

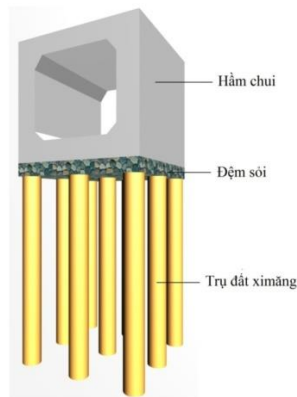
MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay, tốc độ phát triển của hệ thống đường giao thông không thể đáp ứng được nhu cầu giao thông ngày càng tăng, đặc biệt là tại các nút giao thông trong các đô thị lớn thường xuyên xảy ra ùn tắc giao thông, gây không ít khó khăn cho sự phát triển kinh tế xã hội nói chung cũng như việc sinh hoạt, đi lại của người dân nói riêng. Trong bối cảnh đó, hầm chui là một trong những giải pháp tối ưu để giải quyết ùn tắc giao thông tại các nút giao thông này. Tuy nhiên, khi hầm chui được quy hoạch tại nơi có địa chất yếu đòi hỏi phải xử lý gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng. Ví dụ như hầm chui Thanh Xuân, Hà Nội là một trong những hầm chui đầu tiên ở Việt Nam sử dụng trụ đất xi măng để gia cố nền.



Hình 1 Hầm chui Thanh Xuân gia cố nền bằng trụ đất xi măng



Hình 3 Mô hình gia cố nền dưới hầm chui bằng trụ đất xi măng

Ngoài ứng dụng gia cố nền hầm chui, trụ đất xi măng còn được sử dụng để gia cố nền của móng bê đỡ sàn tầng hầm trong các tòa nhà thấp tầng.

Ở Việt Nam hiện nay đã có khá nhiều nghiên cứu về trụ đất xi măng, tuy nhiên đa số nghiên cứu được thực hiện chủ yếu bằng thí nghiệm trong phòng, chưa nghiên cứu nhiều về lý thuyết tính lún cũng như thí nghiệm hiện trường. Do đó tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu phương pháp tính lún cho nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của nghiên cứu là đề xuất phương pháp tính lún ổn định và tính lún theo thời gian cho nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng. Theo đó, trong công thức tính lún của bản thân khối gia cố, tác giả có xét đến sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố. Đồng thời trong công thức tính lún theo thời gian của nền gia cố, tác giả có xét đến tính thấm của trụ đất xi măng. Bên cạnh đó tác giả cũng phân tích ảnh hưởng của áp lực ngang đến mô đun đàn hồi của vật liệu trụ, từ đó đề xuất tương quan giữa mô đun đàn hồi vật liệu trụ từ thí nghiệm nén 3 trục và mô đun đàn hồi vật liệu trụ từ thí nghiệm nén đơn.

3. Phương pháp nghiên cứu

Trên cơ sở tổng quan về các nghiên cứu trong và ngoài nước cũng như tiêu chuẩn TCVN 9403:2012. Tác giả sẽ đề xuất các phương pháp giải tích tính lún ổn định và tính lún theo thời gian cho nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng. Bên cạnh đó tác giả cũng tiến hành các thí nghiệm hiện trường và trong phòng để phục vụ cho việc tính lún. Sau đó tác giả tiến hành kiểm chứng các phương pháp giải tích đề xuất bằng các thí nghiệm hiện trường trong và ngoài nước, đồng thời tác giả cũng kiểm chứng thêm bằng phương pháp Phần tử hữu hạn.

4. Tính khoa học và thực tiễn của nghiên cứu

Nghiên cứu này đề xuất được phương pháp giải tích tính lún ổn định và tính theo thời gian cho nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng phù hợp với thực tế hơn bằng việc xét thêm ảnh hưởng của sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố

và hệ số thấm của trụ đất xi măng. Bên cạnh đó tác giả cũng đề xuất tương quan giữa mô đun đàn hồi của vật liệu trụ thu được từ thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm nén 1 trục. Từ đó góp phần làm cho kết quả tính toán biến dạng, tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng hợp lý hơn, đồng nghĩa với việc giúp cho giải pháp xử lý nền đất yếu bằng trụ đất xi măng phù hợp với thực tế hơn, được kiểm soát tốt hơn và kinh tế hơn.

5. Điểm mới của luận án

5.1 Nghiên cứu, đề xuất phương pháp tính lún ổn định của bản thân khối gia cố, trong đó có xét đến sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố như sau:

$$S_1 = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s} \left(1 - \frac{\eta H}{2}\right)$$

5.2 Nghiên cứu, đề xuất phương pháp tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng, trong đó có xét đến tính thấm và biến dạng của trụ đất xi măng.

5.3 Nghiên cứu, đề xuất tương quan giữa mô đun đàn hồi của vật liệu trụ thu được từ thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm nén 1 trục nở hông như sau:

$$(E_{col})_{\text{nén3trục}} \approx (1,65 \div 3,7)(E_{col})_{\text{nénđơn}}$$

6. Cấu trúc của luận án

Luận án có 2 phần: thuyết minh (100 trang) và phụ lục (29 trang).

Thuyết minh gồm các phần: Mở đầu, Chương 1, Chương 2, Chương 3, Chương 4, Kết luận - kiến nghị. Phụ lục gồm các phần: Hồ sơ kiểm định thiết bị, kết quả thí nghiệm trong phòng và kết quả tính toán từ phương pháp Phần tử hữu hạn.

7. Phạm vi nghiên cứu

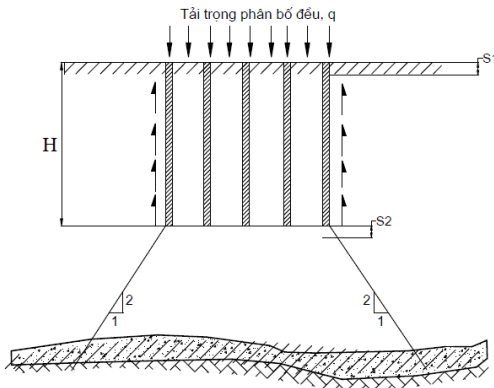
Trong nghiên cứu tính lún ổn định, tác giả chỉ tập trung cho độ lún của bản thân khối gia cố. Nghiên cứu được thực hiện với đất nền khu vực xã Phước Nhơn, huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long, nơi có địa chất đặc trưng cho vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long.

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH LÚN CHO NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỢC GIA CỐ TRỤ ĐẤT XI MĂNG

1.1 Tổng quan về việc xác định lún ổn định của bản thân khối gia cố

1.1.1 Tiêu chuẩn Việt Nam, Thụy Điển [1]

Theo đó độ lún của nền gia cố được chia thành 2 độ lún thành phần S_1 là độ lún của bản thân khối gia cố và S_2 là độ lún của nền bên dưới khối gia cố như trong hình 1.1.



Hình 1.1 Các độ lún thành phần của nền gia cố

Độ lún của bản thân khối gia cố được tính như sau:

$$S_1 = \frac{qH}{E_{tb}} = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s} \quad (1.1)$$

Theo cách tính độ lún S_1 của bản thân khối gia cố như công thức (1.1) thì phương pháp này đã bỏ qua sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố.

1.1.2 Tiêu chuẩn Trung Quốc và một số nước Châu Âu [2] [3]

Độ lún S_1 của bản thân khối gia cố được xác định như sau:

$$S_1 = \frac{(P_0 + P_{0z})L}{2E_{td}} \quad (1.2)$$

Theo cách tính độ lún S_1 của bản thân khối gia cố như công thức (1.2) thì phương pháp này cũng đã bỏ qua sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố. Tuy nhiên phương pháp có xét thêm trọng lượng bản thân trụ đất xi măng.

1.2 Tổng quan về việc xác định độ lún theo thời gian của nền gia cố

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9403-2012 thì biến dạng theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng được quyết định bởi 2 yếu tố chính là tính thấm của trụ đất xi măng và sự phân bố ứng suất trong nền.[1]

1.2.1 Phương pháp Thụy Điển [9]

$$U_t = 1 - \exp\left(\frac{-2C_h \cdot t}{R^2 \cdot f(n)}\right) \quad (1.15)$$

Trong đó U_t : Độ cố kết của nền đất được gia cố trụ đất xi măng

C_h : Hệ số cố kết ngang của nền đất được gia cố trụ đất xi măng

t : Thời gian cố kết

R : Bán kính ảnh hưởng của trụ đất xi măng và $R = 0,56c$

$$f(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \left[\ln(n) - 0,75 + \frac{1}{n^2} \left(1 - \frac{1}{4n^2}\right) \right] + \left[\frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{k_{soil}}{k_{col}} \cdot L_D^2 \right] \quad (1.16)$$

1.3 Tổng quan về mô đun đàn hồi của đất xi măng

1.3.1 Nghiên cứu của Kitazume [15]

Trong nén 3 trục ngay cả khi áp lực bùồng bằng không thì cường độ chịu nén thu được bằng 120% cường độ chịu nén thu được từ thí nghiệm nén đơn. Khi áp lực bùồng chỉ tăng 2% cường độ chịu nén thì cường độ chịu nén thu được từ thí nghiệm nén 3 trục bằng 180% cường độ chịu nén thu được từ thí nghiệm nén đơn.

1.3.2 Nghiên cứu của Baker [16]

Thí nghiệm hiện trường của Baker tại công trường Loftaan miền nam Goteborg, Thụy Điển cho kết quả mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm

nén tĩnh ở hiện trường là $E_c = 220\text{MPa}$, trong khi kết quả từ thí nghiệm nén đơn là $E_c = 60\text{MPa}$.

Nhận xét: Từ những số liệu thí nghiệm hiện trường nêu trên cho thấy có sự chênh lệch đáng kể, từ (2,1÷3,7) lần giữa mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén tĩnh ở hiện trường và mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén đơn.

1.5 Kết luận chương

➤ Phần lớn các phương pháp tính độ lún ổn định của bản thân khối gia cố hiện nay đều bỏ qua sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố. Với cách tính như thế là chưa phù hợp với thực tế, thiên về an toàn và không kinh tế. Nên tác giả nghiên cứu, đề xuất phương pháp giải tích tính độ lún ổn định của bản thân khối gia cố có xét đến sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố.

➤ Các phương pháp tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng còn khá ít và quan điểm của các tác giả cũng chưa thống nhất về tính thấm của trụ đất xi măng. Trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9403:2012 vẫn chưa có phương pháp hướng dẫn tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng. Do đó tác giả sẽ nghiên cứu, đề xuất phương pháp giải tích tính độ lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng, trong đó có xét đến tính thấm và biến dạng của trụ đất xi măng.

➤ Khi tính toán độ lún của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng, giá trị mô đun đàn hồi chủ yếu được lấy từ thí nghiệm nén một trục có nở hông vì đây là thí nghiệm đơn giản và rất phổ biến. Tuy nhiên với cách xác định như vậy là chưa phù hợp vì thực tế ngoài hiện trường xung quanh các trụ đất xi măng có áp lực ngang của đất nền. Nhiều kết quả thí nghiệm hiện trường đã cho thấy sự khác biệt này là rất đáng kể, từ (2,1÷3,7) lần. Do đó tác giả sẽ nghiên cứu, đề xuất tương quan giữa mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm nén 1 trục nở hông.

CHƯƠNG 2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH LÚN CHO NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỢC GIA CỐ TRỤ ĐẤT XI MĂNG

2.1 Phương pháp tính lún ổn định của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng.

2.1.1 Các phương pháp hiện nay [1] [2] [4] [6] [5]

Phần lớn các phương pháp tính độ lún ổn định của khối gia cố hiện nay như trong bảng 2.1, đều bỏ qua sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố. Với cách tính như thế sẽ thiên về an toàn, nhanh chóng nhưng chưa phù hợp với thực tế và không kinh tế.

Bảng 2.1 Các phương pháp giải tích tính toán độ lún ổn định của bản thân khối gia cố

Phương pháp	Độ lún của bản thân khối gia cố S_1
Tiêu chuẩn Thụy Điển, Việt nam	$S_1 = \frac{qH}{E_{tb}} = \frac{qH}{aE_C + (1-a)E_S}$
Tiêu chuẩn Trung Quốc và một số nước Châu Âu	$S_1 = \frac{(P_0 + P_{0z})L}{2E_{td}}$
Tiêu chuẩn Nhật Bản và John P.Carter (2011)	$S_1 = m_{vs} \mu_s \sigma H$
Phương pháp của Mikio Kubo (2011)	$S_1 = (q_l/E_{tb}) \times (2/3H_1)$
Phương pháp Alen và Baker (2010)	$S = \int_D \varepsilon dz = \int_D \frac{\Delta \sigma_{block}}{E_{block}} dz$

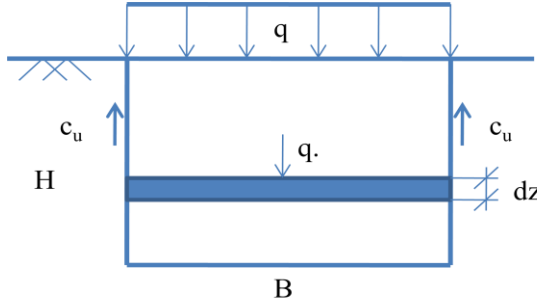
2.1.2 Phương pháp đề xuất

Trên cơ sở tổng quan các phương pháp hiện nay, tác giả nghiên cứu, đề xuất phương pháp giải tích tính độ lún ổn định của bản thân khối gia cố có xét đến sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố. Với cách tính như thế sẽ phù hợp với thực tế hơn và kinh tế hơn trong việc gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng.

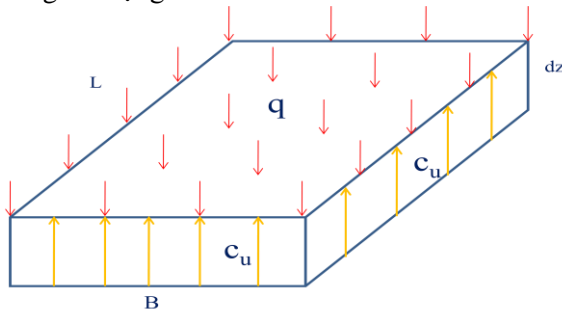
Hơn nữa, theo tiêu chuẩn Việt Nam 9403:2012: “Độ lún trung bình sẽ được giảm bởi ứng suất cắt của đất, huy động tại bề mặt tiếp xúc theo chu vi khối với

đất xung quanh. Chỉ chuyển dịch khá nhỏ (vài mm) đủ để huy động sức kháng cắt của đất”.

Xét khối đất yếu có chiều rộng B, chiều dài L, chiều cao H được gia cố bằng trụ đất xi măng:



Hình 2.1 Sơ đồ nguyên lý phân bố tải trọng trong khối gia cố
Chia khối gia cố thành nhiều lớp phân tố có chiều dài dz, khi đó mỗi lớp phân tố chịu các lực đứng tác dụng như sau:



Hình 2.2 Lớp phân tố đất

Biến dạng tương đối của lớp phân tố được tính như sau:

$$\varepsilon = \frac{q \cdot B \cdot L - c_u \cdot 2(B + L) \cdot dz}{B \cdot L \cdot E_{kgc}} \tag{2.1}$$

$$\rightarrow dS = \varepsilon \cdot dz \tag{2.2}$$

Từ đó tác giả đề xuất công thức tính độ lún S_1 của bản thân khối gia cố như sau:

$$S_1 = \int_0^H \left[\frac{q \cdot B \cdot L - c_u \cdot 2(B + L) \cdot dz}{B \cdot L \cdot E_{kgc}} \right] dz \tag{2.3}$$

Xem chiều dày lớp phân tở là 1m, khi đó độ lún S_1 của bản thân khối gia cố được tính như sau:

$$S_1 = \frac{q}{E_{kgc}} \left[\int_0^H 1 \cdot dz - \int_0^H c_u \frac{2(B+L)}{qB.L} dz \right] \quad (2.4)$$

Để giải phương trình 2.4, ta tính toán từng tích phân nhỏ như sau:

Đặt:

$$P = \int_0^H 1 dz \quad (2.5)$$

$$Q = \frac{2(B+L)}{qB.L} \int_0^H c_u dz \quad (2.6)$$

Theo Schofield và Worth, [19] sức chống cắt của đất được xác định như sau:

$$c_u = \frac{M}{2} \sigma_v' \exp\left(-\frac{\lambda - \kappa}{\lambda}\right) \quad (2.7)$$

Khi đó phương trình 2.6 trở thành:

$$Q = \eta \int_0^H z dz \quad (2.8)$$

Với η là hằng số và được tính như sau:

$$\eta = \gamma \frac{B+L}{qBL} M \exp\left(-\frac{\lambda - \kappa}{\lambda}\right) \quad (2.9)$$

$$\lambda = 0,434C_c \quad (2.10)$$

$$\kappa = 0,434C_r \quad (2.11)$$

$$M = \frac{6 \sin \varphi'}{3 - \sin \varphi'} \quad (2.12)$$

Tóm lại độ lún S_1 của bản thân khối gia cố được tính như sau:

$$S_1 = \frac{q}{E_{kgc}} \left[\int_0^H 1 \cdot dz - \eta \int_0^H z dz \right] = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s} \left(1 - \frac{\eta H}{2}\right) \quad (2.13)$$

2.2 Phương pháp tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng.

2.2.1 Các phương pháp hiện nay [9] [12]

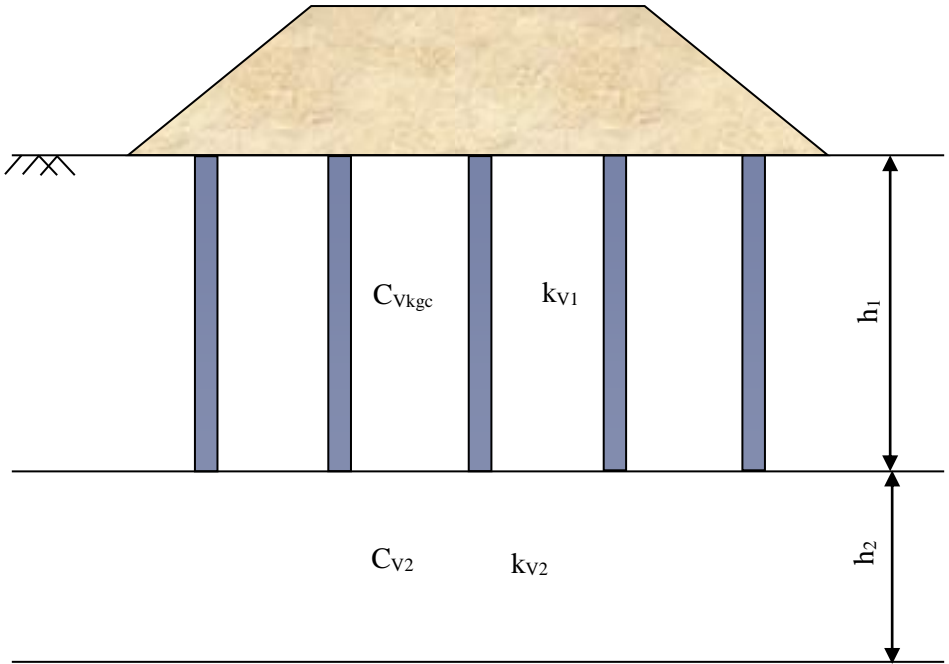
Các phương pháp tính lún theo thời gian của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng còn khá ít và quan điểm của các tác giả về tính thấm của trụ đất xi măng sẽ quyết định phương pháp tính lún theo thời gian cho nền gia cố như trong bảng 2.2.

Bảng 2.2 Các phương pháp giải tích tính toán độ lún theo thời gian của nền gia cố

Phương pháp	Thông số trong công thức
Tiêu chuẩn Thụy Điển	$U_t = 1 - \exp\left(\frac{-2C_h t}{R^2 \cdot f(n)}\right)$
Ahnberg (2003)	$\frac{k_{stab}}{k_{soil}} \approx 0.043 \times \exp\left(6 \frac{w}{w_0} - 0.004q_u\right)$
Jonh Brown (2016)	$S_c = m_v^* [H - (1 - \alpha)H_1] \Delta \bar{\sigma}$

2.2.2 Phương pháp đề xuất

Xét nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng như hình 2.3 và xem hệ số thấm của trụ nhỏ hơn hay bằng với hệ số thấm của đất xung quanh. Do mô đun biến dạng của khối gia cố lớn hơn mô đun biến dạng của đất tự nhiên nên hệ số nén lún tương đối của khối gia cố nhỏ hơn hệ số nén lún tương đối của đất tự nhiên, điều này làm cho hệ số cố kết của khối gia cố tăng lên, làm quá trình cố kết một chiều xảy ra nhanh hơn. Do đó trụ đất xi măng không đóng vai trò thoát nước, mà trụ đất xi măng chỉ góp phần làm giảm hệ số nén lún tương đối của đất tự nhiên.



Hình 2.3 Nền gia cố trụ đất xi măng

Giả thuyết rằng hệ số thấm của trụ bằng với hệ số thấm của đất xung quanh và bằng k_{v1} . Khi đó hệ số cố kết của khối gia cố được tính như sau:

$$C_{vkgc} = k_{v1} / (a_{0kgc} \cdot \gamma_n) \quad (2.14)$$

Từ đó hệ số nén lún tương đối của khối gia cố được xác định như sau:

$$a_{0kgc} = \beta / E_{kgc} \quad (2.15)$$

Mô đun biến dạng của khối gia cố được xác định như sau:

$$E_{kgc} = a \cdot E_{col} + (1-a) \cdot E_{soil} \quad (\text{với } a \text{ là tỷ diện tích thay thế của đất xi măng}).$$

Hệ số cố kết của cả nền gia cố được xác định như sau:

$$C_v^{td} = \frac{H^2}{\left(\sum \frac{h_i}{\sqrt{C_{vi}}} \right)^2} \quad (2.16)$$

Nhân tố thời gian T_v được xác định như sau:

$$T_v = \frac{C_v^{td}}{h^2} t \quad (2.17)$$

Do mô hình thoát nước 2 biên nên độ cố kết U_t được xác định như sau:

$$U_t \approx 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2 T_v}{4}} \quad (2.18)$$

Độ lún theo ổn định của nền gia cố được xác định như sau:

$$S_\infty = \frac{C_c H}{1+e} \log\left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_0}\right) \quad (2.19)$$

Từ đó ta có thể xác định độ lún theo thời gian của nền gia cố như sau:

$$S_t = U_t \cdot S_\infty \quad (2.20)$$

2.4 Kết luận chương

- Công thức giải tích đề xuất để tính độ lún ổn định của bản thân khối gia cố như trong mục 2.1.2, dễ áp dụng, cho kết quả nhỏ hơn so với các phương pháp hiện nay nên sẽ kinh tế hơn.
- Phương pháp giải tích đề xuất để tính độ lún theo thời gian của nền gia cố như trong mục 2.2.2 dễ dàng áp dụng, phù hợp với việc dự tính nhanh độ lún theo thời gian của nền gia cố.

CHƯƠNG 3 THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG VÀ HIỆN TRƯỜNG ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐỘ LÚN ỔN ĐỊNH VÀ ĐỘ LÚN THEO THỜI GIAN CỦA NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỢC GIA CỐ TRỤ ĐẤT XI MĂNG

3.1 Các thí nghiệm trong phòng xác định đặc trưng biến dạng và thấm của đất trộn xi măng

3.1.1 Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của đất xi măng

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9403:2012, khi tính toán độ lún S_1 của khối gia cố, thì thông số E_c là mô đun đàn hồi của vật liệu trụ. [1]. Hiện nay giá trị mô đun đàn hồi này chủ yếu được lấy từ thí nghiệm nén một trục có nở hông vì đây là thí nghiệm đơn giản và rất phổ biến. Tuy nhiên với cách xác định như vậy là chưa phù hợp vì thực tế ngoài hiện trường xung quanh các trụ đất xi

mãng có áp lực ngang của đất nền, còn trong thí nghiệm nén một trục có nở hông thì không có áp lực xung quanh mẫu thí nghiệm. Do vậy, đây là một trong những nguyên nhân gây ra sự khác biệt giữa giá trị mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén tĩnh tại hiện trường và giá trị mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén một trục có nở hông. Nhiều kết quả thí nghiệm hiện trường đã cho thấy sự khác biệt này là rất đáng kể.

3.1.1.1 Thí nghiệm nén đơn xác định mô đun đàn hồi của đất xi măng

Bảng 3.1 Kết quả nén đơn trên mẫu đất xi măng lấy tại hiện trường

Thời gian (ngày)	q_u (kg/cm ²)	E_{50} (MPa)
28	6,91	54,5
45	8,35	60,24
60	9,18	63

3.1.1.2 Thí nghiệm nén 3 trục xác định mô đun đàn hồi của đất xi măng

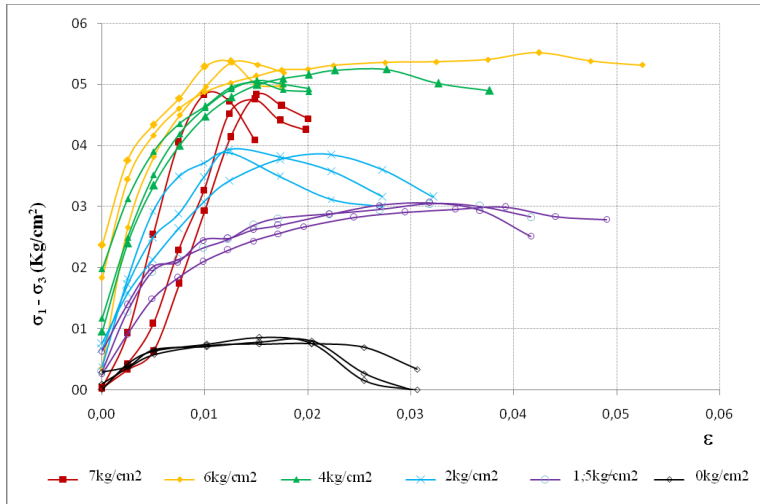
Thí nghiệm nén 3 trục xác định giá trị E_{50} của các mẫu đất xi măng trộn tại hiện trường được tiến hành theo sơ đồ U-U với các cấp áp lực ngang tăng từ 0kg/cm² đến 7kg/cm².

Thí nghiệm 3 trục xác định giá trị E_{50} nhằm phục vụ cho việc tính toán biến dạng của nền và phân tích so sánh với E_{50} trong thí nghiệm nén 1 trục nở hông.

Tác giả cũng đã tiến hành nén 3 trục với nhiều cấp áp lực ngang khác nhau để phân tích mức độ ảnh hưởng của áp lực ngang đến mô đun đàn hồi của đất xi măng.

Bảng 3.2 Kết quả nén 3 trục với $\sigma_3=0$ trên mẫu đất xi măng lấy tại hiện trường

Thời gian (ngày)	q (kg/cm ²)	E_{50} (MPa)
28	7,85	58
45	9,97	65,83
60	10,05	67,48



Hình 3.4 Tương quan giữa ứng suất, biến dạng với các cấp áp lực bùồng khác nhau

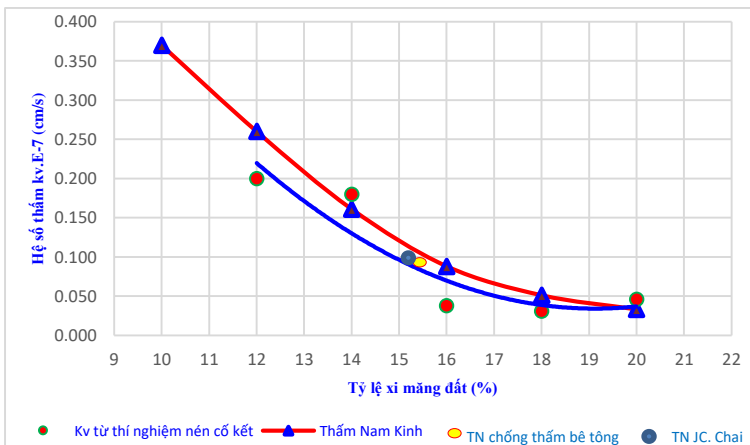
Kết quả cho thấy có sự chênh lệch đáng kể, từ (1,65÷3,7) lần giữa mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén 3 trục và mô đun đàn hồi của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén đơn.

3.1.3 Thí nghiệm xác định tính thấm của đất xi măng

3.1.3.1 Thí nghiệm với máy nén cố kết

3.1.3.2 Thí nghiệm với thiết bị thấm có cột áp thay đổi

3.1.3.3 Thí nghiệm với thiết bị xác định mức chống thấm của bê tông



Hình 3.9 Hệ số thấm của đất xi măng theo các thí nghiệm khác nhau

Từ các kết quả thí nghiệm tính thấm của đất xi măng cho thấy với áp lực nước $400\text{kN/m}^2 \approx 4\text{at}$ đã có 4 mẫu bị nước thấm qua. Điều đó có nghĩa đất xi măng có mức chống thấm là 2at .

Mặt khác theo [21], với mỗi mức chống thấm của bê tông sẽ có một khoảng giá trị hệ số thấm tương ứng được thể hiện trong bảng 3.5.

Bảng 3.5 Tương quan giữa mức chống thấm W và hệ số thấm K

TT	Mức chống thấm W (at)	Hệ số thấm K (m/ngày)
1	2	$0,4.10^{-5} \div 0,8.10^{-5}$
2	4	$0,2.10^{-5} \div 0,3.10^{-5}$
3	6	$0,12.10^{-5} \div 0,19.10^{-5}$
4	8	$0,19.10^{-5} \div 0,07.10^{-5}$
5	10	$0,07.10^{-5} \div 0,02.10^{-5}$
6	12	$< 0,007.10^{-5}$

Do đó đất xi măng có mức chống thấm 2at sẽ có hệ số thấm từ $0,4.10^{-5}$ m/ngày đến $0,8.10^{-5}$ m/ngày. Với khoảng giá trị này thì hệ số thấm của trụ đất xi măng nhỏ hơn ít nhất 2 lần so với hệ số thấm của đất nền xung quanh.

3.2 Thí nghiệm hiện trường xác định độ lún của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng

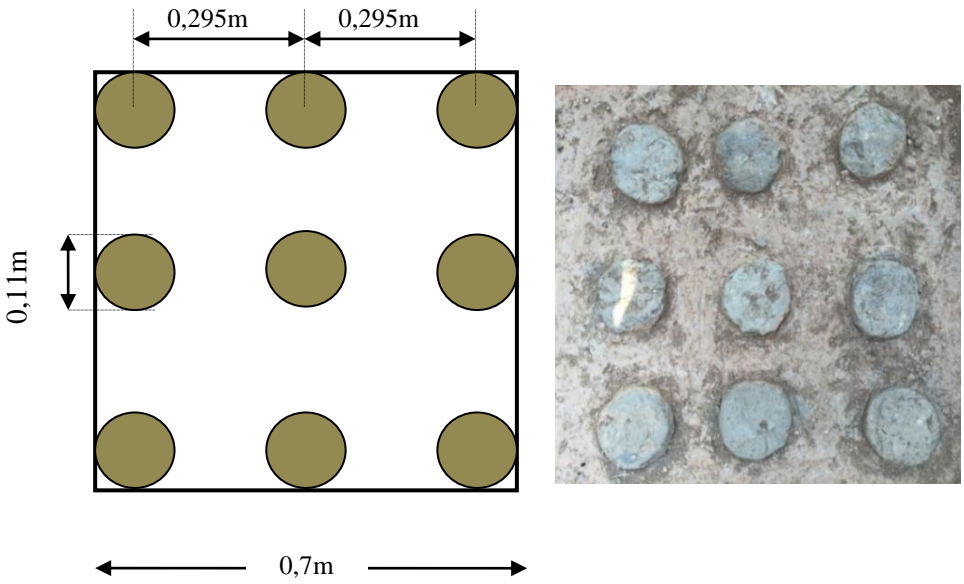
3.2.1 Địa điểm thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long, nơi có vùng đất khá yếu ở Đồng bằng sông Cửu Long nhằm nghiên cứu biến dạng của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng. Theo đó đất nền phân bố với lớp mặt là sét dẻo mềm có chiều dày từ 1,4m đến 2m, lớp tiếp theo là sét dẻo có chiều dày từ 4m đến 6m, mực nước ngầm nằm tại độ sâu 0,8m.

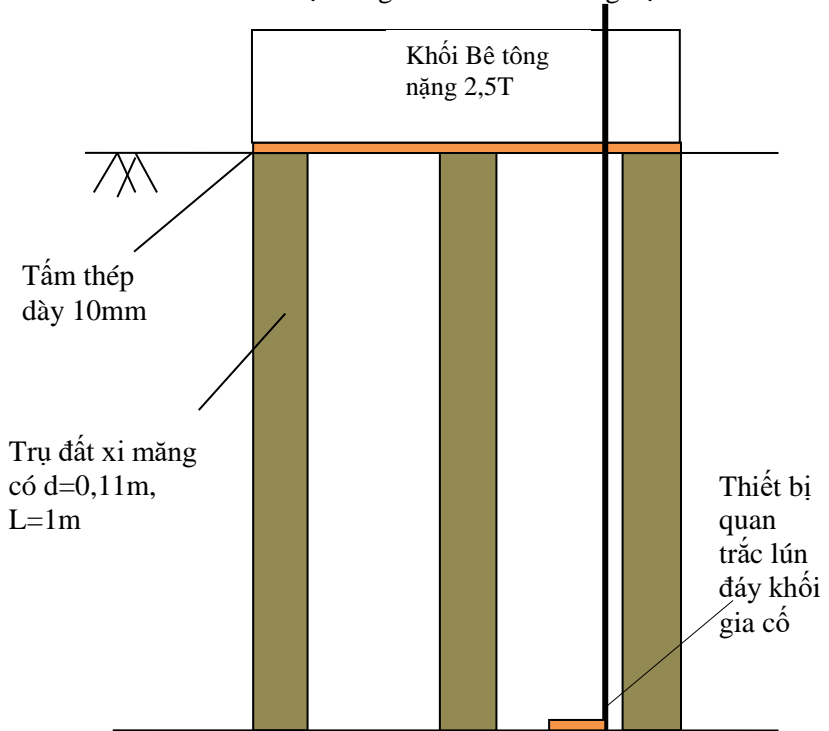
3.2.2 Chế tạo thiết bị thí công trụ đất xi măng tại hiện trường

3.2.3 Mô hình thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện ngoài hiện trường. Theo đó 9 trụ đất xi măng có đường kính 110mm, chiều dài 1000mm được tạo ra trong nền đất yếu như trong hình 3.13 và hình 3.14.

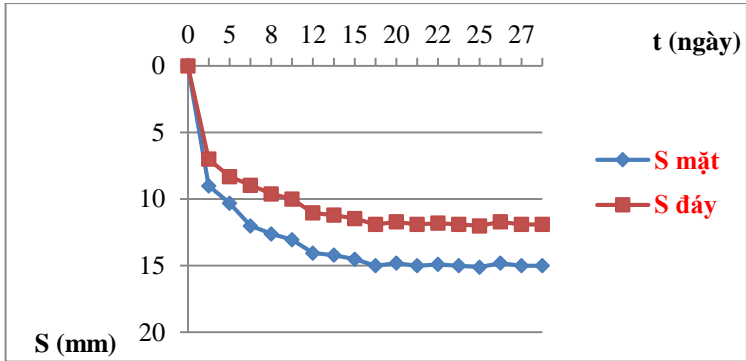


Hình 3.13 Mặt bằng của mô hình thí nghiệm

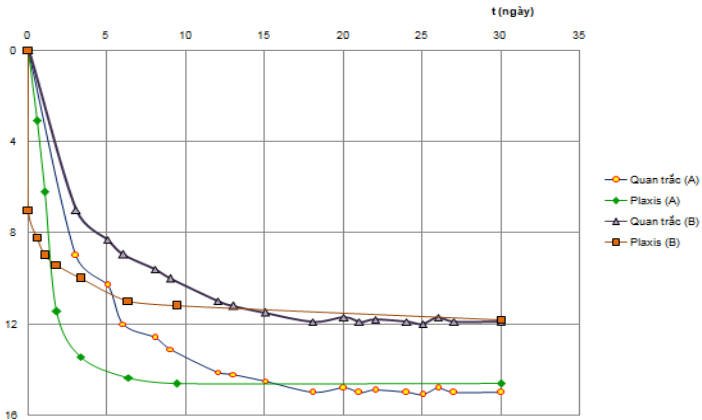


Hình 3.14 Mặt cắt của mô hình thí nghiệm

3.2.4 Kết quả thí nghiệm



Hình 3.21 Tương quan giữa độ lún và thời gian từ thí nghiệm hiện trường



Hình 3.27 Tương quan giữa kết quả quan trắc và kết quả từ Plaxis

3.3 Kết luận chương

- Từ các kết quả nén ba trục tác giả nhận thấy giá trị E_{50} của vật liệu trụ xác định từ thí nghiệm nén 3 trục lớn gấp (1,65÷3,7) lần giá trị E_{50} của vật liệu trụ xác định từ thí nghiệm nén 1 trục nở hông.
- Theo phân tích của tác giả, với hàm lượng xi măng là 210kg/m^3 , hỗn hợp đất xi măng đạt mức chống thấm 2at, tương đương với hệ số thấm từ $0,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/ngày}$ đến $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ m/ngày}$.

CHƯƠNG 4 KIỂM CHỨNG CÁC CÔNG THỨC ĐỀ XUẤT BẰNG CÁC THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG VÀ PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

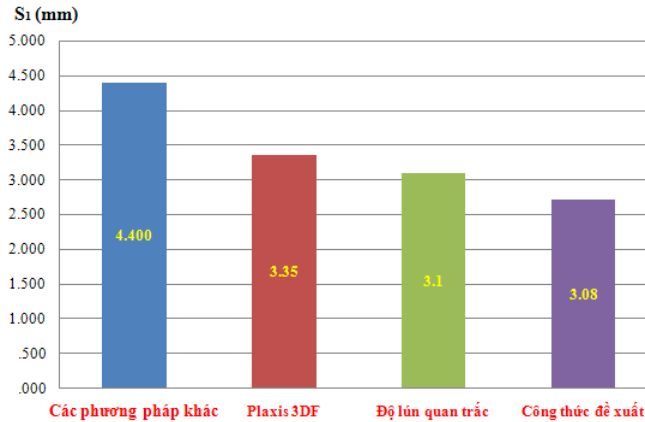
4.1 Lún ổn định của khối gia cố trụ đất xi măng

4.1.1 So sánh kết quả từ công thức đề xuất với kết quả quan trắc hiện trường của tác giả (trong mục 3.2) và kết quả từ phương pháp phần tử hữu hạn

Trong phần này tác giả phân tích biến dạng khối gia cố bằng phương pháp giải tích đề xuất, bằng phương pháp trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9403:2012, bằng phương pháp phần tử hữu hạn, sau đó so sánh với kết quả quan trắc hiện trường của tác giả.

Bảng 4.3 Thông số vật liệu phân tích Plaxis

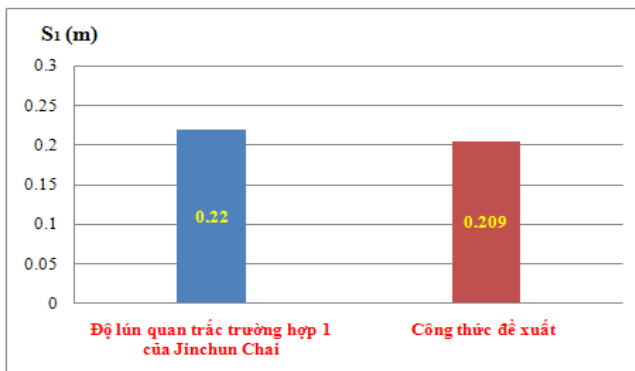
Vật liệu	γ_{unsat} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	E_{50}^{ref} kN/m ²	E_{oed} kN/m ²	E_{ur} kN/m ²	ν_{ur}	c kN/m ²	ϕ độ	ψ độ	$k_{x,y,z}$ m/day	Mô hình Vật liệu
Lớp 1 (0-1m) Sét pha dẻo mềm	16,5	17,8	359	359	1077	0,2	22	8,4	0	4,7. 10 ⁻⁵	HS
Lớp 2 (1-5m) Sét pha dẻo cứng	18,3	18,9	4807	4807	14421	0,2	41	12,5	0	3,4. 10 ⁻⁵	HS
Trụ đất xi măng 210kg/m ³	17,2	18	63.10 ³			0,2	250	32	2	0,86. 10 ⁻⁵	MC



Hình 4.4 Kết quả tính toán độ lún của bản thân khối gia cố theo các phương pháp khác nhau (tiêu chuẩn Thụy Điển, Trung Quốc, Việt Nam...)

Nhận xét: Qua biểu đồ trong hình 4.4 ta thấy kết quả tính độ lún của bản thân khối gia cố theo phương pháp phần tử hữu hạn, kết quả quan trắc và công thức đề xuất của tác giả tương đối xấp xỉ nhau, với sai số 8,76%.

4.1.2 Phân tích, so sánh kết quả từ công thức đề xuất với kết quả quan trắc hiện trường của Jinchun Chai

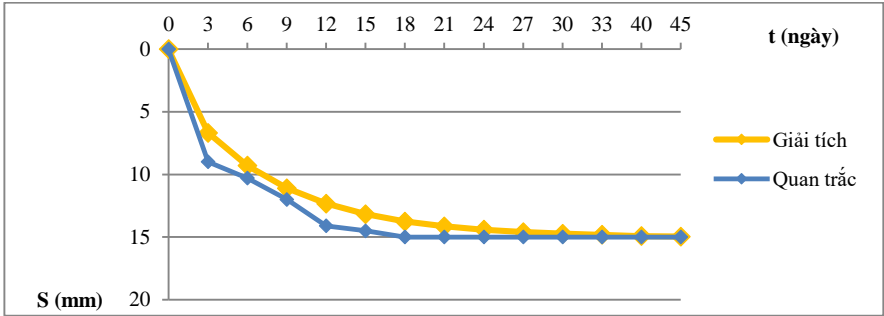


Hình 4.9 Kết quả tính toán độ lún theo các phương pháp

Nhận xét: Qua biểu đồ trong hình 4.9 ta thấy kết quả tính toán theo công thức đề xuất và kết quả quan trắc hiện trường của Jinchun Chai khá xấp xỉ với sai số 5%.

4.2 Độ lún theo thời gian của nền gia cố trụ đất xi măng

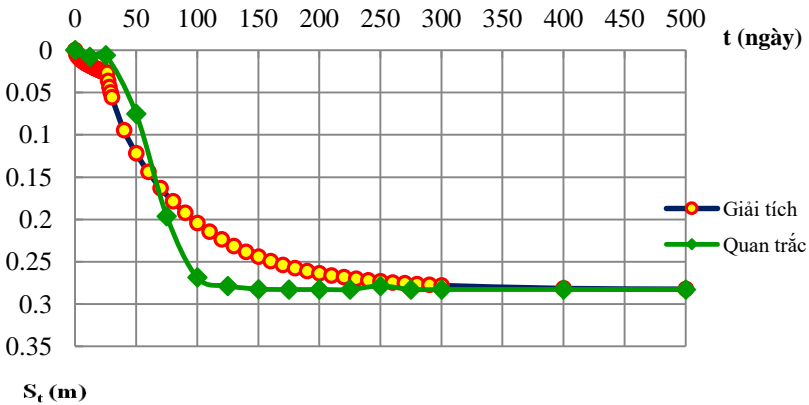
4.2.1 So sánh kết quả từ phương pháp giải tích đề xuất và kết quả quan trắc hiện trường của tác giả



Hình 4.12 Tương quan giữa độ lún và thời gian

Nhận xét: Qua biểu đồ trong hình 4.12 ta thấy kết quả tính toán theo công thức đề xuất khá xấp xỉ với số liệu quan trắc hiện trường của tác giả. Tuy nhiên trong giai đoạn từ 2 đến 18 ngày thì độ lún thực tế hiện trường lớn hơn và nhanh tụt lún hơn so với phương pháp giải tích.

4.2.2 So sánh kết quả từ phương pháp giải tích đề xuất và kết quả quan trắc hiện trường của Jinchun Chai



Hình 4.14 Tương quan giữa độ lún và thời gian

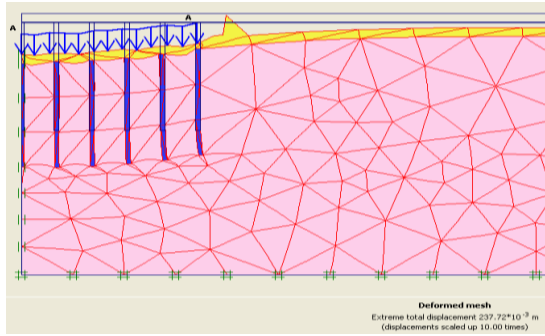
Nhận xét: Qua biểu đồ trong hình 4.14 ta thấy kết quả tính toán theo công thức đề xuất tương đối xấp xỉ với số liệu quan trắc của Jinchun Chai. Tuy nhiên trong giai đoạn từ 50 đến 75 ngày thì độ lún thực tế hiện trường lớn hơn và nhanh tắt lún hơn so với phương pháp giải tích, khi đó tải trọng hầu như đã truyền sang trụ và nền đã cố kết xong trước 150 ngày so với phương pháp giải tích.

4.2.3 So sánh kết quả từ phương pháp giải tích đề xuất và kết quả từ phương pháp Phần tử hữu hạn

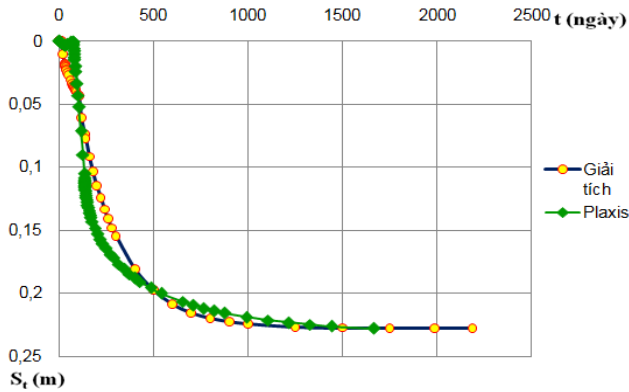
Trong phần này tác giả sử dụng các thông số vật liệu như bảng 4.11 để phân tích lún theo thời gian, sau đó so sánh với kết quả thu được từ phương pháp giải tích đề xuất.

Bảng 4.11 Thông số vật liệu giả định phân tích Plaxis

Ký hiệu	Đơn vị	CDM	Lớp 1	Lớp 2
Vật liệu	-	Đất xi măng	Cát	Bùn sét
Mô hình	-	LE Non-porous	MC Drained	MC UnDrained
h_i	m	6,0	0,5	14,0
γ_{unsat}	kN/m ³	16,6	18,00	16,6
γ_{sat}	kN/m ³		20,00	17,30
k_x	m/day	-	1	4,64E-04
k_y	m/day	-	1	2,32E-04
E_{ref}	kN/m ²	175000	20000	1050
ν		0,25	0,20	0,33
c_{ref}	kN/m ²	-	1,00	11,00
φ	°	-	30,00	28,00
ψ	°		0	0



Hình 4.16 Chuyển vị tổng thể của nền gia cố



Hình 4.17 Tương quan giữa độ lún và thời gian

Từ kết quả trong hình 4.17 ta thấy kết quả thu được từ phương pháp giải tích và phương pháp Phần tử hữu hạn khá xấp xỉ nhau.

4.3 Kết luận chương

- Qua việc kiểm chứng công thức giải tích đề xuất để tính độ lún ổn định của khối gia cố bằng các thí nghiệm hiện trường trong và ngoài nước và bằng phương pháp phần tử hữu hạn như trong mục 4.1 cho thấy công thức giải tích đề xuất phù hợp với thực tế, sai số so với số liệu quan trắc không quá 8,76%.
- Qua việc kiểm chứng công thức giải tích đề xuất để tính độ lún theo thời gian của nền gia cố bằng các thí nghiệm hiện trường trong và ngoài nước và bằng phương pháp phần tử hữu hạn như trong mục 4.2 cho thấy phương pháp đề xuất khá phù hợp với thực tế, sai số lớn nhất là 16%.

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Với cách tính độ lún S_1 của bản thân khối gia cố chưa xét đến sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố là chưa phù hợp với thực tế và thiên về an toàn. Do đó tác giả đã đề xuất công thức tính S_1 với việc xét thêm sức chống cắt của đất xung quanh khối gia cố như sau:

$$S_1 = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s} \left(1 - \frac{\eta H}{2}\right)$$

Qua việc kiểm chứng công thức đề xuất bằng các thí nghiệm hiện trường trong và ngoài nước và bằng phương pháp phần tử hữu hạn như trong mục 4.1 cho thấy Công thức đề xuất khá phù hợp với thực tế, thiên về kinh tế và sai số so với số liệu quan trắc không quá 8,76%.

2. Hiện nay, trong các tiêu chuẩn về trụ đất xi măng của Việt Nam vẫn chưa có hướng dẫn cụ thể việc tính toán độ lún theo thời gian của nền gia cố trụ đất xi măng. Nên tác giả đã đề xuất phương pháp giải tích để tính toán độ lún theo thời gian của nền gia cố trụ đất xi măng như trong mục 2.2.2. Qua việc kiểm chứng phương pháp đề xuất bằng các thí nghiệm hiện trường trong và ngoài nước và bằng phương pháp phần tử hữu hạn như trong mục 4.2 cho thấy phương pháp đề xuất khá phù hợp với thực tế, dễ áp dụng và sai số lớn nhất so với số liệu quan trắc là 16%.

3. Khi tính toán biến dạng của nền gia cố trụ đất xi măng, mô đun đàn hồi của vật liệu trụ chủ yếu được lấy bằng giá trị E_{50} từ thí nghiệm nén 1 trục là chưa phù hợp, vì trong điều kiện thực tế trụ đất xi măng có chịu áp lực ngang của đất nền. Từ các kết quả thí nghiệm, tác giả nhận thấy giá trị E_{50} của vật liệu trụ xác định từ thí nghiệm nén 3 trục chênh lệch đáng kể so với giá trị E_{50} của vật liệu trụ từ thí nghiệm nén 1 trục, cụ thể là $(E_{col})_{nén3trục} \approx (1,65 \div 3,7)(E_{col})_{nén1trục}$.

4. Theo phân tích của tác giả, với hàm lượng xi măng là 210kg/m^3 , hỗn hợp đất xi măng đạt mức chống thấm 2at, tương ứng với hệ số thấm từ $4,7 \cdot 10^{-9}\text{cm/s}$ đến 10^{-8}cm/s . Với khoảng giá trị này thì hệ số thấm của trụ đất xi măng nhỏ hơn ít nhất 2 lần so với hệ số thấm của đất nền xung quanh. Từ đó, khi tính toán độ lún theo thời gian của nền gia cố trụ đất xi măng cần lưu ý trụ đất xi măng không đóng vai trò thoát nước, mà trụ đất xi măng chỉ góp phần làm giảm hệ số nén lún tương đối của khối gia cố, làm cho quá trình cố kết một chiều xảy ra nhanh hơn và lún xảy ra ít hơn.

5. Theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9403:2012, khi tính lún cho nền gia cố, mô đun đàn hồi của vật liệu trụ được xác định từ thí nghiệm mẫu hiện trường sau 28 ngày. Tuy nhiên, trong trộn ướt cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi của mẫu đất xi măng còn tăng trong khoảng từ 28 đến 60 ngày. Theo các thí nghiệm của tác giả, mô đun đàn hồi của vật liệu trụ sau 28, 45, 60 ngày lần lượt là 58MPa; 65,83MPa; 67,48MPa. Từ đó cho thấy, giá trị mô đun đàn hồi của đất xi măng tăng thêm 16,34% tại thời điểm 60 ngày.

Kiến nghị

1. Khi tính toán biến dạng của nền đất yếu được gia cố trụ đất xi măng, nếu sử dụng giá trị mô đun đàn hồi từ thí nghiệm nén đơn thì cần hiệu chỉnh lại với tỷ lệ $(E_{col})_{nén3trụ} \approx (1,65 \div 3,7)(E_{col})_{nénđơn}$ cho đất ở Vĩnh Long và các vùng đất tương tự. Cần làm thêm thí nghiệm cho đất ở các vùng khác.

2. Với hàm lượng xi măng 210kg/m^3 (đất sét Vĩnh Long), hệ số thấm của đất trộn xi măng sẽ đạt từ $4,7 \cdot 10^{-9}\text{cm/s}$ đến $1,0 \cdot 10^{-8}\text{cm/s}$. Cần nghiên cứu thêm các hàm lượng xi măng khác với đất ở các vùng khác.

3. Mô đun đàn hồi của vật liệu trụ sẽ tăng dần theo thời gian và tăng khoảng 16,34% tại thời điểm 60 ngày. Cần đánh giá thêm tại các thời điểm 90 ngày, 120 ngày,....