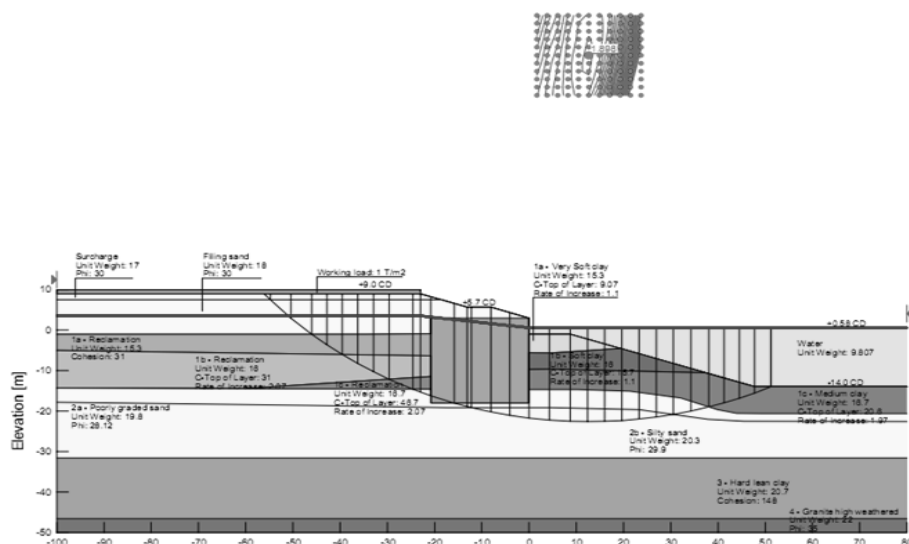
Khối CDM sẽ được kiểm tra, bao gồm các tính toán sau:

- Ổn định trượt phẳng theo mặt trượt dưới chân CDM
- Ổn định lật quanh mép dưới chân CDM
- Ổn định trượt cung tròn
- Khả năng chịu tải của khối đất bên dưới chân CDM do lật CDM

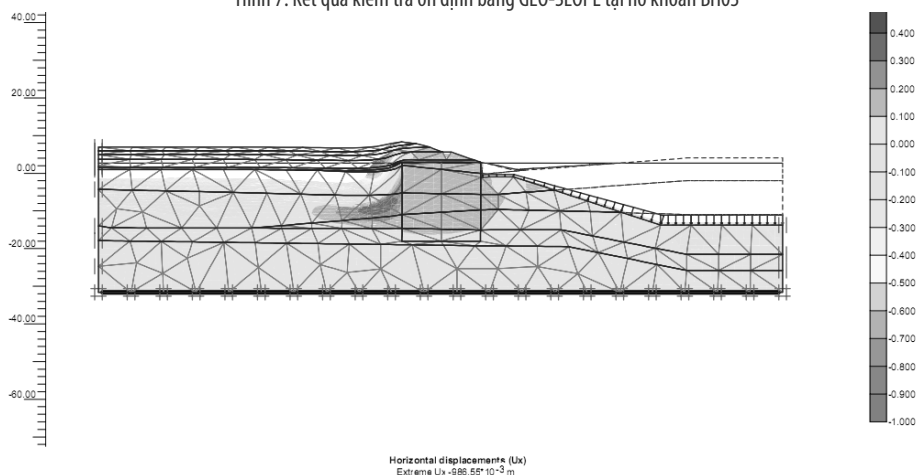
d. Kết quả từ công thức giải tích

e. Phân tích phần tử hữu hạn và sai phân hữu hạn

Trong nghiên cứu này, 2 phương pháp phần tử hữu hạn và sai phân hữu hạn được áp dụng cho việc tính toán kiểm tra ổn định cho



Hình 7. Kết quả kiểm tra ổn định bằng GEO-SLOPE tại hố khoan BH03



Hình 8. Kết quả kiểm tra chuyển vị ngang của công trình tại hố khoan BH03

công trình thông qua 2 phần mềm chuyên dụng là GEO-SLOPE và PLAXIS 2D. Một số kết quả đại diện được thể hiện trong hình 7 và hình 8. Kết quả tổng hợp mô phỏng được trình bày trong bảng 4 bên dưới.

6. KẾT LUẬN

➤ Các hệ số an toàn theo công thức giải tích: ổn định trượt, ổn định lật, khả năng chịu tải cho phép có giá trị lớn hơn giá trị cho phép. Điều này cho thấy sự phù hợp khi sử dụng khối CDM để giữ ổn định.

➤ Hệ số an toàn tổng thể cho toàn bộ công trình khi sử dụng phần mềm GEO-SLOPE trong cả giai đoạn khai thác lớn hơn giai đoạn thi công khá nhiều. Do đó, giai đoạn nguy hiểm cho công trình nhất chính là giai đoạn thi công.

➤ Kết quả chuyển vị ngang tổng thể theo kết quả Plaxis 2D tương đối nhỏ, tương thích với giá trị quan trắc piezometer ở hiện trường cho thấy khả năng giữ ổn định của khối CDM khá tốt trong trường hợp địa chất dọc bờ sông rất yếu và phức tạp.

➤ Chuyển vị theo phương đứng - độ lún trên đầu cọc CDM khá nhỏ so với độ lún của khu bãi bên trong (xử lý nền bằng gia tải trước kết hợp với bắc thấm và bơm hút chân không). Do đó khi muốn tiết kiệm thời gian xử lý nền và không chế tốt độ lún dư có thể áp dụng cọc CDM để xử lý nền đất yếu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Minh Tâm (2006) “Ổn định của trụ đất trộn xi măng bên dưới nền đường”, Bài giảng Bộ môn Địa cơ - Nền móng, Khoa Kỹ thuật Xây dựng.
- Nguyễn Minh Tâm (2006) “The behavior of DCM columns under highway embankments by finite element analysis”, Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Tiêu chuẩn xây dựng 385:2006 “Gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng”.
- Coastal development institute of technology (CDIT) (2002) “The Deep Mixing Method : Principle, design and construction”.
- D.T.Bergado & Taweephong Suksawat (2009) “Numerical Simulations and Parametric Study of SDCM and DCM Piles under Full Scale Axial and Lateral Loads as well as under Embankment Load”.
- P.Jamsawang, D.T.Bergado, P.Voottipruex & W.Cheang “Behavior and 3D Finite Element Simulation of Stiffened Deep Cement Mixing (SDCM) Pile Foundation under Full Scale Loading”.
- N.H.Minh & D.T.Bergado (2006) “Numerical Modeling of A Full Scale Reinforced Embankment on Deep Mixing Cement Piles”.
- D.T.Bergado, C.Taechakumthorn, G.A.Lorenzo & H.M.Abuel-Naga (2006) “Stress-Deformation Behavior under Anisotropic Drained Triaxial Consolidation of Cement-Treated Soft Bangkok Clay”.
- Stability of Group Column Type Deep Mixing Improved Ground under embankment Loading - Masaki KITAZUME