

PHƯƠNG PHÁP GIA CỐ ĐẤT CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG TẠI XÃ HỐ NAI, TỈNH ĐỒNG NAI

Ngô Phi Minh¹

TÓM TẮT

Để tìm ra nguyên nhân gây sụt lún nhiều công trình xây dựng đang sử dụng tại xã Hố Nai, tỉnh Đồng Nai, tác giả đã tiến hành khảo sát hiện trường và nhiều thí nghiệm trong phòng để xác định đặc tính địa chất tác động xấu đến chất lượng công trình. Phương pháp gia cố được thực hiện bằng cách sử dụng cọc đất xi măng để xử lý đất chứa vôi nhằm cải thiện phẩm chất của đất. Thí nghiệm nén không nở hông được thực hiện để xác định các đặc tính cơ học của đất gia cố. Công trình xây dựng sử dụng móng đơn trên nền xử lý bằng cọc đất trộn xi măng được áp dụng. Việc tính toán được thực hiện một cách đáng tin cậy theo kết quả thí nghiệm của đất được xử lý và không xử lý. Kết quả nghiên cứu cho thấy giải pháp xử lý nền đất chứa vôi bằng cọc đất trộn xi măng với phụ gia được áp dụng cho công trình xây dựng đảm bảo an toàn và ổn định.

Từ khóa: Gia cố đất, nền đất chứa vôi, cọc đất trộn xi măng

1. Đặt vấn đề

Vùng Hố Nai tỉnh Đồng Nai có sự phân bố lớp đất sét chứa vôi có tính chất bất lợi đối với công trình xây dựng như sức chịu tải và độ ổn định nhỏ, độ biến dạng lớn. Đặc biệt, đất có tính lún ướt; tan rã; trương nở và co ngót khi có sự thay đổi của mực nước ngầm là những yếu tố gây nên hiện tượng lún nứt công trình. Vì vậy, khi xây dựng công trình trong vùng, việc cải tạo đất nhằm tăng sức chịu tải của đất nền; giảm độ lún công trình; làm cho đất mất các đặc tính lún ướt, tan rã, trương nở và co ngót để tăng độ ổn định công trình là yêu cầu cần thiết.

Do vậy, nghiên cứu “Phương pháp gia cố đất cho công trình xây dựng tại xã Hố Nai, tỉnh Đồng Nai” có ý nghĩa thực tiễn cho xây dựng công trình trong vùng Hố Nai cũng như các vùng khác có điều kiện địa chất tương tự tại Việt Nam và trên thế giới.

Mục tiêu chính của nghiên cứu là xác định nguyên nhân gây lún nứt công trình và đưa ra giải pháp xử lý nền đất sét chứa vôi tại xã Hố Nai, tỉnh Đồng Nai. Để đạt được mục tiêu này tác giả thực hiện các nội dung sau:

- Tiến hành khảo sát và thí nghiệm trong phạm vi vùng nghiên cứu về cấu trúc địa chất công trình, đặc điểm động thái nước dưới đất, thành phần vật chất về khoáng vật và hóa học của đất, thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ học của đất ảnh hưởng đến độ lún của công trình khi mẫu đất thay đổi từ trạng thái ẩm tự nhiên sang trạng thái bão hòa nước.

- Dựa vào thành phần vật chất của đất và các phản ứng hóa học xảy ra, lựa chọn thành phần chất kết dính gồm xi măng và phụ gia phù hợp để gia cố đất sét chứa vôi.

- Chế tạo mẫu đất trộn xi măng có hàm lượng thành phần vữa xi măng và phụ gia khác nhau, làm thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ học để lựa chọn tỷ lệ cấp phối tối ưu cho phương pháp gia cố đất sét chứa vôi.

- Đánh giá tính hiệu quả của phương án đề xuất thông qua bài toán áp dụng công trình thực tế. Sử dụng phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn (bằng phần mềm máy tính) phân tích tính toán độ lún và độ ổn định công trình, từ đó đánh giá tính hiệu quả của phương pháp gia cố đất sét chứa vôi.

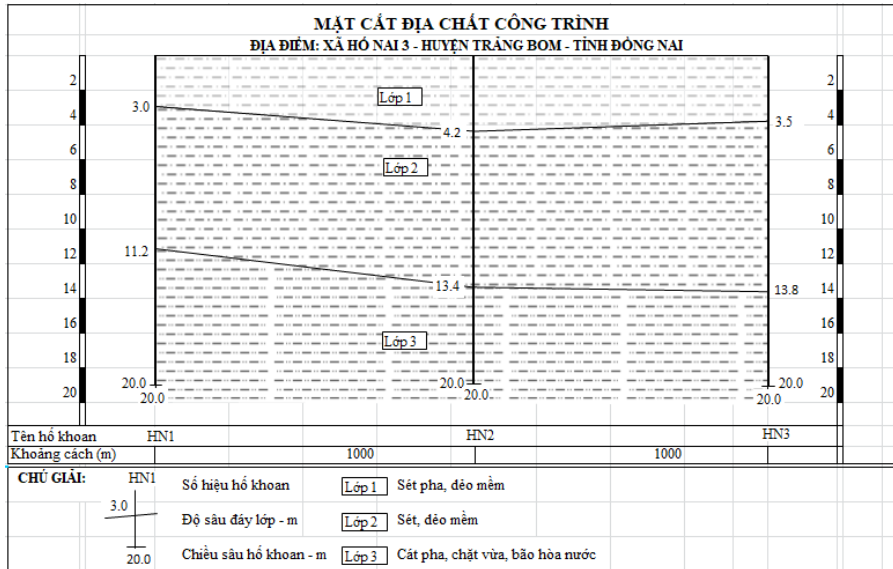
¹Trường Cao đẳng Công nghệ và Quản trị Sonadezi
Email: fc.dean@sonadezi.edu.vn

2. Đặc điểm địa chất vùng nghiên cứu

2.1. Cấu trúc địa chất công trình

Để làm sáng tỏ cấu trúc địa chất công trình trong phạm vi vùng nghiên cứu tại xã Hồ Nai 3 (nơi xảy ra nhiều sự cố lún nứt các công trình xây dựng), tác giả tiến hành khoan khảo sát 3 hố

khoan HN1; HN2; HN3 đến độ sâu 20m, kết hợp thí nghiệm SPT, lấy mẫu đất làm thí nghiệm trong phòng. Kết quả khảo sát thể hiện qua mặt cắt địa chất công trình gồm 3 lớp đất như hình 1, trong đó lớp đất 2 là lớp đất sét dẻo mềm chứa vôi.

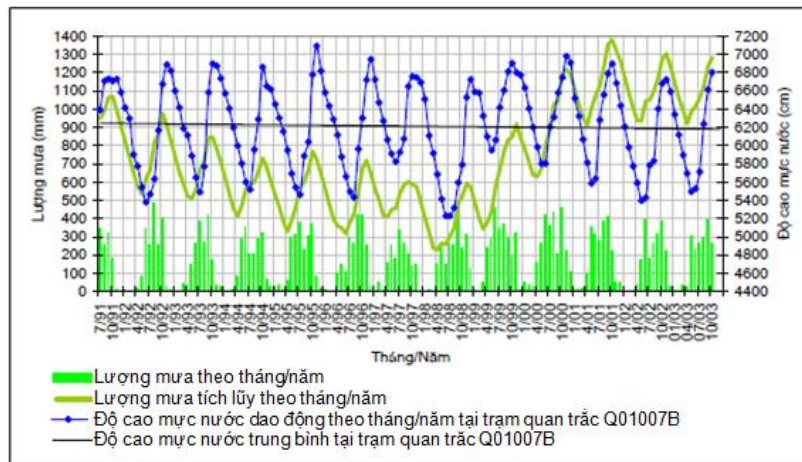


Hình 1: Mặt cắt địa chất công trình trong vùng nghiên cứu [1]

2.2. Đặc điểm động thái nước dưới đất

Đặc điểm động thái nước dưới đất tại trạm quan trắc Q01007B trong vùng nghiên cứu như hình 2. Động thái của nước dưới đất biến đổi theo mùa với biên độ dao động lớn, mực nước dưới đất vào những tháng mùa khô có chiều

sâu cách mặt đất từ 15-20m, mực nước dưới đất vào những tháng mùa mưa có chiều sâu cách mặt đất <2m (thể hiện qua đường độ cao mực nước dao động theo tháng/năm tại trạm quan trắc Q01007B).



Hình 2: Mực nước quan trắc trong vùng nghiên cứu từ năm 1991 đến 2003 [2]

2.3. Tính chất cơ học của đất

Để xác định tính chất cơ học của đất, tác giả làm thí nghiệm nén cố kết để xác định hệ số nén lún và mô đun biến dạng; thí nghiệm nén 3 trục để xác định lực dính và góc ma sát trong của đất. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ

học của đất tự nhiên được tổng hợp trong bảng 1. Theo kết quả thí nghiệm, tính chất cơ học của đất thay đổi từ trạng thái ẩm (vào mùa khô mực nước ngầm hạ thấp) sang trạng thái bão hòa nước (vào mùa mưa mực nước ngầm dâng cao).

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ học của đất tự nhiên

STT	Các chỉ tiêu cơ học	Lớp đất		
		Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
1	Hệ số nén lún mẫu đất ẩm a_{1-2} , cm^2/kG	0,004	0,010	0,002
2	Hệ số nén lún mẫu đất bão hòa nước a_{sat} $_{1-2}$, cm^2/kG	0,070	0,050	-
3	Mô đun biến dạng mẫu đất ẩm E_{1-2} , kG/cm^2	173,97	78,52	333,33
4	Mô đun biến dạng mẫu đất bão hòa nước $E_{\text{sat } 1-2}$, kG/cm^2	10,09	16,24	-
5	Lực dính mẫu đất ẩm C_u , kN/m^2	13,13	14,13	5,54
6	Lực dính mẫu đất bão hòa nước C_{usat} , kN/m^2	10,51	8,41	-
7	Góc ma sát trong mẫu đất ẩm φ_u , độ	11°45'	11°11'	25°30'
8	Góc ma sát trong mẫu đất bão hòa nước φ_{usat} , độ	8°19'	9°17'	-

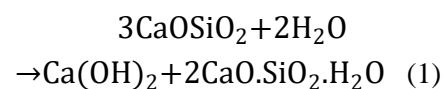
3. Nguyên nhân gây lún nứt công trình và giải pháp xử lý

3.1. Phân tích nguyên nhân và đề nghị giải pháp

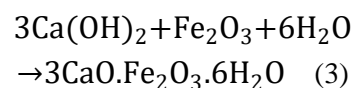
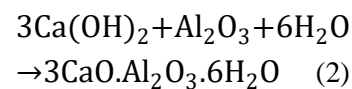
Theo kết quả phân tích thành phần vật chất của lớp đất sét chứa vôi (lớp 2) tại vị trí khoan khảo sát trong vùng nghiên cứu [3], hàm lượng thành phần hóa học chủ yếu gồm: ôxít silic $\text{SiO}_2 = 47,58\%$, ôxít canxi $\text{CaO} = 10,29\%$, ôxít nhôm $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,46\%$, ôxít sắt $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9,08\%$.

Thành phần SiO_2 và CaO tạo thành silicat tricalcit $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$, trong môi trường nước (khi mực nước ngầm dâng cao vào mùa mưa) xảy ra quá trình thủy

hóa theo phương trình phản ứng (1) tạo ra hàm lượng vôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đất [4]:



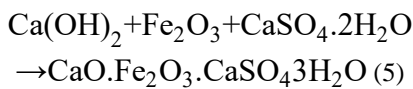
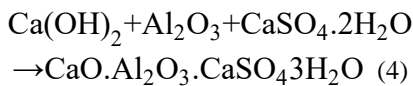
Thành phần vôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tiếp tục phản ứng với thành phần ô xít nhôm Al_2O_3 và ô xít sắt Fe_2O_3 trong đất theo các phương trình phản ứng (2) và (3) [5]:



$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$ và $3\text{CaO}.\text{Fe}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$ là các khoáng vật không bền, làm phá vỡ cấu trúc của đất là nguyên nhân gây

lún nứt công trình xây dựng trong vùng nghiên cứu.

Khi gia cố đất sét chứa vôi bằng xi măng và phụ gia thạch cao, thành phần vôi Ca(OH)_2 trong xi măng và đất cùng với thành phần thạch cao $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sẽ phản ứng với các ô xít nhôm Al_2O_3 và ô xít sắt Fe_2O_3 trong đất theo các phương trình phản ứng (4), (5) [5], [6]:



Các khoáng vật $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ và $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ là các khoáng vật bền vững, khi kết tinh sẽ tăng thêm thể tích, lấp đầy các khoảng trống trong đất, làm cho đất gia cố trở nên chặt sít hơn; tăng sức chịu tải; giảm độ lún; mất các đặc tính lún ướt, tan rã, trương nở và co ngót để tăng độ ổn định công trình.

Từ những lý giải trên, dựa vào thành phần vật chất của đất và các phản ứng hóa học xảy ra, lựa chọn thành phần chất kết dính gồm xi măng và phụ gia thạch cao để gia cố đất sét chứa vôi, phương pháp gia cố đất đề nghị là cọc đất trộn xi măng theo phương pháp trộn ướt.

3.2. Phương pháp và kết quả thí nghiệm

Áp dụng tiêu chuẩn TCVN 9403:2012 gia cố nền đất yếu - phương pháp trụ đất xi măng [7], tiến hành lựa chọn vật liệu trộn, tỷ lệ cấp phối mẫu thử, đúc mẫu thử, bảo dưỡng mẫu và thí

nghiệm nén một trục không hạn chế nở hông. Quy trình thí nghiệm như sau:

- Xác định tỷ lệ cấp phối mẫu thử theo các công thức (6), (7), (8):

$$+ \text{Tỷ lệ xi măng } a_c = \frac{\text{Khối lượng xi măng}}{\text{Khối lượng đất tự nhiên}} \quad (6)$$

$$+ \text{Tỷ lệ phụ gia } a_a = \frac{\text{Khối lượng phụ gia}}{\text{Khối lượng đất tự nhiên}} \quad (7)$$

$$+ \text{Tỷ lệ nước } \mu = \frac{\text{Khối lượng nước}}{\text{Khối lượng chất kết dính}} \quad (8)$$

- Tạo mẫu đất trộn xi măng theo tiêu chuẩn với các tỷ lệ cấp phối khác nhau gồm:

+ $a_c = 6\%; 8\%; 10\%; 12\%; 14\%; 16\%; 18\%; 20\%$

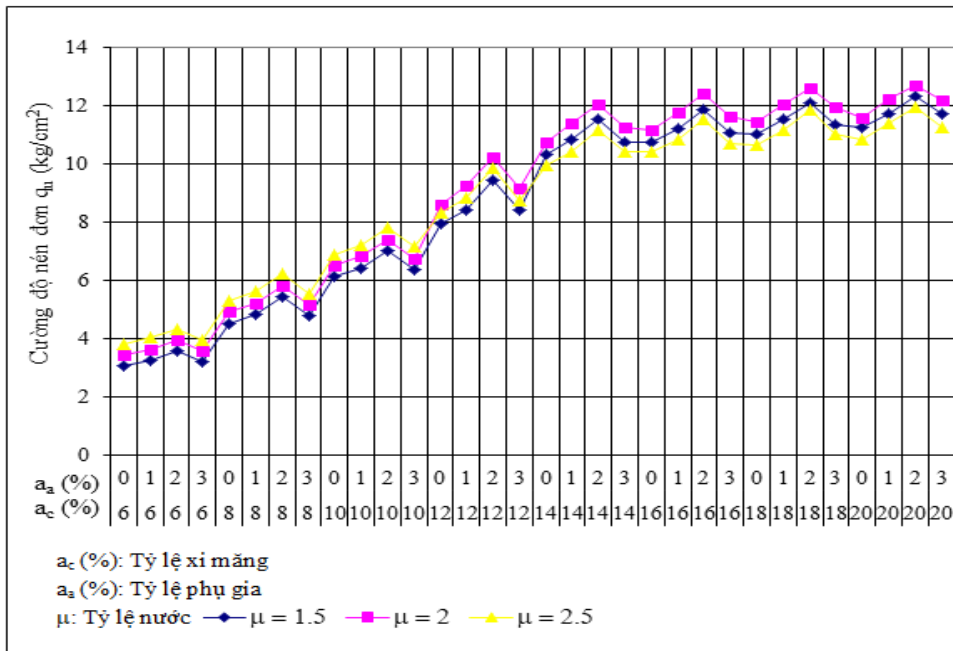
+ $a_a = 0\%; 1\%; 2\%; 3\%$

+ $\mu = 1,5; 2; 2,5$

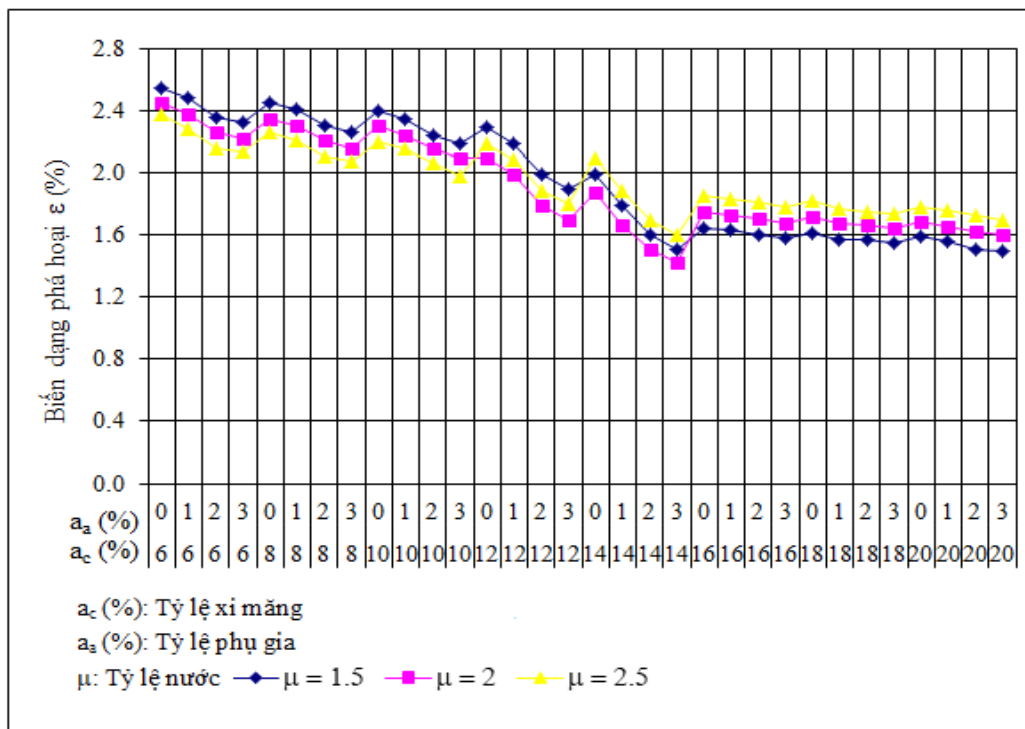
- Bảo dưỡng mẫu trong phòng bảo dưỡng theo tiêu chuẩn đến độ tuổi 28 ngày.

- Tiến hành thí nghiệm nén một trục không hạn chế nở hông ở độ tuổi 28 ngày để xác định các chỉ tiêu cơ học gồm cường độ nén đơn q_u , biến dạng phá hoại ϵ , mô đun biến dạng E_o và mô đun đàn hồi E_{50} , lực dính C_u của các mẫu đất trộn xi măng.

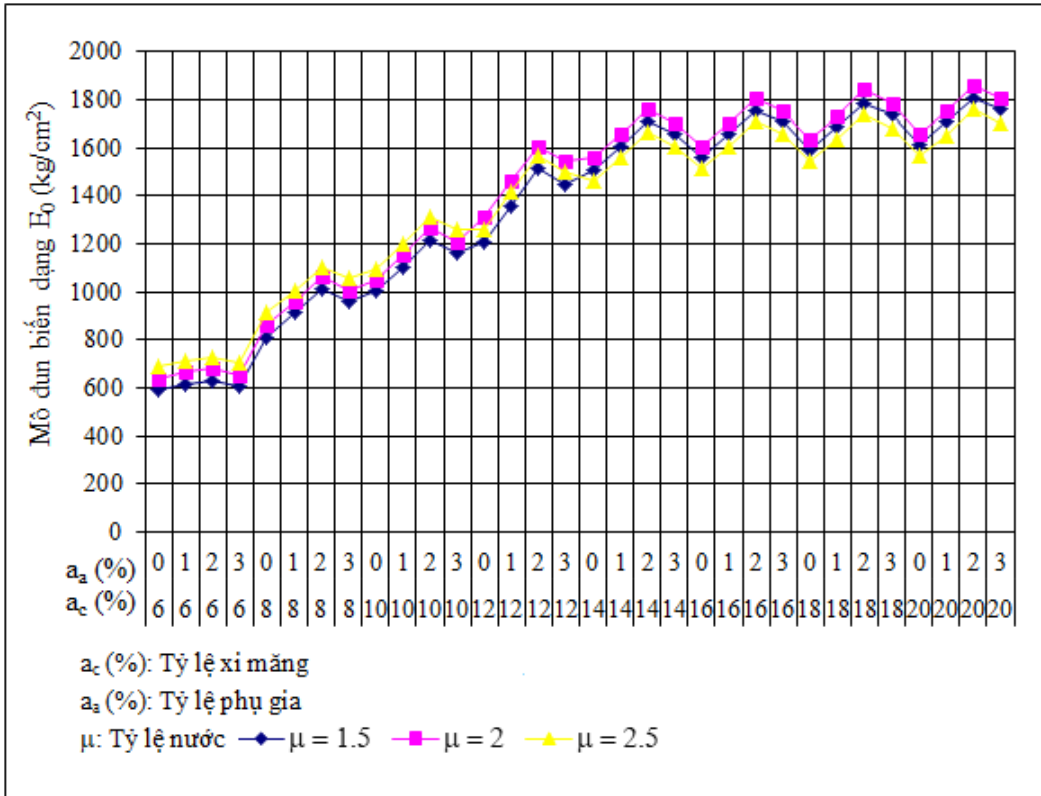
- Từ kết quả thí nghiệm, sử dụng phần mềm Excel để đưa ra quy luật thay đổi các chỉ tiêu cơ học của đất gia cố theo hàm lượng xi măng; phụ gia và nước. Kết quả được thể hiện trong hình 3 đến hình 7.



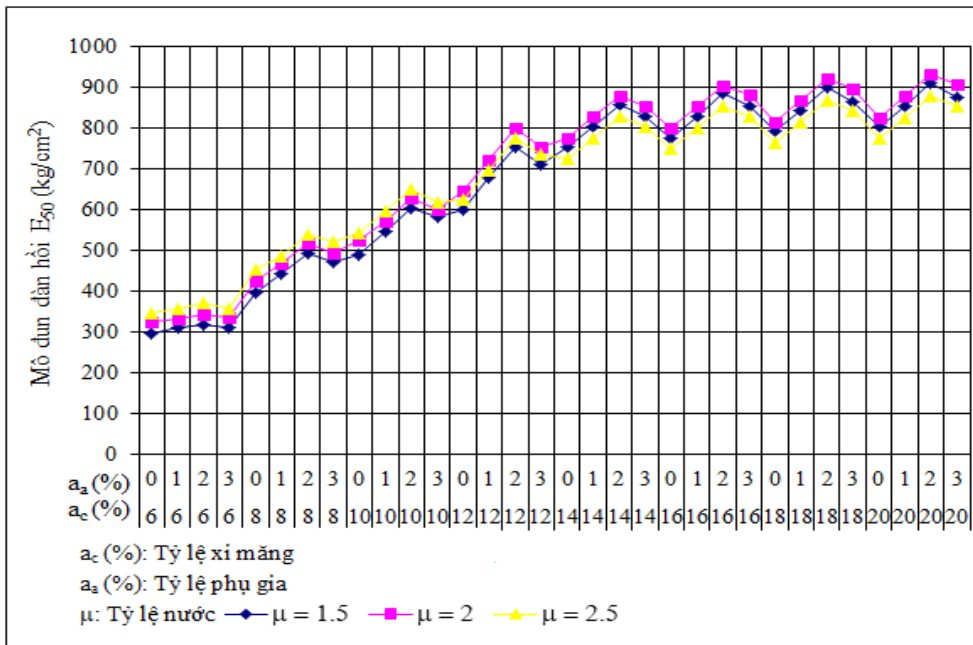
Hình 3: Quan hệ cường độ nén đơn q_u với hàm lượng chất kết dính và hàm lượng nước



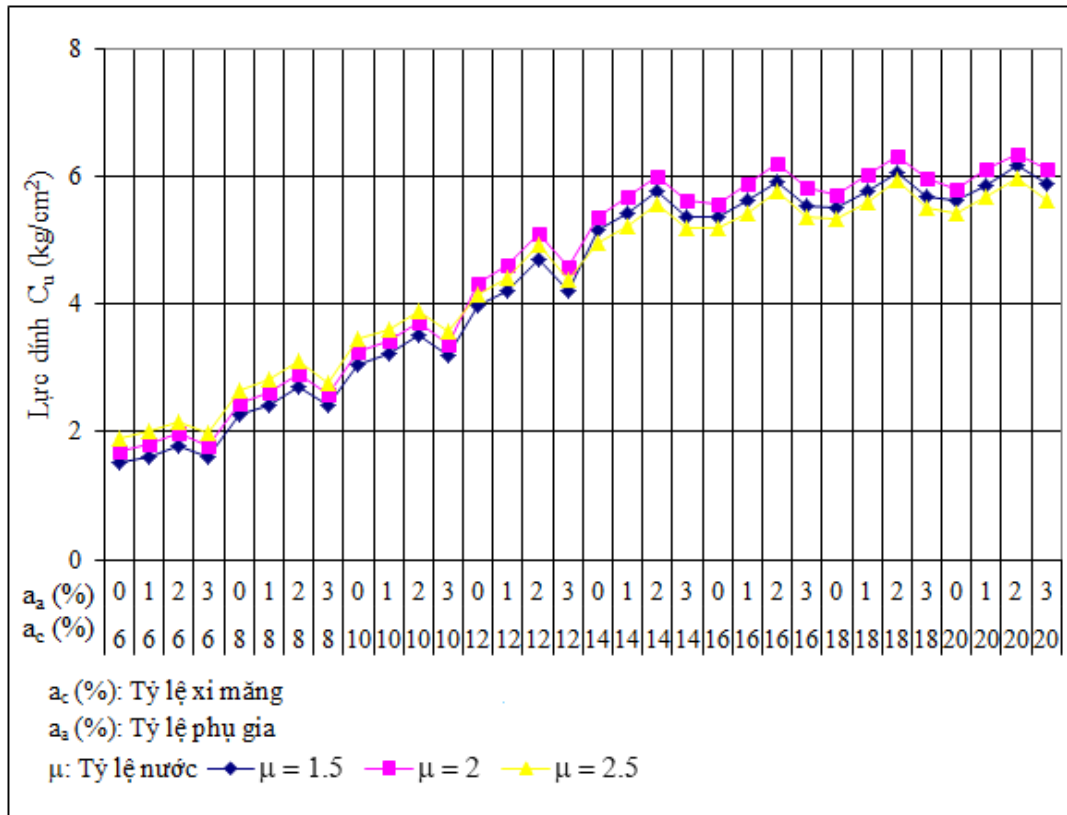
Hình 4: Quan hệ biến dạng phá hoại ϵ với hàm lượng chất kết dính và hàm lượng nước



Hình 5: Quan hệ mô đun biến dạng E_0 với hàm lượng chất kết dính và hàm lượng nước



Hình 6: Quan hệ mô đun đàn hồi E_{50} với hàm lượng chất kết dính và hàm lượng nước



Hình 7: Quan hệ lực đnh C_u với hàm lượng chất kết đnh và hàm lượng nước
 - Dựa vào quy luật thay đổi các chỉ tiêu cơ học của đất gia cố theo hàm lượng xi măng; phụ gia và nước, lựa chọn tỷ lệ cấp phối tối ưu để gia cố đất sét chứa vôi và các đặc trưng cơ học tương ứng như bảng 2.

Bảng 2: Tỷ lệ cấp phối tối ưu và các chỉ tiêu cơ học tương ứng của đất gia cố

Tỷ lệ cấp phối tối ưu			Đặc trưng cơ học					
Tỷ lệ xi măng a_c (%)	Tỷ lệ phụ gia a_a (%)	Tỷ lệ nước $\mu=2$	Cường độ nén đơn q_u (kG/cm^2)	Biến dạng phá hoại ϵ (%)	Mô đun biến dạng E_0 (kG/cm^2)	Mô đun đàn hồi E_{50} (kG/cm^2)	Lực đnh C_u (kG/cm^2)	Góc ma sát trong ϕ_u (độ)
14	2	2	12,01	1,51	1760,41	880,69	6,01	0

4. Áp dụng

4.1. Bài toán áp dụng

Dựa vào đặc điểm địa chất công trình, địa chất thủy văn trong vùng

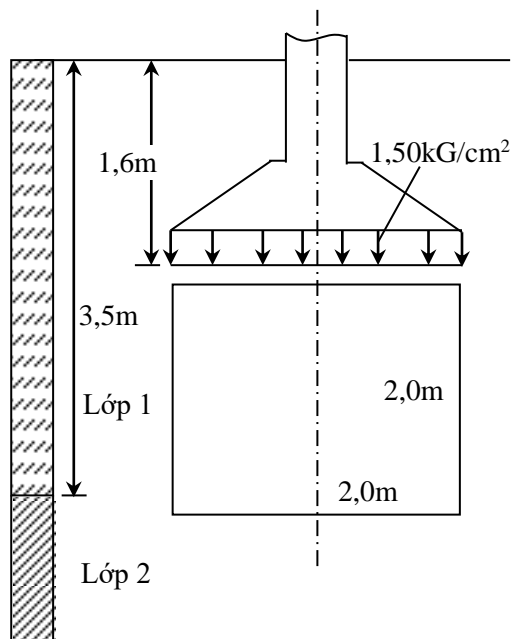
nghiên cứu và sử dụng các chỉ tiêu cơ học của đất trộn xi măng có tỷ lệ cấp phối tối ưu đã lựa chọn. Tính toán thiết kế nền móng công trình có tải trọng nhỏ và vừa (nhà 2-4 tầng). Sử dụng móng đơn có chiều rộng móng $B=2\text{m}$, chiều dài móng $L=2\text{m}$, chiều dày móng $h=40\text{cm}$, chiều sâu móng $D_f=1,6\text{m}$. Móng đặt dưới chân cột có kích thước $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ tiếp nhận một tải trọng thẳng đứng đúng tâm $P^{\text{tt}}=60$ tấn.

4.2. Phương án thiết kế

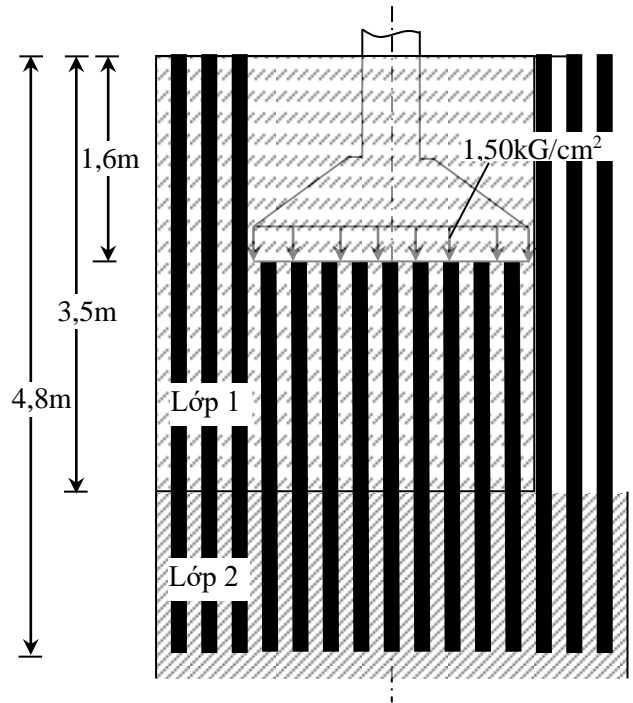
Phương án thiết kế nền móng công trình đưa ra để lựa chọn:

a) Phương án móng đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên theo sơ đồ như hình 8.

b) Phương án móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng theo sơ đồ như hình 9.



Hình 8: Sơ đồ móng đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên



Hình 9: Sơ đồ móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng

Các thông số của khối gia cố cọc đất trộn xi măng như sau [7], [8]:

- Đường kính cọc d : Để đảm bảo điều kiện thi công với công nghệ hiện có ở Việt Nam, áp dụng phương án thi công theo công nghệ Châu Âu, chọn đường kính cọc $d=0,60\text{m}$.

- Chiều dài cọc L_c : Cọc bố trí đến hết độ sâu vùng nền $Z_a=4,80\text{m}$ (độ sâu có ứng suất bản thân đất σ_{bt} lớn hơn 10 lần ứng suất gây lún σ_{gl}), chọn chiều dài cọc $L_c=4,80\text{m}$ (chiều dài cọc trong lớp đất 1: $L_{c1}=3,50\text{m}$ và chiều dài cọc trong lớp đất 2: $L_{c2}=1,30\text{m}$).

- Khoảng cách giữa các cọc s : Cọc bố trí theo lưới ô vuông tính theo công thức (9):

$$s = \sqrt{\frac{Q_p}{1,3P}} \quad (9)$$

Trong đó:

+ Q_p : Sức chịu tải của cọc theo đất nền, tính theo công thức (10):

$$Q_p = \sum (\pi d L_{ci} + 2,25\pi d^2) \tau_{usi} \quad (10)$$

+ L_{ci} : Chiều dài cọc trong lớp đất i

$$L_{c1} = 3,50\text{m}$$

$$L_{c2} = 1,30\text{m}$$

+ τ_{usi} : Sức chống cắt lớp đất i , lấy theo kết quả thí nghiệm đất

$$\tau_{us1} = 0,27\text{kG/cm}^2$$

$$\tau_{us2} = 0,29\text{kG/cm}^2$$

+ d : Đường kính cọc, $d = 0,60\text{m}$

$$\Rightarrow Q_p = 39110 \text{ kG}$$

+ P : Tải trọng công trình, $P = 1,50\text{kG/cm}^2$

$$\Rightarrow s \approx 1,41\text{m}$$

Thiên về an toàn, chọn $s = 1\text{m}$.

- Tỷ diện tích thay thế của cọc a_c , tính theo công thức (11):

$$a_c = \frac{A_c}{A} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{s} \right)^2 \quad (11)$$

Trong đó:

+ A_c : Diện tích tiết diện ngang của cọc

+ A : Diện tích lưới ô vuông bố trí cọc

+ d : Đường kính cọc, $d = 0,60\text{m}$

+ s : Khoảng cách giữa các cọc, $s = 1\text{m}$

$$\Rightarrow a_c = 0,28$$

- Mô đun biến dạng tương đương của khối gia cố trong lớp đất thứ i : E_{ei} tính theo công thức (12):

$$E_{ei} = a_c E_c + (1 - a_c) E_{si} \quad (12)$$

Trong đó:

+ E_c : Mô đun đàn hồi của cọc đất trộn xi măng, $E_{c01} = 880,69\text{kG/cm}^2$

+ E_{si} : Mô đun biến dạng lớp đất i , lấy theo kết quả thí nghiệm đất

$$E_{s1} = 10,09\text{kG/cm}^2$$

$$E_{s2} = 16,24\text{kG/cm}^2$$

+ a_c : Tỷ diện tích thay thế của cọc, $a_c = 0,28$

$$\Rightarrow E_{e1} = 253,86\text{kG/cm}^2$$

$$E_{e2} = 258,29\text{kG/cm}^2$$

- Mô đun biến dạng tương đương của toàn khối gia cố: E_e tính theo công thức (13):

$$E_e = \frac{E_{e1} \cdot L_{c1} + E_{e2} \cdot L_{c2}}{L_{c1} + L_{c2}} \quad (13)$$

Trong đó:

+ E_{e1} : Mô đun biến dạng tương đương của khối gia cố trong lớp đất 1, $E_{e1} = 253,86\text{kG/cm}^2$

+ E_{e2} : Mô đun biến dạng tương đương của khối gia cố trong lớp đất 2, $E_{e2} = 258,29\text{kG/cm}^2$

+ L_{c1} : Chiều dài cọc trong lớp đất 1, $L_{c1} = 3,50\text{m}$

+ L_{c2} : Chiều dài cọc trong lớp đất 2,
 $L_{c2}=1,30\text{m}$

$$\Rightarrow E_c=255,06\text{kG/cm}^2$$

- Lực dính tương đương của khối gia cố trong lớp đất thứ i : C_{uei} tính theo công thức (14):

$$C_{uei}=a_c \cdot C_{uc} + (1-a_c) \cdot C_{usi} \quad (14)$$

Trong đó:

+ C_{uc} : Lực dính của cọc đất trộn xi măng, $C_{uc}=6,01\text{kG/cm}^2$

+ C_{usi} : Lực dính lớp đất i , lấy theo kết quả thí nghiệm đất:

$$C_{us1}=0,11\text{kG/cm}^2$$

$$C_{us2}=0,08\text{kG/cm}^2$$

+ a_c : Tỷ diện tích thay thế của cọc,
 $a_c=0,28$

$$\Rightarrow C_{ue1}=1,76\text{kG/cm}^2$$

$$C_{ue2}=1,74,\text{kG/cm}^2$$

- Lực dính tương đương của toàn khối gia cố: C_{ue} tính theo công thức (15):

$$C_{ue} = \frac{C_{ue1} \cdot L_{c1} + C_{ue2} \cdot L_{c2}}{L_{c1} + L_{c2}} \quad (15)$$

Trong đó:

+ C_{ue1} : Lực dính tương đương của khối gia cố trong lớp đất 1,
 $C_{ue1}=1,76\text{kG/cm}^2$

+ C_{ue2} : Lực dính tương đương của khối gia cố trong lớp đất 2,
 $C_{ue2}=1,74,\text{kG/cm}^2$

+ L_{c1} : Chiều dài cọc trong lớp đất 1,
 $L_{c1}=3,50\text{m}$

+ L_{c2} : Chiều dài cọc trong lớp đất 2,
 $L_{c2}=1,30\text{m}$

$$\Rightarrow C_{ue}=1,75\text{kG/cm}^2$$

4.3. Tính toán và đánh giá

Sử dụng các chỉ tiêu cơ học của đất tự nhiên, các chỉ tiêu cơ học và các thông số của khối gia cố cọc đất trộn xi măng, tiến hành tính toán và đánh giá độ lún và độ ổn định của móng công trình như sau [9], [10]:

a) Tính toán và đánh giá độ lún:

Sử dụng phương pháp giải tích tính độ lún của móng bằng phương pháp cộng lún từng lớp và phương pháp phần tử hữu hạn tính độ lún của móng bằng phần mềm Plaxis cho 2 phương án nền móng như sau:

- Phương án móng đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên: Tính cho trường hợp mực nước ngầm hạ thấp nhất (vào mùa khô) và trường hợp mực nước ngầm dâng cao nhất (vào mùa mưa).

- Phương án móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng: Tính cho trường hợp mực nước ngầm dâng cao nhất (vào mùa mưa).

Kết quả tính toán và đánh giá độ lún của móng trong bảng 3:

Bảng 3: Kết quả tính toán và đánh giá độ lún của móng

Phương án	Trường hợp	Vị trí	Độ lún (cm)			Đánh giá
			Tính theo phương pháp cộng lún từng lớp	Tính bằng phần mềm Plaxis	Cho phép	
Móng đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên	Mức nước ngầm hạ thấp nhất	HN1	1,05	2,30	8	Thỏa điều kiện lún
		HN2	1,25	2,50		
		HN3	0,89	2,05		
	Mức nước ngầm dâng cao nhất	HN1	21,02	42,12	8	Không thỏa điều kiện lún
		HN2	21,28	42,35		
		HN3	20,10	42,20		
Móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng	Mức nước ngầm dâng cao nhất	HN1	0,87	1,60	8	Thỏa điều kiện lún
		HN2	0,86	1,58		
		HN3	0,85	1,30		

So sánh độ lún trong bảng 3 cho thấy:

- Phương án móng đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên: Trường hợp mực nước ngầm hạ thấp nhất (vào mùa khô) có độ lún của móng nhỏ hơn độ lún cho phép nên thỏa điều kiện lún. Trường hợp mực nước ngầm dâng cao nhất (vào mùa mưa) có độ lún của móng vượt quá độ lún cho phép nên không thỏa điều kiện lún.

- Phương án móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng: Trường

hợp mực nước ngầm dâng cao nhất (vào mùa mưa) có độ lún của móng nhỏ hơn độ lún cho phép nên thỏa điều kiện lún.

b) Tính toán và đánh giá ổn định:

Sử dụng phần mềm Plaxis [10] tính ổn định của móng cho phương án móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng với trường hợp mực nước ngầm dâng cao nhất (vào mùa mưa).

Kết quả tính toán và đánh giá ổn định của móng trong bảng 4.

Bảng 4: Kết quả tính toán và đánh giá ổn định của móng

Phương án	Trường hợp	Vị trí	Hệ số an toàn		Đánh giá
			Tính toán	Cho phép	
Móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng	Mức nước ngầm dâng cao nhất	HN1	2,29	1,2	Móng ổn định
		HN2	2,34		
		HN3	2,23		

Như vậy, phương án móng đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng được lựa chọn, thỏa mãn điều kiện lún

và điều kiện ổn định theo tiêu chuẩn Việt Nam.

5. Kết luận

- Từ kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ học của đất tự nhiên cho thấy khi đất sét chứa vôi chuyển từ trạng thái ẩm sang trạng thái bão hòa nước thì tính biến dạng tăng và sức chịu tải giảm, là nguyên nhân gây nên lún nứt và mất ổn định công trình.

- Lựa chọn thành phần chất kết dính gồm xi măng và phụ gia thạch cao để gia cố đất sét chứa vôi, với tỷ lệ cấp phối tối ưu như sau:

- + Tỷ lệ xi măng $a_c=14\%$
- + Tỷ lệ phụ gia $a_a=2\%$
- + Tỷ lệ nước $\mu=2$

Tỷ lệ xi măng lựa chọn là tương đương với nhiều kết quả đã nghiên cứu trên đất sét yếu, tuy nhiên cần thêm phụ

gia thạch cao hình thành chất kết dính đặc trưng xử lý đất sét chứa vôi.

- Với tỷ lệ cấp phối tối ưu lựa chọn để gia cố đất sét chứa vôi, các chỉ tiêu cơ học của đất sau khi gia cố như sau:

- + Cường độ nén đơn $q_u=12,01\text{kG/cm}^2$
- + Biến dạng phá hoại $\varepsilon=1,51$
- + Mô đun biến dạng $E_o=1760,41\text{kG/cm}^2$
- + Mô đun đàn hồi $E_{50}=880,69\text{kG/cm}^2$
- + Lực dính $C_u=6,01\text{kG/cm}^2$
- + Góc ma sát trong $\varphi_u=0$

- Kết quả tính toán và đánh giá độ lún và ổn định cho công trình có tải trọng nhỏ và vừa (nhà 2-4 tầng), sử dụng móng đơn đặt trên nền gia cố bằng cọc đất trộn xi măng thỏa mãn điều kiện lún và thỏa mãn điều kiện ổn định theo tiêu chuẩn Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Liên hiệp Khảo sát Địa chất công trình - Nền móng & Môi trường (2006), *Báo cáo khảo sát địa chất công trình xã Hố Nai 3 - huyện Trảng Bom - tỉnh Đồng Nai*
2. Đỗ Tiến Hùng (2004), *Báo cáo tổng kết dự án nghiên cứu điều tra bổ sung, biên hội loạt bản đồ địa chất thủy văn tỉnh Đồng Nai tỷ lệ 1/50000 và quy hoạch quản lý khai thác, bảo vệ bền vững tài nguyên nước dưới đất*, Liên đoàn Địa chất thủy văn - Địa chất công trình Miền Nam
3. Trung tâm Phân tích Thí nghiệm - Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam (2006), *Kết quả thí nghiệm phân tích đất, địa điểm xã Hố Nai 3 - huyện Trảng Bom - tỉnh Đồng Nai*
4. Tạ Đức Thịnh, Vũ Thiết Hùng (2002), “Cơ sở phương pháp luận ứng dụng phương pháp gia cố nền đất yếu bằng cọc cát - xi măng - vôi”, *Tạp chí Địa chất, Loạt A số 272/2002*, tr. 93-99
5. Lưu Thị Hồng (2008), “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi lò cao tới độ bền sunphat của đá xi măng”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, số 2/2008*, tr. 32-35
6. Kiều Quý Nam (2006), “Nghiên cứu sử dụng puzolan trong sản xuất vật liệu xây dựng không nung”, *Tạp chí Địa chất, Loạt A số 293/2006*, trang 16-24

7. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng (2012), *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9403:2012 - gia cố nền đất yếu - phương pháp trụ đất xi măng*, Bộ Khoa học và Công nghệ

8. D.T. Bergado, J.C Chai, M.C Alfaro, A.S Balasubramaniam (1998), *Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng*, NXB Giáo dục, Hà Nội

9. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng (2012), *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9362:2012 - tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình*, Bộ Khoa học và Công nghệ

10. PLAXIS (2016), "PLAXIS 3D 2016 – Tutorial Manual", https://www.academia.edu/32439798/PLAXIS_3D_Tutorial_Manual, (truy cập ngày 05/11/2021)

SOIL STABILIZATION METHOD FOR CONSTRUCTION WORKS IN HO NAI COMMUNE, DONG NAI PROVINCE

ABSTRACT

To find out the causes resulting in land subsidence of many construction works located in Ho Nai Commune, Dong Nai Province, the author has conducted the field investigations and numerous experiments in the lab to identify the geological characteristics that adversely impacted the quality of the works. Stabilization method was done using soil cement column to treat calcareous bearing soil to improve qualitatively soil. Unconfined compression test was conducted to determine mechanic characteristics of stabilized soil. Construction works using isolated footing on soil basement treated with soil cement column was applied to them. The calculation was done reliably according to the test results of soil treated and untreated. The studied result indicated that treatment solution on calcareous bearing soil by using the soil columns with the mixture of cement and additives technique has been applied to construction works to ensure the safety and stability.

Keywords: *Soil stabilization, calcareous bearing soil, soil cement column*

(Received: 6/5/2021, Revised: 5/11/2021, Accepted for publication: 17/12/2021)