

DỰ BÁO SỰ GIA TĂNG SỨC CHỐNG CẮT KHÔNG THOÁT NƯỚC CỦA SÉT MỀM THEO ĐỘ SÂU VÀ THỜI GIAN TUYẾN ĐƯỜNG DỌC KÈ SÔNG BẢO ĐỊNH THÀNH PHỐ MỸ THO, TỈNH TIỀN GIANG

PREDICTING THE INCREASE IN UNDRAINED SHEAR STRENGTH OF SOFT CLAY ACCORDING TO THE DEPTH AND TIME OF THE BAO DINH RIVER EMBANKMENT ROAD MY TO CITY, TIEN GIANG PROVINCE.

¹Trương Văn Tính, ²Phan Sỹ Liêm, ³Nguyễn Thành Đạt

¹Công ty CP Tư vấn Đầu tư GT-TL- Tiền Giang,

²Công ty CP Tư vấn Đầu tư GTVT – Sài Gòn, ³Trường ĐG GTVT TP.Hồ Chí Minh

¹vantinhkt@gmail.com, ²syliem91@gmail.com, ³dathoai6771@gmail.com

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, do biến đổi khí hậu, cộng với những tác động trực tiếp của triều cường, gió chướng phức tạp, kết hợp với tác động trực tiếp của các phương tiện giao thông thủy đã gây sạt lở nghiêm trọng hai bên bờ sông, đặc biệt là đoạn từ cống Bảo Định đến cầu Quay thuộc thành phố Mỹ Tho, tỉnh Tiền Giang. Do vậy tình trạng sạt lở bờ sông, lấn chiếm xây dựng nhà cửa trái phép đã trở thành mối đe dọa nghiêm trọng đến tính mạng, tài sản của nhân dân, ảnh hưởng lớn đến sự an toàn và ổn định các công trình hạ tầng hai bên bờ. Việc xây dựng tuyến đường và kè dọc sông Bảo Định là rất cần thiết, tại vị trí xây dựng là vùng trũng thấp, đất sét bão hòa rất yếu, ngập lũ thường xuyên. Cần nghiên cứu, giải quyết các vấn đề về lún và ổn định nền. Từ đó đưa ra các giải pháp dự báo sự gia tăng sức chống cắt không thoát nước của sét mềm theo thời gian và độ sâu tuyến đường dọc kè sông Bảo Định hợp lý và chính xác. Rút ngắn thời gian thi công, tiết kiệm chi phí, an toàn cho công trình

Từ khóa: Sức chống cắt không thoát nước, lún, ổn định.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: In recent years, due to climate change, coupled with the direct impacts of high tides, northeast wind is complex, combined with the direct impact of waterway vehicles that have caused serious landslides in both sides on the riverbank, especially the section from Bao Dinh sewer to Quay bridge in My Tho city, Tien Giang province. Therefore, the situation of river bank erosion and encroachment on illegal construction of houses has become a serious threat to people's lives and properties, greatly affecting the safety and stability of infrastructure works in both sides on the riverbank. The construction of roads and embankments along Bao Dinh river is essential, in the construction site is low-lying, very weak saturated clay, frequent flooding. We need to study, solve subsidence and ground stabilization issues. Then give the proposed solutions to predict the increase in undrained shear strength of soft clay over time and the depth of the Bao Dinh river embankment road is reasonable and accurate. Shorten construction time, save the cost, safety for construction

Keywords: Undrained shear strength, subsidence, stability.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

Thành phố Mỹ Tho trong những năm gần đây, do biến đổi khí hậu, cộng với những tác động trực tiếp của triều cường, gió chướng phức tạp, kết hợp với tác động trực tiếp của các phương tiện giao thông thủy đã gây sạt lở nghiêm trọng hai bên bờ sông, đặc biệt là đoạn từ cống Bảo Định đến cầu Quay. Do vậy tình trạng sạt lở bờ sông, lấn chiếm xây dựng nhà cửa trái phép đã trở thành mối đe dọa nghiêm

trọng đến tính mạng, tài sản của nhân dân, ảnh hưởng lớn đến sự an toàn và ổn định các công trình hạ tầng hai bên bờ.

Do vậy việc xây dựng tuyến đường và kè dọc sông Bảo Định là rất cần thiết, tại vị trí xây dựng là vùng trũng thấp, đất sét bão hòa rất yếu, ngập lũ thường xuyên nên khi xây dựng tuyến đường dọc kè sông Bảo Định cần phải đắp cao, biến dạng theo thời gian rất lớn. Bài viết tham khảo tài liệu công trình: Kè

chống sạt lở sông Bảo Định thành phố Mỹ Tho do Công ty Cổ phần Tư vấn đầu tư giao thông - thủy lợi Tiền Giang lập năm 2015.



Hình 1. Hiện trạng lấn chiếm lòng sông.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến sức chống cắt không thoát nước

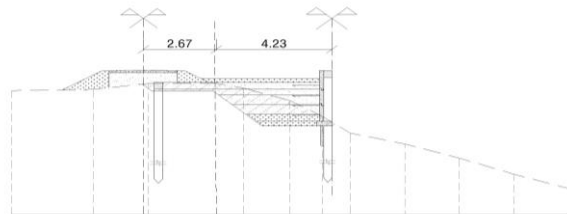
Có nhiều kết quả nghiên cứu về phương pháp xác định cũng như tương quan giữa sức chống cắt không thoát nước và các đặc trưng cơ lý khác. Ở đây có thể thấy rằng các tương quan giữa S_u và I_p hay I_L phụ thuộc vào khu vực có địa chất đặc thù. Ngoài ra, ở cùng một độ sâu, ứng suất có trọng lượng bản thân xấp xỉ như nhau nhưng giá trị S_u khác biệt nhau đáng kể theo loại đất. Tuy nhiên, giá trị độ chặt trong một lớp đất được xem như thay đổi không đáng kể nhưng giá trị S_u theo độ sâu và ứng suất tác dụng có thể khác biệt vài lần. Từ đó có thể thấy rằng những yếu tố ảnh hưởng đến sức chống cắt không thoát nước: Tính chất cơ lý của đất; độ sâu; độ chặt; ứng suất tác dụng; thời gian. Các phương pháp thí nghiệm để xác định sức chống cắt không thoát nước trong phòng thí nghiệm và thử nghiệm tại hiện trường như: Thí nghiệm nén ba trục không có kết - không thoát nước (UU); thí nghiệm nén ba trục có kết - không thoát nước (CU); thí nghiệm ba trục có kết - thoát nước (CD).

2.2. Tính tương quan của các phương pháp xác định S_u

Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy sức chống cắt không thoát nước S_u của đất sét bão hòa nước khác nhau theo các phương pháp thí nghiệm khác nhau và phụ thuộc vào hàng loạt các yếu tố như điều kiện thí nghiệm, lịch sử ứng suất (thông qua giá trị OCR), cơ chế phá hoại (thông qua giá trị A_f), tính bất đẳng hướng (điều kiện trầm tích).

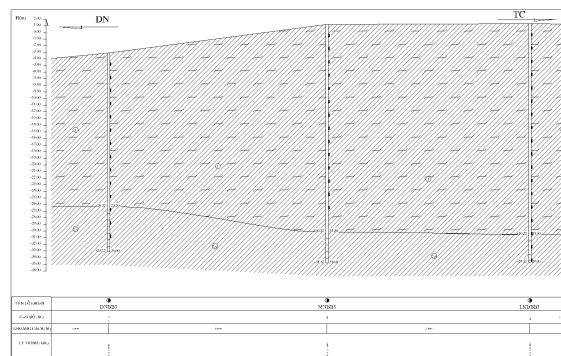
3. Thông số địa chất công trình

Các thông số chính quy mô công trình: Tường kè là các tấm đan bê tông cốt thép (BTCT) được ghép thẳng đứng liên kết với dầm và cột, cọc kè sử dụng cọc vuông 30 x 30 cm BTCT. Nền trong lòng kè đắp cát sông theo từng lớp. Mặt đường trên lòng kè rộng 3,00 mét kết cấu đan BTCT.



Hình 2. Mặt cắt ngang công trình.

Tính chất cơ lý của lớp sét yếu trong khu vực nghiên cứu được tổng hợp tóm tắt trong bảng 1, tại vị trí kè chống sạt lở sông Bảo Định.



Bảng 1. Đặc trưng cơ lý của đất.

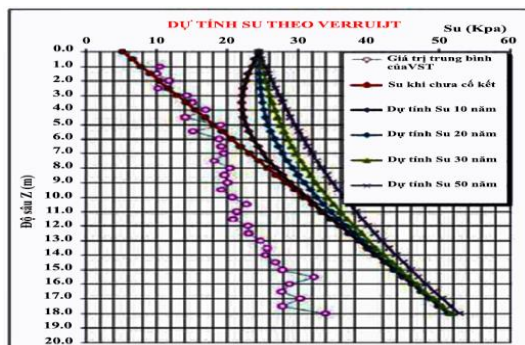
Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
Hàm lượng % hạt cát	%	2,5
Hàm lượng % bột và sét	%	97,5
Độ ẩm W	%	75,7
Khối lượng thể tích tự nhiên ρ	(g/cm ³)	1,52
Khối lượng riêng hạt ρ_s		2,69
Hệ số rỗng e_0		2,104
Giới hạn chảy WL	%	83,0
Giới hạn dẻo Wp	%	30,0
Chỉ số dẻo Ip	%	53,0
Độ sệt B		0,86
Góc ma sát trong φ	độ	5° 15'
Lực dính c (cắt phẳng)	kG/cm ²	0,104
Lực dính không thoát nước c_{uu}	kG/cm ²	0,190
Cường độ kháng nén nở hông q_u	kG/cm ²	0,330
Cường độ chống cắt S_u của thí nghiệm cắt cánh VST	kG/cm ²	0,100- 0,405
Hệ số cố kết theo phương đứng C_v	x 10 ⁻³ cm ² /s	0,276
Hệ số cố kết theo phương ngang C_h	x 10 ⁻³ cm ² /s	0,332
Hệ số cố kết nén thứ cấp α		0,0034
Hệ số nén thể tích m_v	cm ² /kG	0,103
Chỉ số nén C_c		1,020
Chỉ số nở C_s		0,167
Hệ số thấm K	10 ⁶ cm/s	3,81
Mô đun nén ngang Ep	kG/cm ²	3,83 -19,36
Giá trị N của SPT	búa	0 - 4

4. Dự báo sự gia tăng sức chống cắt thoát nước

4.1. Tương quan S_u theo z-t theo các nghiên cứu đã có

4.1.1. Theo tài liệu của Verruijt

Ở đây, giá trị áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư ở độ sâu và ở thời điểm nào đó được xác định theo bài toán cố kết thấm một chiều.



Hình 1. Dự tính S_u theo Verruijt.

4.1.2. Theo tài liệu của Das

Phương pháp xác định giá trị S_u được trình bày trong tài liệu của Das [8] gần tương

tự như phương pháp đã nêu ở trên. Cả hai phương pháp đều cho thấy giá trị S_u tỷ lệ thuận với giá trị σ' (hay p'). Tuy nhiên, ngoài các giá trị sức chống cắt hữu hiệu, phương pháp trong tài liệu của Das có xét đến hệ số áp lực nước lỗ rỗng A_f . Theo các kết quả thí nghiệm CU, giá trị A_f dao động trong phạm vi 0,1 ÷ 0,2. Chọn giá trị $A_f = 0,15$ và sử dụng lý thuyết cố kết thấm để dự báo giá trị S_u theo độ sâu và theo thời gian.



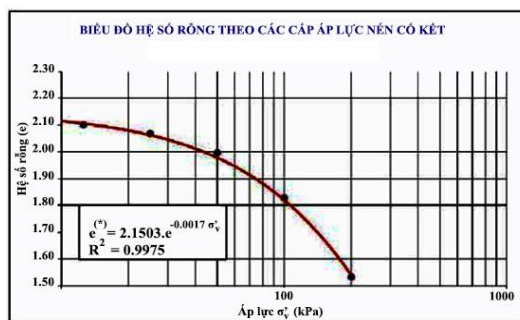
Hình 2. Dự tính S_u theo Das

4.1.3. Nhận xét

Ta có thể thấy rằng xu hướng phân bố giá trị S_u theo độ sâu của hai phương pháp đều tương tự nhau, tức là tăng tuyến tính theo độ sâu trong nền đất có kết thường. Tuy nhiên theo phương pháp của Verruijt, giá trị S_u lớn hơn ở gần bề mặt và ở đáy lớp so với phương pháp của Das. Ngoài ra, kết quả dự tính của hai phương pháp trên đều cho giá trị S_u ở các độ sâu (Z) càng lớn càng khác biệt so với kết quả thí nghiệm cắt cánh tại hiện trường.

4.2. Tương quan S_u theo z

Đặc điểm nén ép của sét mềm được tổng hợp từ hàng loạt các mẫu đất thí nghiệm từ khu vực khảo sát. Tương quan giữa e và σ' như sau: $e^* = 2,1503 \times e^{-0,0017\sigma'_v}$. e^* là hệ số rỗng.

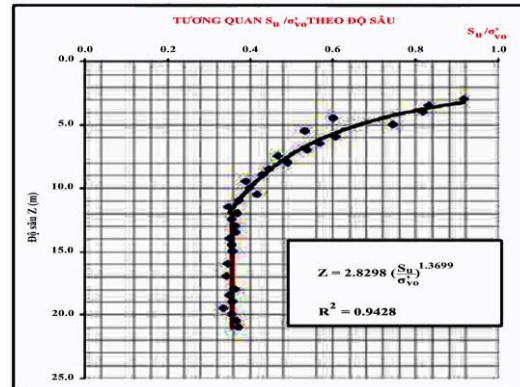


Hình 3. Biểu đồ hệ số rỗng theo các cấp áp lực nén cố kết.

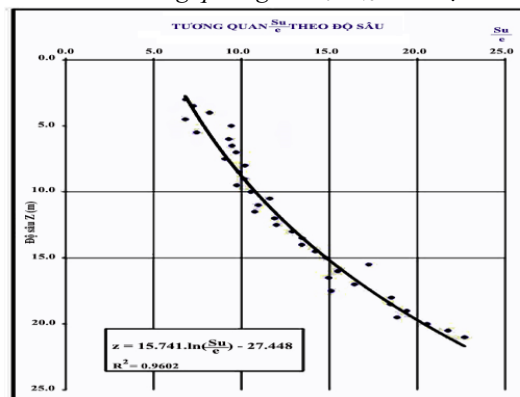
Nguồn. PGS.TS Bùi Trường Sơn – ĐHBK TP.HCM

Các kết quả nghiên cứu tương quan sức chống cắt không thoát nước chỉ ra rằng S_u phụ thuộc vào nhiều yếu tố: (1) Điều kiện và phương pháp thí nghiệm; (2) giá trị OCR; (3) tính giãn nở (A_f); (4) tính bất đẳng hướng. Việc xét các yếu tố này nhằm dự tính S_u gặp nhiều khó khăn do không thể dự báo được các giá trị A_f , OCR. trong quá trình xây dựng. Ngoài ra, tương quan giữa S_u và độ chặt của đất (e) cũng chưa cho phép xác định được S_u trong tính toán công trình trên đất yếu. Do đó, để dự báo sự gia tăng S_u của sét mềm trong quá trình xây dựng, nhất thiết phải xét đến sự thay đổi ứng suất tác dụng gây ra quá trình cố kết cho sét mềm (làm tăng độ chặt của đất). Từ đó có thể rút ra rằng tương quan giữa ứng

suất tác dụng (σ'_v) độ chặt tương ứng (e) của sét mềm và sức chống cắt không thoát nước (S_u) rất chặt chẽ và quan hệ mật thiết lẫn nhau (quan hệ $\sigma'_v - e - S_u$).



Hình 4. Tương quan giữa S_u/σ'_{v0} theo độ sâu.



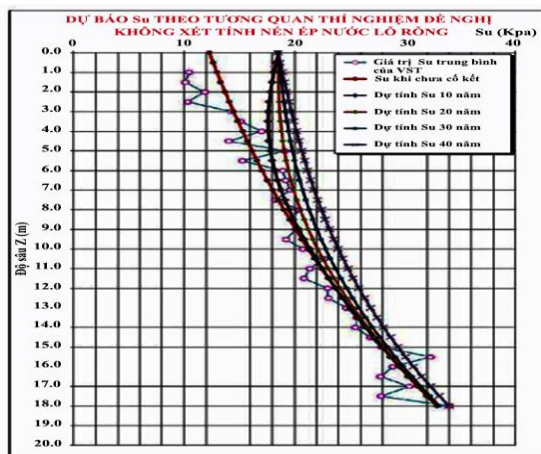
Hình 5. Tương quan giữa S_u/e và độ sâu

Rõ ràng tương quan S_u/e theo độ sâu hay theo ứng suất hữu hiệu mang đặc điểm phi tuyến rõ rệt với giá trị hệ số tương quan rất cao $R^2 = 0,9602$.

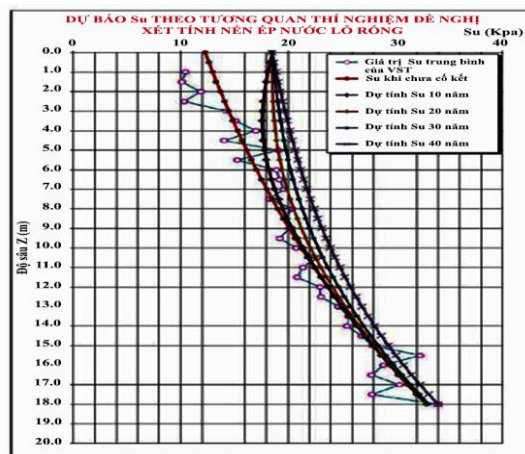
4.3. Theo tương quan đề nghị và mức độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư

4.3.1. Trên cơ sở bài toán cố kết thấm một chiều

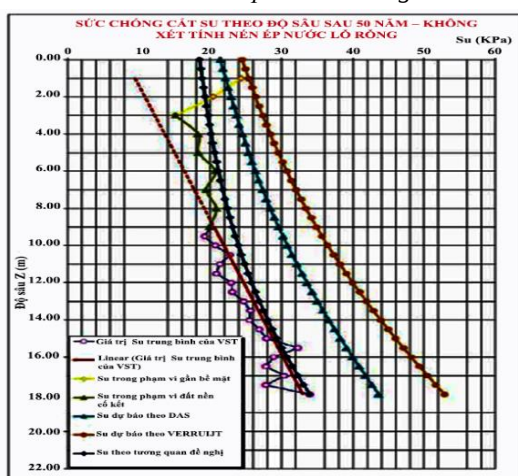
Sử dụng lý thuyết cố kết thấm cho phép xác định được giá trị áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư theo độ sâu tại một thời điểm nhất định nào đó. Từ đó, ứng suất hữu hiệu ($\sigma' = \sigma_v - u$) xác định được khi đã biết ứng suất tổng tác dụng. Từ tương quan ($\sigma'_v - e$) với $e = 2,1503.\exp(-0,0017\sigma'_v)$, hệ số tương quan $R^2 = 0,9975$ và tương quan ($S_u/e - \sigma'_v$) có thể xác định được sức chống cắt không thoát nước khi đánh giá được trạng thái ứng suất σ'_v cho sét mềm.



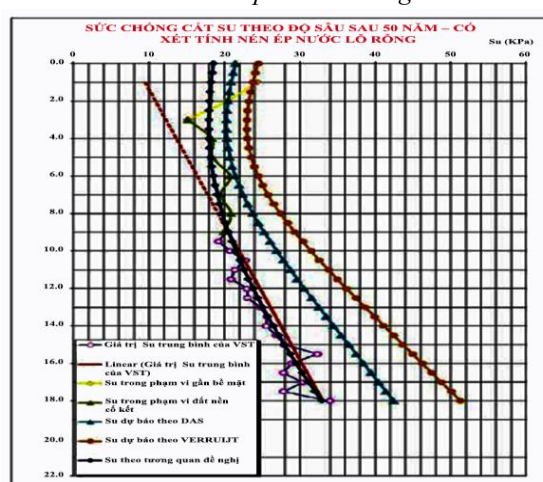
Hình 6. S_u theo tương quan thí nghiệm đề nghị không xét tính nén ép nước lỗ rỗng.



Hình 7. S_u theo tương quan thí nghiệm đề nghị xét tính nén ép nước lỗ rỗng.



Hình 8. S_u theo tương độ sâu sau 50 năm - không xét tính nén ép nước lỗ rỗng



Hình 9. S_u theo độ sâu sau 50 năm - có xét tính nén ép nước lỗ rỗng

4.3.2. Nhận xét

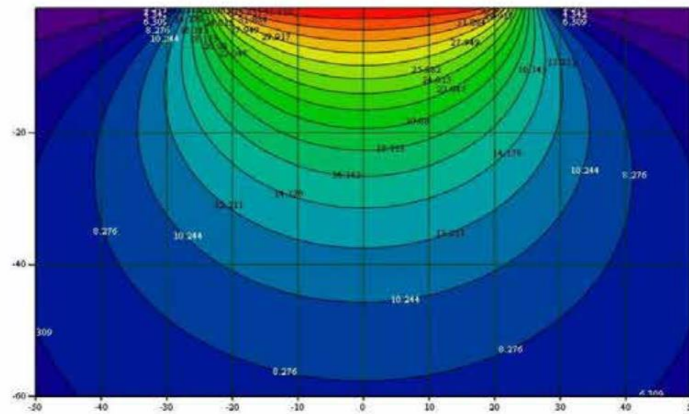
Để phân tích sâu hơn, chúng tôi chọn thời điểm 50 năm cho việc phân tích dự báo giá trị S_u theo độ sâu. Kết quả tính toán thể hiện ở hình 8. Trong trường hợp này, các kết quả tính toán theo các tài liệu [6], [8] khác biệt đáng kể so với giá trị S_u trung bình từ thí nghiệm. Đặc biệt là từ độ sâu 2,0 m trở xuống, giá trị S_u theo các đề nghị [6], [8] đều lớn hơn so với kết quả thí nghiệm thực tế. Kết quả dự tính theo các tương quan thí nghiệm đề nghị có sự tương đồng khá hợp lý so với kết quả thí nghiệm thực tế. Tuy nhiên, từ độ sâu 2,0 m trở lên thì có sự khác biệt. Ở đây, kết quả thí nghiệm thực tế có giá trị lớn hơn so với kết quả dự tính. Thật ra, điều này có thể lý giải như sau: Ở các công trình san lấp, sự lẫn lộn của các hạt vật liệu san

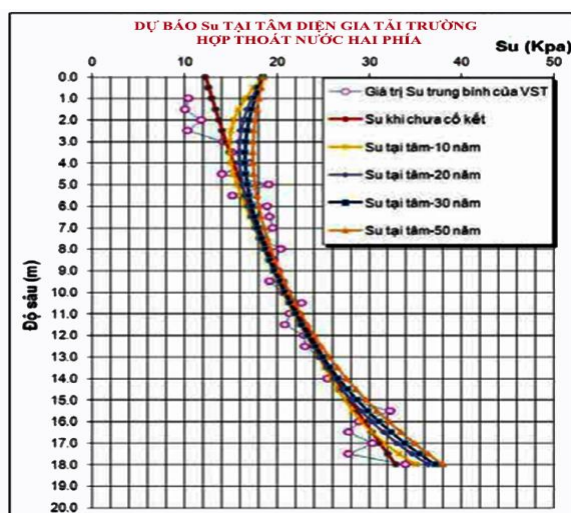
lấp trong lớp sét mềm làm cho giá trị S_u tăng lên do dung trọng của lớp này tăng độ ẩm sẽ giảm tương ứng.

4.3.3. Trên cơ sở bài toán cổ kết thấm hai chiều

Để dự tính giá trị S_u , đối với bài toán này, các bước tính cũng tương tự như bài toán đã xét ở trên, tuy nhiên cần lưu ý rằng việc xác định áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư $u(x, z, t)$ bằng cách sử dụng lý thuyết cổ kết thấm hai chiều có xét đến tính nén ép của nước lỗ rỗng.

Kết quả tính toán giá trị sức chống cắt không thoát nước S_u theo độ sâu tại tâm diện gia tải ở các thời điểm khác nhau trên cơ sở bài toán cổ kết thấm hai chiều với điều kiện hệ số thấm đứng của lớp bùn sét bằng hệ số thấm ngang





Hình 15. S_u tại tâm diện gia tải trường hợp thoát nước 2 phía.

5. Kết luận và khuyến nghị

5.1. Kết luận

Từ kết quả phân tích, tổng hợp các số liệu thí nghiệm xác định sức chống cắt không thoát nước kè dọc bờ sông Bảo Định bằng thí nghiệm cắt cánh hiện trường và xây dựng các tương quan $\sigma'_v - e$ và $S_u/e - \sigma'_v$ kết hợp với lý thuyết cố kết thấm, tác giả đề nghị phương pháp dự báo giá trị sức chống cắt không thoát nước S_u theo thời gian và theo độ sâu. Kết quả nghiên cứu của tác giả cho phép rút ra các kết luận chính như sau:

- Khi chưa có tải trọng tác dụng, trong phạm vi từ độ sâu 12,0 m trở lại, đất nền ở trạng thái quá cố kết nhẹ, tương quan giữa S_u và trạng thái ứng suất theo độ sâu có dạng phi tuyến theo độ sâu, theo biểu thức: $z = 2,8289.(S_u/\sigma'_{v0})\exp(1,3669)$;

- Từ độ sâu 12m trở đi, đất nền ở trạng thái cố kết thường, quan hệ S_u/σ'_{v0} theo độ sâu có dạng gần như tuyến tính, tỷ số S_u/σ'_{v0} dao động trong phạm vi $(0,35 \div 0,37)$;

- Khi chưa có tác dụng của tải trọng san lấp, tương quan $S_u/e - \sigma'_v$ được xây dựng trên cơ sở kết quả thí nghiệm với hệ số tương quan lớn hơn 0,96 nên có độ tin cậy cao và phù hợp với thực tế ;

- Ở khu vực tồn tại công trình đắp, kết quả dự tính S_u theo các tương quan thí nghiệm đề nghị có xét đến tính nén ép của nước lỗ rỗng

phù hợp với kết quả thí nghiệm cắt cánh thực tế. Ở đây, sức chống cắt ở khu vực gần bề mặt giảm dần đến độ sâu nào đó, từ độ sâu này trở đi thì S_u tăng tuyến tính theo độ sâu ;

- Tương quan giữa sức chống cắt không thoát nước của đất sét mềm khu vực khảo sát với độ chặt và trạng thái ứng suất có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\frac{S_u}{e} = \frac{1,386 \frac{\sigma'_{v0}}{\gamma} + 8,081}{2,1503 \cdot \exp(-0,0017 \cdot \sigma'_{v0})}$$

(Nguồn : PGS.TS. Bùi Trường Sơn –ĐHBK TP.HCM);

- Dưới tác dụng của tải trọng ngoài, kết quả dự báo sự thay đổi S_u theo độ sâu và theo thời gian tại tâm diện gia tải với sơ đồ bài toán cố kết thấm hai chiều tương tự như sơ đồ bài toán một chiều và phù hợp với xu hướng gia tăng sức chống cắt ở nơi tồn tại công trình san lấp ;

- Giá trị sức chống cắt không thoát nước dưới mái taluy tăng ít hơn so với tâm ở khu vực gần bề mặt ;

- Ở các độ sâu lớn, sức chống cắt không thoát nước tại taluy có thể tăng nhanh hơn tại vùng trung tâm do tốc độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thẳng đứng nhanh hơn.

5.2. Khuyến nghị

- Cần thiết phân tích xác định giá trị sức chống cắt không thoát nước S_u theo sơ đồ CK_0U để so sánh với kết quả từ thí nghiệm

theo sơ đồ CU. Thực tế, mẫu đất có kết ở trạng thái ứng suất theo phương đứng và phương ngang khác nhau ;

- Sử dụng kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá khả năng ổn định của nền đất yếu theo thời gian và sự gia tăng khả năng chịu tải của đất nền ở khu vực gần bề mặt ;

- Có thể sử dụng phương pháp theo tương quan thí nghiệm đề nghị để áp dụng cho các khu vực có cấu tạo địa chất khác, phụ thuộc vào thành phần cấp phối, thành phần khoáng vật do điều kiện lịch sử hình thành như khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long ;

- Các yếu tố gia tăng S_u do sự trộn lẫn các cỡ hạt lớn hơn, quá trình thổ nhưỡng hóa hay sự bốc hơi của nước hoặc do tải trọng ngoài chưa được đề cập, xem xét ; - Nghiên cứu ổn định nền đất yếu dưới công trình đắp và độ lún theo thời gian của nền đất yếu □

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bùi Trường Sơn, “*Địa chất công trình*”, NXB Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2011.
- [2]. Nguyễn Ngọc Kiêng, “*Thống kê trong nghiên cứu khoa học*”, Nhà xuất bản Giáo dục, 1996.
- [3]. 22 TCN 262 - 2000, Tiêu chuẩn thiết kế, “*Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu*”, Bộ Giao thông Vận tải, 2000.
- [4]. Lữ Thi Toàn, “*Sức kháng cắt không thoát nước của sét yếu bão hoà nước từ kết quả thí nghiệm trong phòng và hiện trường. Phân tích và chọn lựa phương pháp thí nghiệm hợp lý*”, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh, 2009.
- [5]. Anne Bartetzko, Achim J. Kopf. “*The relationship of undrained shear strength and porosity with depth in shallow (< 50m) marine sediments*”, *Sedimentary Geology*, Vol. 196, pp. 235 - 249, 2007.
- [6]. Braja M. Das, “*Advanced Soil Mechanics*”, Yaylor & Francis Group, Third edition, 2008.
- [7]. Công trình: Kè chống sạt lở sông Bảo Định thành phố Mỹ Tho do công ty cổ phần tư vấn đầu tư giao thông - thủy lợi Tiền Giang lập năm 2015.

Ngày nhận bài: 11/3/2019

Ngày chuyển phản biện: 14/3/2019

Ngày hoàn thành sửa bài: 4/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 11/4/2019