

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

LÂM NGỌC QUÍ

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ LÚN CÓ KẾT NỀN
ĐẤT YẾU THEO SƠ ĐỒ HAI CHIỀU CÓ XÉT ÁP LỰC NƯỚC LỖ
RỖNG PHỤ THUỘC ỨNG SUẤT TRUNG BÌNH**

Ngành: Địa kỹ thuật xây dựng

Mã số ngành: 62.58.02.11

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

TP. HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn 1: PGS. TS. Bùi Trường Sơn

Người hướng dẫn 2:

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án họp tại

.....
.....

vào lúc giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM
- Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Tạp chí quốc tế

1. Bui Truong Son, Le Hong Quang, Lam Ngoc Qui, "Over-consolidation feature of clayey soil in southern Vietnam according to piezocone," Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, vol. 47, no. 1, p. 39-44, March 2016.

Tạp chí trong nước

1. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, "Đặc điểm biến dạng của sét mềm bão hòa nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Đồng Bằng Sông Cửu Long," Tạp chí Địa kỹ thuật, số 1, trang 18-26, 2022.

2. Lâm Ngọc Quý, Bùi Trường Sơn, "Phương pháp đánh giá dự báo độ lún cố kết nền đất yếu được xử lý thoát nước đứng theo sơ đồ bài toán phẳng," Tạp chí Địa kỹ thuật, số 3, trang 67-75, 2021.

3. Lâm Ngọc Quý, Bùi Trường Sơn, "Đặc điểm độ lún nền đất theo các phương pháp khác nhau," Tạp chí của Bộ Xây dựng, số 4, trang 101-105, 2021.

4. Lâm Ngọc Quý, Bùi Trường Sơn, "Đặc điểm cố kết theo độ lún và tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng của đất sét bão hòa nước," Tạp chí Địa kỹ thuật, số 1, trang 18-27, 2020.

5. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, Huỳnh Quốc Kha, "Mô hình phẳng đánh giá độ lún cố kết của nền đất được xử lý bằng bác thấm kết hợp gia tải trước," Số 20, Tuyển tập kết quả khoa học công nghệ 2017-2018, Viện Khoa học thủy lợi miền Nam, trang 341-351, 2018.

6. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, "Phương pháp ước lượng độ lún ngắn hạn và lâu dài theo thành phần ứng suất hữu hiệu và tổng lớp phân tố," Tạp chí Xây dựng Việt Nam, số 11, trang 108-111, 2017.

7. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, "Quan hệ giữa hệ số cố kết ngang và đứng của sét mềm bão hòa nước theo kết quả thí nghiệm CPTU," Tạp chí của Bộ Xây dựng, số 3, trang 22-25, 2016.

8. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, "Độ lún theo thời gian trên cơ sở lý thuyết cố kết có xét sự thay đổi hệ số rỗng và hệ số thấm," Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ năm 2015, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, số 18, trang 324-333, 2016.

9. Bùi Trường Sơn, Lâm Ngọc Quý, Nguyễn Thúy An, “Hiệu chỉnh đường cong nén lún theo thời gian bằng chia lớp phân tổ có xét đến cố kết thứ cấp,” số 17, Tuyển tập kết quả khoa học công nghệ 2014, Viện Khoa học thủy lợi miền Nam, trang 342-349, 2015.

MỞ ĐẦU

Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

Công trình đất đắp trên nền đất yếu là dạng công trình cơ sở hạ tầng phổ biến nhất ở khu vực các tỉnh phía Nam. Việc tính toán dự báo độ lún, độ lún lệch của nền công trình theo thời gian đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai các dự án đang có xu hướng phát triển mạnh mẽ ở khu vực này.

Việc nghiên cứu độ lún cố kết theo sơ đồ hai chiều cho phép đánh giá độ lún và độ lún lệch theo thời gian phù hợp với điều kiện nền đất yếu, đặc biệt đối với công trình có diện gia tải giới hạn và bề dày lớp đất yếu lớn. Kết quả nghiên cứu giúp bổ sung các tiêu chí đánh giá định lượng độ lún theo thời gian của nền đất tự nhiên và được xử lý bằng thoát nước đứng. Kết quả nghiên cứu có thể đáp ứng nhu cầu cấp thiết trong thi công, kiểm định và kiểm soát khả năng ổn định của nền đất yếu.

Nội dung nghiên cứu

Nội dung của đề tài là thí nghiệm đánh giá quy luật hình thành và tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng (ALNLR) theo thời gian và quan hệ với độ lún cố kết nhằm kiểm tra so sánh với các giả thiết của các lý thuyết cố kết đã có; xây dựng phương pháp lý thuyết dự tính độ lún cố kết phù hợp với quy luật thay đổi ALNLR từ thí nghiệm; tính toán áp dụng và phân tích so sánh với kết quả quan trắc thực tế nhằm kiểm tra khả năng áp dụng và mức độ tin cậy của phương pháp. Ở đây, việc xây dựng phương pháp tính căn cứ theo sơ đồ bài toán phẳng sao cho phù hợp với thực tế ở các tỉnh phía Nam, nơi có lớp đất yếu có bề dày lớn với bề rộng diện gia tải có giới hạn.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lý thuyết: trên cơ sở lý thuyết cố kết đã có, nghiên cứu cải tiến và xây dựng phương pháp tính toán áp dụng chấp nhận ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình; xây dựng mô hình và lộ trình tính toán phù hợp để có thể áp dụng cho các bài toán thực tế.

Phương pháp thí nghiệm: nghiên cứu thiết bị thí nghiệm và thí nghiệm nén cố kết có đo ALNLR với các chiều cao mẫu khác nhau.

Tính toán áp dụng và phân tích so sánh với kết quả thí nghiệm và quan trắc.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu:

Thí nghiệm đánh giá độ cố kết theo giá trị độ lún và tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư theo thời gian được thực hiện trên các mẫu sét mềm bão hòa nước của khu vực Thành phố Hồ Chí Minh (TP HCM) và Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL). Từ kết quả thí nghiệm, các quan hệ về mức độ cố kết theo độ lún và theo mức độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng được thiết lập.

Xây dựng phương pháp tính và tính toán áp dụng cho nền đất yếu dưới công trình đất đắp theo sơ đồ bài toán hai chiều.

Phạm vi nghiên cứu:

Việc thí nghiệm và tính toán áp dụng chủ yếu cho đất sét mềm bão hòa nước ở một số khu vực các tỉnh phía Nam. Việc áp dụng tính toán độ lún cố kết theo sơ đồ bài toán phẳng cho nền đất yếu dưới công trình đắp. Ở đây, giới hạn tải trọng động không được xét đến trong việc dự tính độ lún của nền đất yếu dưới nền đường. Công trình thực tế được chọn lựa bao gồm: nền đất yếu dưới nền đường quốc lộ 1A đoạn đi qua Vĩnh Long (cho trường hợp nền tự nhiên) và đường đắp cao vào cầu Cao Lãnh (cho trường hợp nền được xử lý giằng cát kết hợp gia tải trước).

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa khoa học của đề tài

Kết quả nghiên cứu thí nghiệm cố kết mẫu đất có đo tiêu tán ALNLR trong quá trình cố kết phục vụ phân tích và chọn lựa lý thuyết phù hợp để áp dụng tính toán. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu thí nghiệm còn là căn cứ để phục vụ nghiên cứu lý thuyết khác.

Kết quả nghiên cứu tính toán xét ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình phù hợp với bản chất vật lý trong hình thành áp lực trong nước.

Ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Việc tính toán phân tích độ lún và độ lún lệch nền đất yếu dưới công trình đất đắp theo thời gian trên cơ sở bài toán phẳng có ý nghĩa thực tiễn trong đảm bảo đánh giá ổn định lâu dài công trình trên nền đất yếu. Ở đây, áp lực nước lỗ rỗng được xét đến trong tính toán phụ thuộc ứng suất trung bình tương ứng với các kết quả thu nhận từ thí nghiệm nghiên cứu.

Điểm mới của luận án

Thí nghiệm nén cố kết trong phòng có đo ALNLR với các chiều cao mẫu đất khác nhau cho kết quả ALNLR thặng dư lớn nhất phụ thuộc ứng suất trung bình (nhỏ hơn ứng suất gia tăng theo phương đứng).

Xây dựng được phương pháp dự báo độ lún cố kết có xét ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình căn cứ trên cơ sở mô hình phân tử đơn vị theo sơ đồ bài toán phẳng áp dụng cho nền tự nhiên và nền đất yếu được xử lý bằng giếng cát có xét gia tải theo từng giai đoạn.

Cấu trúc của luận án

Luận án gồm có các phần: Mở đầu, 4 chương, kết luận và kiến nghị hướng nghiên cứu tiếp theo, danh mục tài liệu tham khảo; tổng cộng có 119 trang, trong đó có 84 hình, 7 bảng biểu và các công thức tính toán. Phần phụ lục có 66 trang.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG ĐỘ LÚN THEO THỜI GIAN TRÊN CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỔ KẾT

1.1 Các phương pháp ước lượng độ lún và độ lún của nền đất theo thời gian theo lý thuyết cổ kết

1.1.1 Các phương pháp ước lượng độ lún

Trong tính toán thiết kế móng nông hay công trình đất, độ lún của nền đất dự tính chủ yếu là chuyển vị đứng tại tâm diện gia tải. Theo các chỉ dẫn trong các tài liệu phổ biến, các dữ liệu thí nghiệm nén lún như module tổng biến dạng E_0 , hệ số Poisson ν hay hệ số nén thể tích a_0 [1], [2], [3], [4], chỉ số nén C_c , chỉ số nén lại C_r và áp lực tiền cố kết p_c [5], [6], [7] kết hợp với ứng suất gây lún theo phương đứng. Ở đây, việc sử dụng C_c , C_r , p_c hoặc trực tiếp theo hệ số rỗng để ước lượng độ lún căn cứ trên cơ sở bài toán một chiều và xem độ lún chủ yếu do nén thể tích.

Trong thực tế, mặc dù chịu áp lực đất xung quanh nhưng nền đất yếu bão hòa nước dưới công trình đập có thể bị dịch chuyển theo phương ngang dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, nhiều kết quả quan trắc chuyển vị ngang trong nền đất yếu cho thấy rõ điều đó [8], [9].

1.1.2 Ước lượng độ lún của nền đất theo thời gian trong điều kiện bài toán cố kết một chiều

Cho đến nay, lý thuyết cổ kết của K. Terzaghi vẫn được sử dụng rộng rãi do cơ sở lý thuyết chặt chẽ và phù hợp áp dụng đối với đa số các bài toán thực tế [14].

1.2 Các bài toán cố kết một chiều và ảnh hưởng của các nhân tố khác

Các nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến bài toán cố kết một chiều như cố kết của đất có xét đến từ biến cốt đất, độ bền cấu trúc, sự thay đổi hệ rỗng và hệ số thấm trong quá trình cố kết, gradient ban đầu, cố kết có xét đến biến dạng từ biến, mô hình lưu biến theo L. Barden và qui luật biến dạng do từ biến.

1.3 Đặc điểm biến dạng do cố kết của sét mềm bão hòa nước từ thí nghiệm

Thí nghiệm hiện trường nghiên cứu đánh giá ổn định nền đất yếu dưới công trình đập được thực hiện khá nhiều từ rất lâu. Hầu hết các kết quả quan trắc đo đạc đều

gắn với nền được xử lý và nền tự nhiên [23], [24]. Nghiên cứu này được thực hiện trong thời gian dài với chi tiết quan trắc được thực hiện ghi nhận và hiệu chỉnh liên tục nên được tham khảo lại và lấy làm cơ sở trong các nghiên cứu xử lý nền đất yếu sau này [27], [28].

Kết quả thí nghiệm trên các loại sét chế bị khác nhau cho thấy giá trị lớn nhất của ALRLR thặng dư không đạt ngay sau khi gia tải mà sau một khoảng thời gian xác định. Ngoài ra, giá trị ALNLR lớn nhất nhỏ hơn giá trị ứng suất gia tăng phụ thuộc tính nén ép của cốt đất.

1.4 Các nghiên cứu tính toán độ lún nền đất được xử lý bằng thiết bị thoát nước đứng

Năm 1941, A. Biot thiết lập và công bố phương trình cô kết ba chiều [38]. Từ phương trình cô kết cơ bản của A. Biot, các phương pháp tính được phát triển tiếp tục và đặc biệt phổ biến trong các bài toán xử lý nền bằng thiết bị thoát nước đứng. Phổ biến ban đầu là mô hình phân tử đơn vị cho đến khi mở rộng hơn trong phương pháp phân tử hữu hạn.

Theo TCVN 9355-2012 độ cô kết U đạt được sau thời gian t kể từ lúc đắp xong được xác định theo công thức [39]:

$$U = 1 - (1 - U_v)(1 - U_h) \quad (1.26)$$

Theo GS. Hoàng Văn Tân, công thức cơ bản xác định mức độ cô kết U_t ở một thời điểm bất kỳ:

$$U(t) = 1 - \overline{M_z} \overline{M_r} \quad (1.29)$$

Hệ số thâm ngang tương đương trong một phân tử đơn vị được đề nghị bởi Lin et al., 2000 [28], [41]. Phông theo lý thuyết Hansbo (1981) đối với trường hợp biến dạng phẳng, Hird (1995) [42] đã thể hiện với mức độ cô kết trung bình U tại bất kỳ độ sâu và thời gian trong hai đơn vị phân tử về mặt lý thuyết là như nhau nếu bỏ qua sức cản giếng. Chai (1995) [43] đã mở rộng thành công các phân tích của Hird (1992) [44] bao gồm các ảnh hưởng của sức cản giếng và tắt nghẽn.

Indraratna và Redana (1997) chuyển đổi hệ thống thoát nước dọc thành một tường thoát nước song song tương ứng bằng cách điều chỉnh hệ số thấm của đất.

1.5 Kết luận chương 1

Các kết quả nghiên cứu thí nghiệm bằng đo đạc thực tế và cả thí nghiệm trong phòng cho thấy ALNLR tiêu tán chậm hơn so với kết quả dự tính bằng lý thuyết, đặc biệt trong trường hợp diện gia tải hẹp như nền công trình đê đắp. Hơn nữa, đối với nền đắp dạng tuyến, chuyển vị ngang gây độ lún bổ sung chiếm tỷ lệ đáng kể.

Công trình đắp dạng tuyến trên nền đất yếu là loại hình công trình phổ biến ở các tỉnh phía Nam. Việc chọn lựa phương pháp dự tính độ lún có kết theo sơ đồ bài toán phẳng cho phép đánh giá độ lún do đất nền chuyển vị ngang và thu nhận độ lún phù hợp hơn với thực tế như các kết quả nghiên cứu quan trắc đã có.

Với các công cụ thí nghiệm hiện đại, việc thí nghiệm đo đạc độ lún và tiêu tán ALNLR theo thời gian có thể thực hiện được. Việc thực hiện thí nghiệm trên các mẫu sét mềm bão hòa nước của khu vực có thể giúp nhận định các giá trị này đúng đắn hơn và làm cơ sở cho nghiên cứu lý thuyết tính toán.

Như vậy, định hướng nghiên cứu của đề tài luận án bao gồm xác định quy luật hình thành và tiêu tán ALNLR trong sét mềm bão hòa nước, chọn lựa lý thuyết dự tính độ lún nền đất theo sơ đồ bài toán phẳng. Ở đây, trong tính toán cần thiết nghiên cứu xét đến qui luật tiêu tán ALNLR theo qui luật từ thí nghiệm.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT DỰ BÁO ĐỘ LÚN CÓ KẾT THEO SƠ ĐỒ HAI CHIỀU

2.1 Giới thiệu bài toán có kết theo sơ đồ hai chiều

Giả thiết rằng các hệ số thấm k_x, k_z không đổi, còn hệ số rỗng được lấy bằng giá trị trung bình e_{tb} , phương trình có kết hai chiều có thể biểu diễn dưới dạng:

$$\frac{1}{1+e_{tb}} \frac{\partial e}{\partial t} + n m_w \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\gamma_w} \left(k_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2.17)$$

2.2 Phương trình có kết theo sơ đồ hai chiều

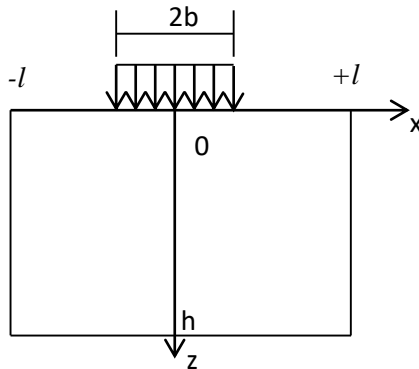
Giả thiết rằng trong quá trình có kết, tổng ứng suất chính không đổi, phương trình có kết khi $\sigma = \text{const}$ và với $m_w = 3/K_w$ có dạng:

$$\left[\frac{2(1+\nu)}{K} + \frac{3n}{K_w} \right] \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\gamma_w} \left(k_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2.20)$$

Hoặc:
$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_{vx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + C_{vz} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2.21)$$

Các phương trình này mô tả quá trình nén chặt đất bão hòa nước trong điều kiện thấm hai chiều và biến dạng phẳng.

2.3 Một số lời giải ứng với các điều kiện ban đầu và điều kiện biên



Hình 2.2 Sơ đồ bài toán có kết hai chiều

2.3.1 Xét trường hợp hệ số thấm theo phương đứng và phương ngang như nhau

Điều kiện biên có dạng:

$$\text{Khi: } x = l; x = -l : u(l, z, t) = u(-l, z, t) = 0$$

$$\text{Khi: } z = 0; z = h : u(x, 0, t) = u(x, h, t) = 0 \quad (2.24)$$

Với hệ số A_{ij} :

$$A_{ij} = \frac{2}{lh} \int_0^h \int_{-l}^l u(x, z, 0) \sin \left[\frac{i\pi}{2l}(x+l) \right] \sin \left(\frac{j\pi}{h} z \right) dx dz \quad (2.40)$$

Lời giải phương trình cổ kết thỏa các điều kiện biên:

$$u(x, z, t) = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ A_{ij} \exp \left[-C_v \pi^2 \left(\frac{i^2}{4l^2} + \frac{j^2}{h^2} \right) t \right] \sin \left[\frac{i\pi}{2l}(x+l) \right] \sin \left(\frac{j\pi}{h} z \right) \right\} \quad (2.41)$$

2.3.2 Xét trường hợp hệ số thấm không đồng nhất theo phương đứng và phương ngang

Ký hiệu $\zeta = \frac{k_x}{k_z}$ - hệ số không đồng nhất về thấm, phương trình có dạng:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_{vz} \left(\zeta \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2.61)$$

Nhận được lời giải cho bài toán cổ kết phẳng với hệ số thấm theo phương đứng và phương ngang khác nhau:

$$u(x, z, t) = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ A_{ij} \exp \left[-C_{vz} \pi^2 \left(\zeta \frac{i^2}{4l^2} + \frac{j^2}{h^2} \right) t \right] \sin \left[\frac{i\pi}{2l}(x+l) \right] \sin \left(\frac{j\pi}{h} z \right) \right\} \quad (2.64)$$

2.4 Phương pháp ước lượng độ lún theo thời gian theo sơ đồ bài toán phẳng

2.4.1 Cơ sở ước lượng độ lún theo sơ đồ bài toán phẳng

Chuyển vị đứng của đất nền bằng cách phân chia chuyển vị thành hai thành phần:

$$v = \int_z^h \left(\frac{\sigma_z - \sigma}{2G} + \frac{3\sigma}{K} \right) dz = v_s + v_v \quad (2.75)$$

Ở đây: σ - ứng suất trung bình. Trong sơ đồ bài toán phẳng:

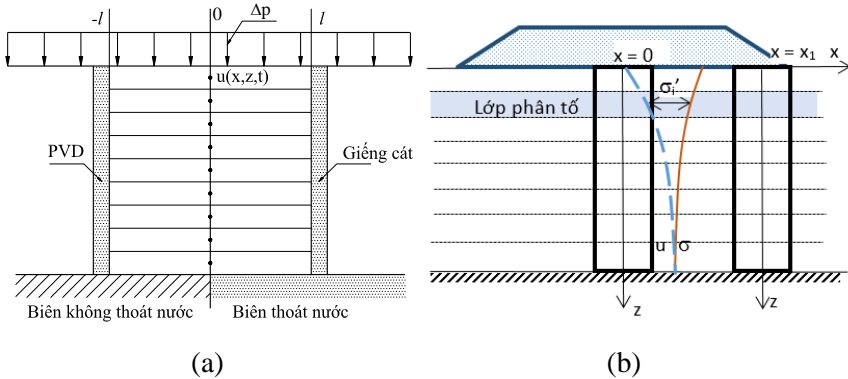
$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3} = \frac{1}{3(1-\nu)}(\sigma_x + \sigma_z) \quad (2.76)$$

Độ lún là chuyển vị đứng tại bề mặt dưới diện gia tải được xem bao gồm hai thành phần:

$$S = S_s + S_v \quad (2.77)$$

2.4.2 Cơ sở ước lượng độ lún cố kết theo sơ đồ bài toán phẳng

Như vậy, căn cứ cơ sở lời giải bài toán cố kết hai chiều kết hợp tính toán theo tổng lớp phân tố, mô hình đánh giá độ lún theo thời gian của nền được xử lý bằng thoát nước đứng kết hợp gia tải trước có thể được thể hiện dưới dạng phần tử đơn vị như Hình 2.3 và cho phép ước lượng được độ lún của nền ở thời điểm bất kỳ.



Hình 2.3 Sơ đồ phần tử đơn vị phẳng sử dụng để đánh giá ALNLR thặng dư (a) và ứng suất hữu hiệu theo lớp phân tố (b).

Từ việc phân tích tổng hợp cơ sở lý thuyết, trình tự tính toán dự báo độ lún nền đất được xử lý bằng thiết bị thoát nước đứng theo thời gian được xây dựng theo 8 bước.

2.5 Kết luận Chương 2

Lời giải bài toán cố kết hai chiều cho phép xác định ALNLR thặng dư tại điểm có tọa độ bất kỳ với điều kiện biên thoát nước khác nhau có xét sự khác biệt hệ số thấm đứng và ngang.

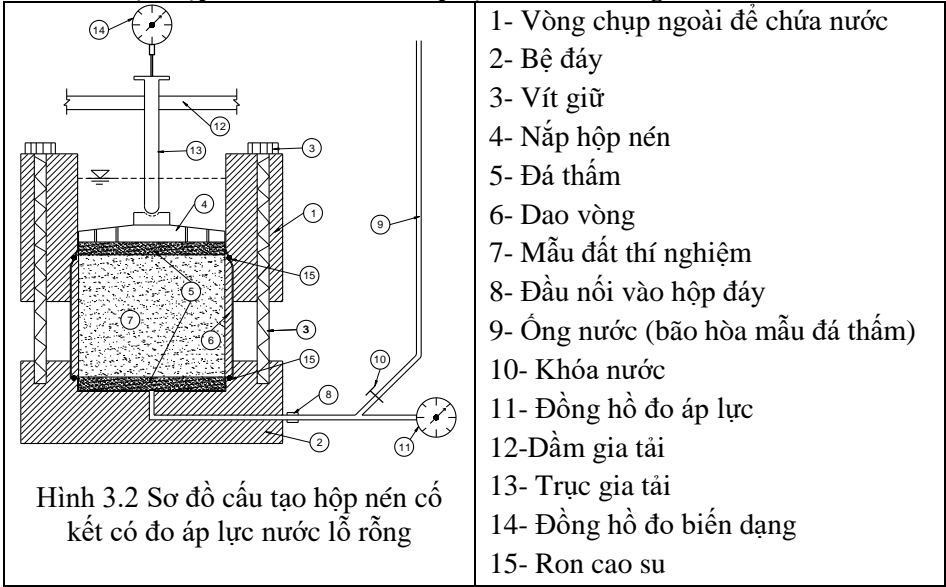
Trên cơ sở xem ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình, tổng hợp và đề nghị phương pháp dự tính độ lún cố kết theo sơ đồ bài toán phẳng. Phương pháp tính toán đề nghị cho phép đánh giá độ lún cố kết nền tự nhiên và được xử lý bằng thiết bị thoát nước đứng với các điều kiện biên khác nhau. Ngoài ra, phương pháp đề nghị còn cho phép đánh giá độ lún tại điểm bất kỳ dưới diện gia tải nên cho phép đánh giá độ lún lệch.

Chấp nhận độ lún bao gồm hai thành phần (do nén thể tích và do biến dạng hình dạng) kết hợp mô hình phần tử đơn vị cho phép đánh giá quá trình cố kết xem ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình để áp dụng dự tính độ lún cố kết nền đất tự nhiên và được xử lý bằng thiết bị thoát nước đứng theo sơ đồ bài toán phẳng.

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ĐỘ LÚN VÀ TIÊU TÁN ÁP LỰC NƯỚC LỖ RỖNG THEO THỜI GIAN BẰNG HỘP NÉN CHẾ TẠO

3.1 Thí nghiệm cố kết có đo tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng

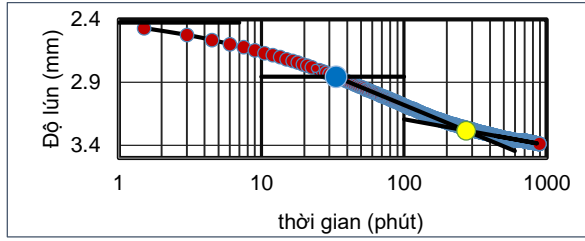
3.1.1 Chế tạo hộp nén cố kết có đo áp lực nước lỗ rỗng



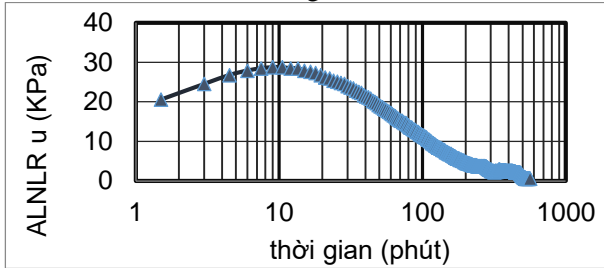
3.1.2 Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả thí nghiệm nén cố kết một chiều có đo áp lực nước lỗ rỗng

Sự hình thành và tiêu tán ALNLR không như các lý thuyết cố kết đã có (ALNLR thặng dư ban đầu bằng giá trị áp lực gia tăng và tiêu tán hoàn toàn khi chấm dứt cố kết). Ở đây, ALNLR ban đầu có giá trị bé hơn đáng kể so với áp lực gia tăng và tăng đến giá trị lớn nhất ở một thời điểm nào đó rồi mới tiêu tán dần đến khi chấm dứt cố kết.

Thời gian mẫu đất đạt độ lún cố kết hoàn toàn (t_{100}) nhỏ hơn đáng kể so với thời gian ALNLR tiêu tán hoàn toàn. Như vậy, thời gian đạt cố kết hoàn toàn theo độ lún và mức độ tiêu tán ALNLR không như nhau.



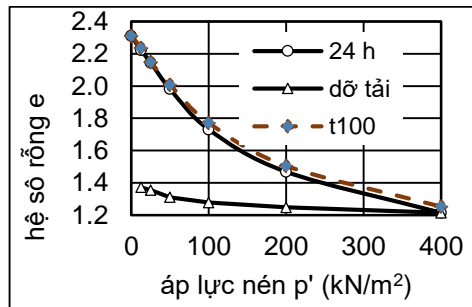
Hình 3.8 Biểu đồ độ lún theo thời gian của mẫu M1 ở cấp áp lực 50 – 100 kN/m² và các đại lượng cốt kết thu nhận được



Hình 3.9 Biểu đồ tiêu tán ALNLR theo thời gian của mẫu M1 cấp áp lực 50 – 100 kN/m²

3.2. Đặc điểm cốt kết theo độ lún và tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng theo kết quả thí nghiệm trong phòng

3.2.1 Đặc điểm đường cong nén lún và một số đặc điểm tính chất biến dạng của sét mềm bão hòa nước ở khu vực các tỉnh phía Nam



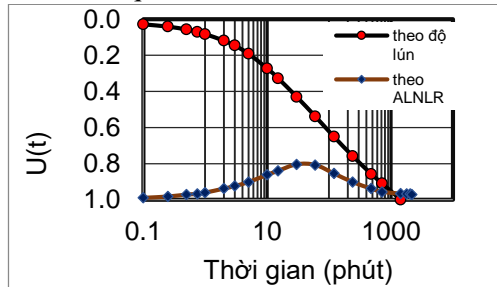
Hình 3.12 Đường cong nén lún e – p ở 24 giờ và t₁₀₀ mẫu M2 thoát nước hai chiều

Kết quả ở Hình 3.12 cho thấy kể từ cấp áp lực nén 100 kN/m^2 sự chênh lệch giữa hai đường nén xuất hiện rõ ràng hơn. Tuy nhiên, độ dốc của hai đường này khác biệt không đáng kể do gần song song nhau.

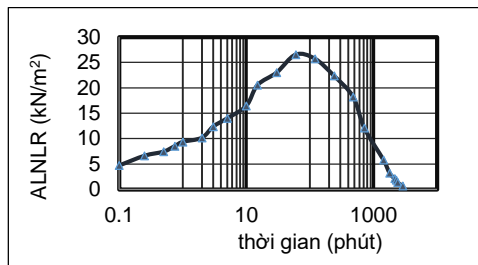
Kết quả tổng kết ở 22 dự án với hơn 670 mẫu đất cho thấy giá trị áp lực tiền cố kết p_c của sét mềm bão hòa ở khu vực các tỉnh phía Nam dao động chủ yếu trong phạm vi $40 - 80 \text{ kN/m}^2$ và phụ thuộc độ sâu phân bố. Kết quả tổng hợp phân tích cho thấy sét mềm bão hòa nước ở khu vực gần bề mặt ở trạng thái quá cố kết và có dạng phi tuyến theo độ sâu. Từ độ sâu 10 m trở đi, giá trị OCR thay đổi không đáng kể và xấp xỉ bằng 1. Đất nền từ độ sâu 10 m trở xuống cho đến nay còn chưa được nén chặt đáng kể và chưa cố kết hoàn toàn do trọng lượng bản thân.

3.2.2 Phân tích đặc điểm cố kết theo độ lún và theo mức độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng bằng hộp nén chế tạo

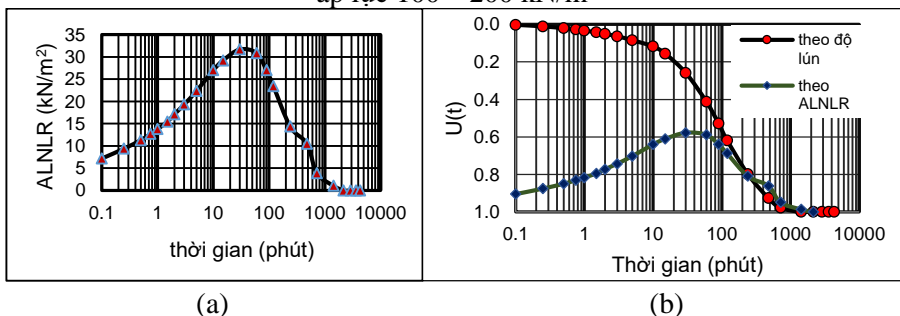
Kết quả cho thấy thời điểm đạt cố kết hoàn toàn theo độ lún và theo ALNLR chỉ gần xấp xỉ nhau, sự khác biệt đáng kể chủ yếu xảy ra ở các khoảng thời gian trước đó. Điều đáng ghi nhận trong biểu đồ phân tích độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR là ở giai đoạn sau, thời gian đạt cố kết ổn định ($U \approx 1$) theo ALNLR luôn xảy ra chậm hơn so kết quả tính theo với độ lún.



Hình 3.20 Độ cố kết mẫu M2, chiều cao 2 cm, thoát nước một chiều, cấp áp lực $50 - 100 \text{ kN/m}^2$ theo độ lún và ALNLR.



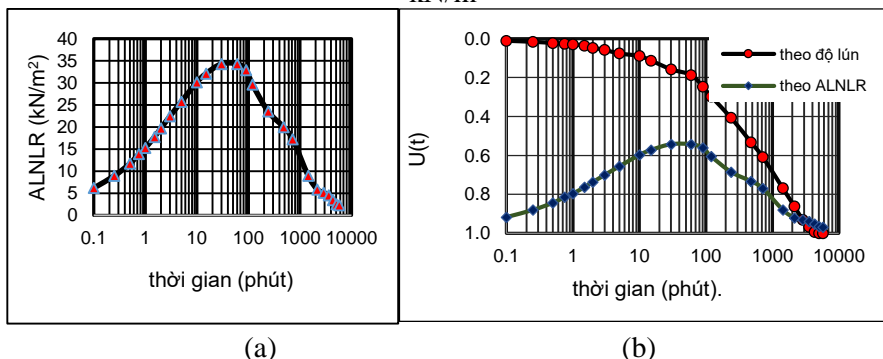
Hình 3.22 Tiêu tán ALNLR theo thời gian mẫu M2 thoát nước một chiều, cấp áp lực 100 – 200 kN/m²



(a)

(b)

Hình 3.24 Tiêu tán ALNLR (a) và độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR (b) theo thời gian mẫu M5 thoát nước một chiều, cao 4 cm, cấp áp lực 50 – 100 kN/m²



(a)

(b)

Hình 3.26 Tiêu tán ALNLR (a) và độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR (b) theo thời gian mẫu M5 thoát nước một chiều, cao 6 cm, cấp áp lực 50 – 100 kN/m²

Điều đáng lưu ý là thời điểm giá trị ALNLR thẳng dư đạt giá trị lớn nhất ở các mẫu có chiều cao khác nhau (2, 4 và 6 cm) gần như nhau, tức là xảy ra trong

khoảng từ 50 đến 70 phút. Như vậy, thời điểm ALNLR thặng dư đạt giá trị lớn nhất không phụ thuộc vào bề dày lớp đất chịu nén.

3.3 Kết luận chương 3

Sau khi đặt tải, ALNLR thặng dư trong sét mềm gia tăng từ từ và đạt giá trị lớn nhất sau khoảng thời gian 50 – 70 phút trong các mẫu có chiều cao khác nhau từ 2, 4 đến 6 cm. Sau đó, ALNLR giảm cho đến khi mẫu đất đạt cố kết hoàn toàn.

Trong sét mềm bão hòa nước, ALNLR lớn nhất đo được nhỏ hơn đáng kể so với giá trị ứng suất đứng gia tăng và xấp xỉ ứng suất trung bình ở thời điểm đó.

Độ lún và mức độ tiêu tán ALNLR không đồng thời trong quá trình cố kết, đặc biệt là ở các thời điểm ban đầu. Thời điểm đạt độ lún cố kết ổn định xấp xỉ thời điểm giá trị ALNLR tiêu tán đến giá trị ổn định nhưng chưa tiêu tán hoàn toàn.

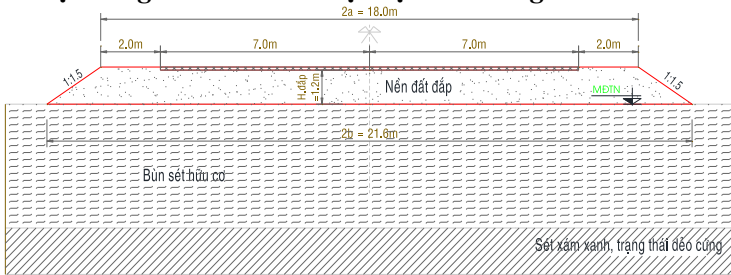
Kết quả phân tích độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR tại điểm trung bình mẫu cho thấy thời gian đạt cố kết ổn định (khi $U(t) \approx 1$) theo ALNLR luôn xảy ra chậm hơn so với kết quả tính theo độ lún. ALNLR sau khi độ cố kết theo độ lún đạt 100% duy trì giá trị không đáng kể (nhỏ hơn 3 kN/m^2).

CHƯƠNG 4 ĐỘ LÚN, LÚN LỆCH CỦA NỀN ĐẤT YẾU DƯỚI CÔNG TRÌNH ĐÁP THEO THỜI GIAN TRÊN CƠ SỞ BÀI TOÁN CÓ KẾT HAI CHIỀU

Căn cứ lời giải bài toán có kết hai chiều và biến dạng lún theo sơ đồ bài toán phẳng có xét ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình, có thể đánh giá độ lún có kết nền đất yếu dưới công trình đập. Việc áp dụng tính toán lấy theo dữ liệu thực tế ở nền đường Quốc lộ 1A đi qua tỉnh Vĩnh Long và nền đất yếu xử lý thoát nước đứng bằng giếng cát vào cầu Cao Lãnh.

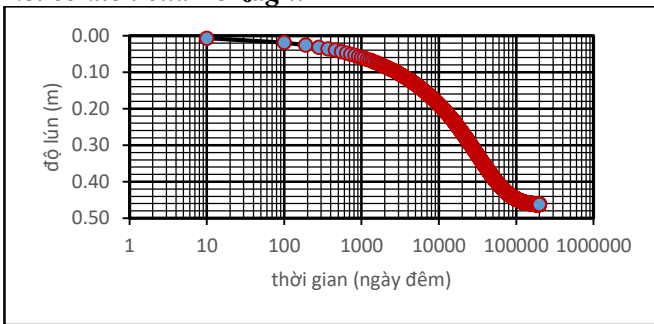
4.1 Độ lún nền đất yếu dưới công trình đường đập theo thời gian trong nền tự nhiên trên cơ sở sơ đồ hai chiều

4.1.1 Giới thiệu công trình và điều kiện địa chất công trình



Hình 4.1 Sơ đồ mặt cắt nền đường đập trên đất yếu ở dự án mở rộng QL 1A đoạn Vĩnh Long – Cần Thơ.

4.1.2 Độ lún của nền đất yếu dưới công trình đường đập theo thời gian theo lý thuyết có kết cổ điển của Terzaghi

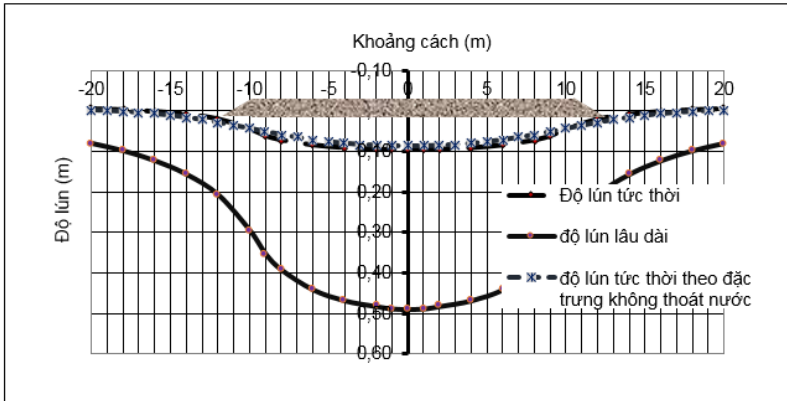


Hình 4.5 Biểu đồ độ lún theo thời gian của nền đất yếu dưới nền đường quốc lộ 1A đoạn đi qua tỉnh Vĩnh Long theo lý thuyết có kết một chiều

4.1.3 Độ lún và độ lún lệch của nền đất yếu dưới công trình đắp theo thời gian trên cơ sở lý thuyết cổ kết hai chiều

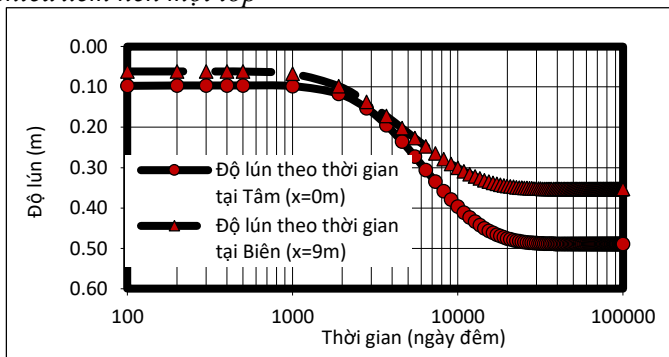
4.1.3.1 Sự phân bố độ lún ngắn hạn và ổn định lâu dài

Độ lún ổn định tại tâm diện gia tải theo sơ đồ hai chiều có giá trị đến 0,489 m, lớn hơn so với kết quả dự tính theo sơ đồ một chiều nhưng độ lún tại biên (điểm có tọa độ $z = 0, x = 9$ m) chỉ có giá trị 0,353 m, nhỏ hơn so với độ lún theo sơ đồ một chiều là 0,462 m.



Hình 4.6 Phân bố độ lún nền đất yếu dưới nền đường đắp ở thời điểm ban đầu và đạt ổn định cổ kết

4.1.3.2 Độ lún của nền đất yếu dưới công trình đường đắp trên cơ sở bài toán cổ kết hai chiều xem nền một lớp

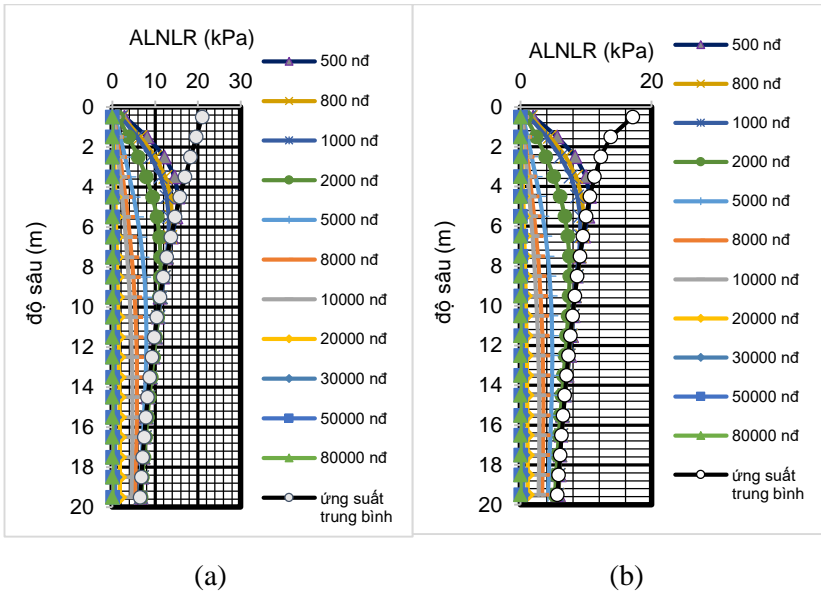


Hình 4.8 Độ lún tại tâm và biên trên cơ sở bài toán cổ kết hai chiều xem độ kết tương đương mức độ tiêu tán ALNLR tại điểm trung bình

4.1.3.3 Độ lún cố kết của nền đất yếu dưới công trình đường đắp trên cơ sở bài toán cố kết hai chiều theo tổng độ lún các lớp phân tổ

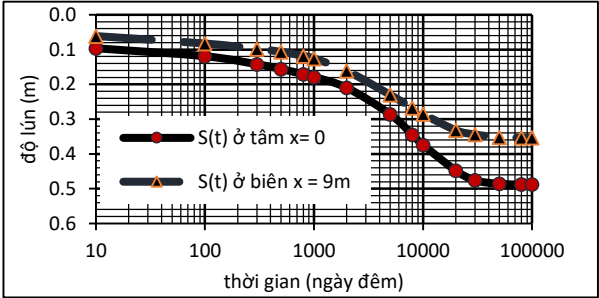
Kết quả tính toán phân tích chỉ ra rằng ở các độ sâu lớn xấp xỉ hơn 10 m trong nền đất yếu không chịu ảnh hưởng đáng kể do tải trọng san lấp sau hàng chục năm. Tận dụng điều này có thể giúp chọn lựa phạm vi gia cố nền đất yếu và lập kế hoạch sử dụng lâu dài.

Thời gian đạt độ lún ổn định của phương pháp tổng lớp phân tổ chậm hơn so với trường hợp xem nền là một lớp nhưng không đáng kể. Thực vậy, do tính toán theo lớp phân tổ, nên ở các độ sâu nhỏ, độ lún cố kết bắt đầu xuất hiện sớm hơn còn ở các độ sâu lớn hơn, ALNLR thấp dư tiêu tán chậm hơn nên thời gian đạt ổn định cũng sẽ kéo dài hơn. Ở đây, thời gian đạt độ lún ổn định của phương pháp tổng lớp phân tổ xấp xỉ 80.000 ngày đêm (220 năm). Tuy nhiên, từ biểu đồ có thể thấy rằng độ lún hầu như tăng không đáng kể kể từ 40.000 ngày đêm.



Hình 4.9 Đặc điểm phân bố ALNLR thẳng dư dưới tâm (a) và biên (b) theo độ sâu ở các thời điểm khác nhau

Việc tính toán theo bài toán hai chiều còn cho thấy độ lún ổn định tại tâm có giá trị lớn hơn so với kết quả tính theo sơ đồ bài toán một chiều. Ở đây, độ lún ổn định tại tâm là 0,488 m, ở biên là 0,353 m (độ lún ổn định bài toán một chiều là 0,463 m). Độ lún ổn định tại tâm do biến dạng thể tích có giá trị 0,391 m, chiếm 80,2% so với tổng độ lún tại tâm và độ lún ổn định tại biên do biến dạng thể tích 0,292 m, chiếm 82,6% so với tổng độ lún tại biên.



Hình 4.10 Độ lún tại tâm và biên theo thời gian trên cơ sở bài toán cố kết hai chiều theo tổng lớp phân tử.

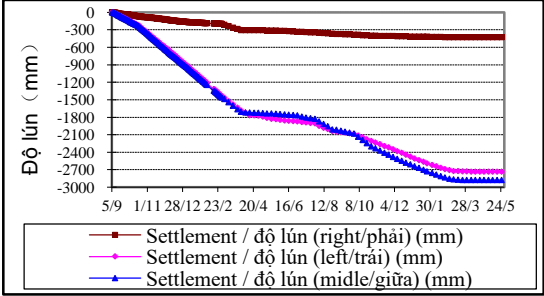
4.2 Độ lún cố kết nền đất yếu được xử lý giềng cát kết hợp gia tải trước trên cơ sở sơ đồ hai chiều với mô hình phân tử đơn vị

4.2.1 Giới thiệu về công trình và điều kiện địa chất công trình

Trong phạm vi các hố khoan, cấu tạo địa chất cho thấy có lớp đất yếu là lớp 1a và lớp 2a. Việc xử lý chủ yếu trong phạm vi hai lớp này.

4.2.2 Dữ liệu quan trắc hiện trường, chọn lựa sơ đồ tính và đặc trưng cơ lý

4.2.2.1 Tập hợp dữ liệu quan trắc hiện trường phục vụ phân tích so sánh



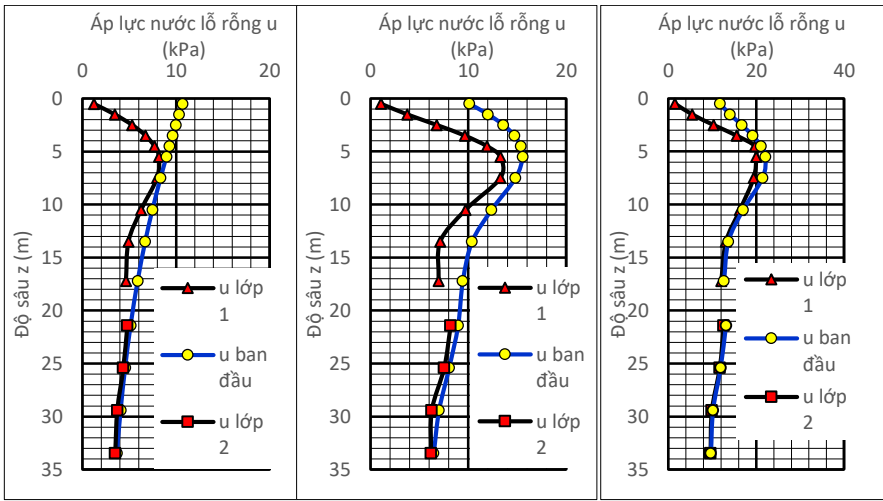
Hình 4.23 Độ lún quan trắc theo thời gian tại tâm, biên và mép tại Km 8+100

4.2.2.2 Chọn lựa các bước tính và đặc trưng cơ lý đất phục vụ phân tích tính toán

Do việc mô phỏng hay tính toán khó thể hiện chi tiết gia tải như biểu đồ gia tải thực tế nên việc gia tải được mô phỏng theo từng đợt. Chi tiết gia tải và thời gian cố kết được xác định theo một số thời điểm theo biểu đồ gia tải với chiều cao đắp gia tải trước lớn nhất là 7,88 m. Việc tính toán được thực hiện theo từng bước gia tải và chờ cố kết. Đặc trưng cơ lý đất nền được chọn lựa lấy từ hồ sơ khảo sát.

4.2.3 Độ lún cố kết nền đất yếu xử lý giếng cát kết hợp gia tải trước trên cơ sở sơ đồ hai chiều với mô hình phần tử đơn vị

Về tổng thể, đặc điểm tiêu tán ALNLR trong nền dưới biên cũng tương tự như dưới tâm diện chịu tải.

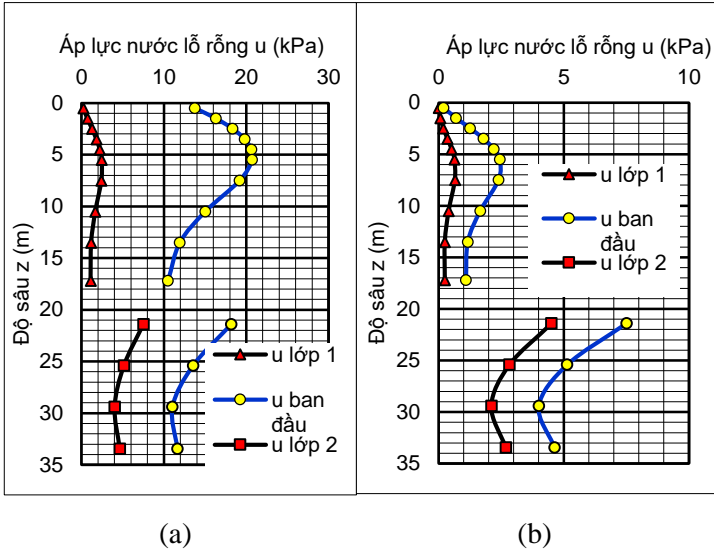


(a)

(b)

(c)

Hình 4.25 ALNLR thẳng dư dưới tâm diện gia tải giai đoạn 1 (a), 2 (b) và 3 (c)



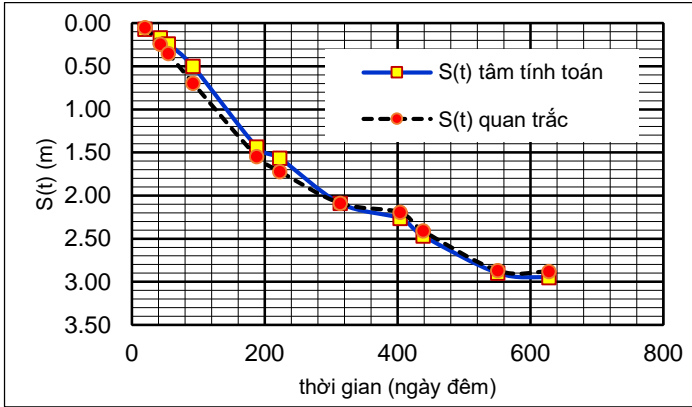
Hình 4.28 ALNLR thẳng dư dưới tâm diện gia tải giai đoạn 10 (a) và 11 (b)

Hình 4.33 cho thấy độ lún theo thời gian dưới tâm diện gia tải tiếp cận giá trị quan trắc. Trong một vài thời điểm, một vài giá trị độ lún còn chênh lệch nhưng sự khác biệt không đáng kể. Thực vậy, biểu đồ gia tải và quan trắc thực tế gần như đường cong liên tục do việc san lấp tiến hành với nhiều giai đoạn ngắn hơn trong khi việc tính toán căn cứ vào việc phân chia thành một số chu kỳ nhất định.

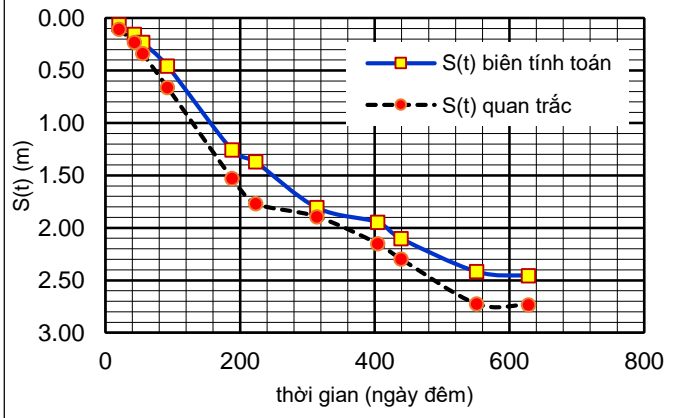
Kết quả tính toán bằng lý thuyết đề nghị cho thấy độ lún tại biên ít hơn so với kết quả quan trắc dù qui luật phân bố độ lún tương tự kết quả quan trắc. Tuy nhiên, sự khác biệt này có thể chấp nhận được.

Cũng nên lưu ý rằng, hồ sơ thiết kế dự báo độ lún của nền sau khi đạt ổn định là 4,0 m (xem phụ lục), khác biệt đáng kể so với kết quả quan trắc. Thực vậy, việc tính toán theo 22TCN 262 - 2000 chưa xét tới vai trò của giồng cát.

Độ lún ổn định tại tâm và biên do biến dạng nén thể tích theo kết quả tính toán có giá trị 2,81 m và 2,33 m chiếm 95% so với toàn bộ tổng độ lún tại các vị trí này. Độ lún ổn định dự tính theo phương pháp đề nghị ở tâm và biên có giá trị tương ứng là 2,95 m và 2,456 m so với kết quả quan trắc sau cùng là 2,88 m và 2,73 m.



Hình 4.33 Độ lún dưới tâm diện gia tải theo thời gian theo kết quả dự tính bằng phương pháp đề nghị theo sơ đồ hai chiều và kết quả quan trắc



Hình 4.34 Độ lún dưới biên diện gia tải theo thời gian theo kết quả dự tính bằng phương pháp đề nghị theo sơ đồ hai chiều và kết quả quan trắc

4.3 Kết luận Chương 4

Kết quả tính toán dự báo độ lún cố kết của nền tự nhiên dưới công trình đường đắp cho thấy thời điểm đạt độ lún ổn định theo sơ đồ hai chiều ngắn hơn so với kết quả dự tính theo sơ đồ một chiều. Thời gian đạt độ lún ổn định dưới tâm và biên khác biệt nhau không đáng kể và xấp xỉ 220 năm đối với lớp đất yếu có bề dày 20,0 m có đáy không thoát nước như ở khu vực Vĩnh Long.

Độ lún ổn định ở tâm diện gia tải theo sơ đồ hai chiều có giá trị lớn hơn và ở biên thì nhỏ hơn so với độ lún theo sơ đồ một chiều. Độ lún do biến dạng nén thể tích dưới tâm và biên khác biệt nhau không đáng kể và chiếm từ 80 đến 95% so với tổng độ lún tùy thuộc hình dạng, kích thước gia tải và phạm vi vùng ảnh hưởng.

Phương pháp dự báo độ lún cố kết theo sơ đồ hai chiều có xét ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình cho phép dự báo độ lún cố kết của nền đất yếu được xử lý bằng giếng cát kết hợp gia tải trước. Kết quả tính toán áp dụng cho thấy độ lún cố kết dự tính theo phương pháp nghiên cứu đề nghị phù hợp với kết quả quan trắc cả về quy luật và giá trị.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Chấp nhận độ lún bao gồm hai thành phần (do nén thể tích và do biến dạng hình dạng) kết hợp mô hình phân tử đơn vị cho phép đánh giá quá trình cố kết xem ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình để áp dụng dự tính độ lún cố kết nền đất tự nhiên và được xử lý bằng thiết bị thoát nước đứng kết hợp gia tải trước theo sơ đồ bài toán phẳng.

2. Sau khi đặt tải, ALNLR thặng dư trong sét mềm đến dẻo mềm gia tăng từ từ và đạt giá trị lớn nhất sau khoảng thời gian 50 – 70 phút trong các mẫu có chiều cao khác nhau từ 2, 4 đến 6 cm. Giá trị ALNLR lớn nhất đo được nhỏ hơn đáng kể so với giá trị ứng suất đứng gia tăng và xấp xỉ ứng suất trung bình ở thời điểm đó. Sau đó, ALNLR giảm cho đến khi mẫu đất đạt cố kết hoàn toàn.

3. Kết quả phân tích độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR tại điểm trung bình mẫu cho thấy thời gian đạt cố kết ổn định (khi $U(t) \approx 1$) theo ALNLR luôn xảy ra chậm hơn so với kết quả tính theo độ lún. ALNLR sau khi độ cố kết theo độ lún đạt 100% duy trì giá trị không đáng kể (nhỏ hơn 3 kN/m^2).

4. Kết quả tính toán dự báo độ lún cố kết của nền tự nhiên dưới công trình đường đắp cho thấy thời điểm đạt độ lún ổn định theo sơ đồ hai chiều ngắn hơn so với

kết quả dự tính theo sơ đồ một chiều. Thời gian đạt độ lún ổn định dưới tâm và biên khác biệt nhau không đáng kể và xấp xỉ 220 năm đối với lớp đất yếu có bề dày 20,0 m có đáy không thoát nước như ở khu vực Vĩnh Long.

5. Độ lún ổn định dưới tâm diện gia tải theo sơ đồ hai chiều có giá trị lớn hơn và ở biên thì nhỏ hơn so với độ lún theo sơ đồ một chiều. Độ lún do biến dạng nén thể tích dưới tâm và biên khác biệt nhau không đáng kể và chiếm từ 80 đến 95% so với tổng độ lún tùy thuộc hình dạng, kích thước gia tải và phạm vi vùng ảnh hưởng.

6. Phương pháp dự báo độ lún cố kết theo sơ đồ hai chiều có xét ALNLR phụ thuộc ứng suất trung bình cho phép dự báo độ lún cố kết của nền đất yếu được xử lý bằng giếng cát kết hợp gia tải trước. Kết quả tính toán áp dụng cho thấy độ lún cố kết dự tính theo phương pháp nghiên cứu đề nghị phù hợp với kết quả quan trắc cả về quy luật và giá trị.

Kiến nghị

- Độ cố kết theo độ lún và tiêu tán ALNLR trong đất loại sét có thể khác biệt nhau đáng kể và thời điểm ALNLR tiêu tán hoàn toàn thường xảy ra chậm hơn đáng kể so với độ lún. Do đó, trong quan trắc trong công tác xử lý nền bằng gia tải trước, cần lưu ý độ cố kết theo giá trị ALNLR đo đạc có thể chậm hơn so với theo độ lún.

- Phương pháp dự báo độ lún cố kết theo sơ đồ hai chiều kết hợp mô hình phần tử đơn vị cho phép đánh giá độ lún và độ lún lệch theo thời gian nên phù hợp sử dụng để phân tích ổn định lâu dài nền đất yếu theo thời gian nhằm đảm bảo điều kiện sử dụng nền công trình lâu dài và hạn chế sử dụng các giải pháp xử lý nền.

- Có thể sử dụng phương pháp đề nghị để dự báo độ lún, sự phân bố độ lún theo thời gian cho nền đất xử lý thoát nước đứng. Ưu điểm của phương pháp này là có thể cho phép đánh giá sự phân bố độ lún phù hợp với thực tế, đặc biệt khi diện gia tải hẹp và bề dày lớp đất yếu xử lý lớn.