

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM**

NGUYỄN THANH TÚ

**NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TẠO ĐẤT SÉT LÒNG SÔNG
SỬ DỤNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT – XI MĂNG- CÁT**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng

Mã số chuyên ngành: 9580201

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

TP, HỒ CHÍ MINH - 2023

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.HCM**

Người hướng dẫn khoa học 1: TS Nguyễn Minh Đức

Người hướng dẫn khoa học 2: TS Trần Văn Tiếng

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

DANH SÁCH CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN

Các bài báo đã xuất bản bao gồm:

Báo quốc tế

1. T. Nguyen Thanh, D. Nguyen Minh, T. Nguyen, and C. Phan Thanh, “Interface Shear Strength Behavior of Cement-Treated Soil under Consolidated Drained Conditions,” *Buildings*, vol. 13, no. 7, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/buildings13071626>.

Hội nghị quốc tế

2. T. Nguyen Thanh, D. Nguyen Minh, and T. Le Huu, “The Effects of Soaking Process on the Bearing Capacity of Soft Clay Reinforced by Nonwoven Geotextile,” *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 62, pp. 669–676, 2020, doi: 10.1007/978-981-15-2184-3_87.
3. T. Nguyen Thanh and D. Nguyen Minh, “Effects of Soaking Process on CBR Behavior of Geotextile Reinforced Clay with Sand Cushion,” *Proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development, GTSD 2020*, pp. 162–167, 2020, doi: 10.1109/GTSD50082.2020.9303053

Bài báo trong nước

4. T. Nguyễn Thanh, Đ. Nguyễn Minh, T. Trần Văn, and B. Lê Phương, “Ứng xử cố kết của đất sét lòng sông khi gia cường đệm cát và vải địa kỹ thuật dưới điều kiện nén 3 trục,” *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, vol. 4, pp. 90–97, 2021. Available: <http://ojs.jomc.vn/index.php/vn/article/view/159>
5. T. Nguyễn Thanh, Đ. Nguyễn Minh, N. Mai Trần, T. Trần Văn, and P. Lê, “Ảnh hưởng của bão hoà đến sức kháng cắt không thoát nước của đất bùn sét lòng sông gia cường vải địa kỹ thuật trong điều kiện nén 3 trục,” *Tạp chí Xây dựng*, vol. 5, pp. 68–71, 2022. Available: <https://tapchixaydung.vn/anh-huong-cua-bao-hoa-den-suc-khang-cat-khong-thoat-nuoc-cua-dat-bun-set-long-song-gia-cuong-vai-dia-ky-thuat-trong-dieu-kien-nen-3-truc-20201224000011282.html>.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan về hướng nghiên cứu:

Hiện nay, nhu cầu sử dụng cát san lấp ở Việt Nam rất lớn. Trên thực tế, nhiều dự án xây dựng đường đang phải đối mặt với tình trạng cần thêm cát làm vật liệu san lấp. Sẽ có lợi ích nếu đất lòng sông được sử dụng để thay thế cho cát. Tuy nhiên, đất bùn từ lòng sông có hệ số rỗng cao, khả năng chịu tải kém, gây nên sự mất ổn định, vượt quá độ lún cho phép cho công trình. Do đó, khi sử dụng đất lòng sông thay cát lấp cần áp dụng các biện pháp gia cường để tăng cường khả năng chịu tải của đất.

1.2. Các phương pháp gia cường

Có ba phương pháp đáng chú ý để cải thiện cường độ của đất, bao gồm vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng, vì các phương pháp này rẻ và phổ biến.

1.2.1. Vải địa kỹ thuật

Vải địa kỹ thuật đóng vai trò như biên thoát nước để duy trì và cải thiện sức chống cắt của đất, tăng cường sự ổn định lâu dài của cấu trúc kết cấu. Khả năng giữ đất và hệ số thấm là hai tiêu chí đánh giá tính năng của vải địa kỹ thuật.

1.2.2. Gia cường bằng đệm cát:

Lớp đệm cát là một lớp hỗn hợp, bao gồm lớp cát nằm giữa hai lớp vải địa kỹ thuật. Đệm cát, giống như vải địa kỹ thuật, có chức năng như một biên thoát nước, làm áp lực nước lỗ rỗng nhanh chóng tiêu tán.

1.2.3. Gia cường bằng xi măng

Phương pháp này kết hợp xi măng và đất theo một tỷ lệ nhất định để tạo thành hỗn hợp đất-xi măng có khả năng chịu tải lớn hơn. Hỗn hợp xi măng và cốt liệu làm tăng đáng kể cường độ và khả năng chịu lực của đất sét thông qua quá trình hydrat hóa. Phương pháp này cũng được sử dụng để giảm độ lún của kết cấu.

1.3. Tính cấp thiết đề tài:

Sử dụng đất lòng sông thay cát làm vật liệu san lấp đã mang lại nhiều lợi ích, đặc biệt là ở miền Nam Việt Nam. Ví dụ, phương pháp này giúp giải quyết vấn đề

thiếu cát san lấp trên nhiều tuyến đường. Tuy nhiên, bùn đáy sông có đặc tính kém. Các phương pháp gia cố, bao gồm vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng, cần được nghiên cứu và phát triển để cải thiện đất yếu.

1.4. Yêu cầu nền đường

1.4.1. Phân loại đường

Đường được phân loại theo TCVN 10380:2014 [6].

1.4.2. Yêu cầu về nền đường:

TCVN 4054:2005, TCVN 9436-2012 chỉ dẫn các yêu cầu đối với nền đường.

1.5. Tổng quan các nghiên cứu

1.5.1. Các nghiên cứu trên thế giới:

a) Sử dụng đất lòng sông làm vật liệu san lấp xây dựng đường:

Sử dụng đất lòng sông để làm nền đường và cải tạo đất [5] đang phổ biến. Các phương pháp gia cường được sử dụng để tăng cường cường độ và tăng tốc độ cố kết của lớp đất này [8, 9].

b) Ma sát thành trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông:

Tiêu chuẩn của thí nghiệm cố kết một trục không nở hông yêu cầu tỷ lệ đường kính trên chiều cao mẫu tối thiểu, D/H_0 , là 2,5 để giảm tác động của ma sát bên. Đối với các mẫu gia cường bằng vải địa kỹ thuật và đệm cát, mẫu thường cao. Do đó, ma sát bên sẽ làm giảm đáng kể áp lực cố kết tác dụng. Vì vậy, điều quan trọng là phải đánh giá ma sát bên và điều kiện về sự đồng đều của hệ số rỗng khi tỉ lệ D/H_0 lớn hơn 2,5.

c) Phương pháp gia cố vải địa kỹ thuật:

Gia cố vải địa kỹ thuật được sử dụng rộng rãi do những tính chất, bao gồm lọc, thoát nước, tách và gia cường đất.

d) Phương pháp gia cố bằng đệm cát:

Nhiều nghiên cứu khẳng định chức năng thoát nước của vải địa kỹ thuật và đệm cát trong việc nâng cao khả năng chịu tải và độ ổn định của kết cấu.

e) Hỗn hợp đất-xi măng

Xi măng thường được sử dụng để tăng cường độ, độ cứng và độ ổn định của đất mềm. Sức chống cắt bề mặt tiếp xúc giữa đất-thép được đánh giá bằng thiết bị thí nghiệm cắt trực tiếp cải tiến trong đó, với phần dưới của hộp cắt trực tiếp truyền thống được thay thế bằng tấm thép. Tuy nhiên, nghiên cứu trước đây hiếm khi đánh giá cường độ cắt của bề mặt tiếp xúc thép và xi măng đất.

1.5.2. Nghiên cứu trong nước:

Vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng đã được nghiên cứu rộng rãi để ứng dụng cho nền, ví dụ: Vinh [85], Nguyễn Minh Đức et al. [89], Nguyễn và cộng sự. [93] ...

1.5.3. Nhận xét:

Mặc dù đã có một số nghiên cứu về đất được gia cố bằng vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng nhưng các phương pháp này chưa được nghiên cứu đầy đủ.

1.6. Mục tiêu nghiên cứu

1.6.1. Mục tiêu của nghiên cứu này

Mục tiêu nghiên cứu là:

- Đặc trưng cố kết của đất sét dưới ảnh hưởng của ma sát thành: phân tích ứng suất ma sát và sự không đồng đều của hệ số rỗng.
- Ảnh hưởng của việc gia cố vải địa kỹ thuật đến độ trương nở, giá trị *CBR*, cường độ cắt *UU* trong điều kiện bão hòa và không bão hòa và quá trình cố kết đất gia cường bão hòa.
- Ảnh hưởng của đệm cát đến độ trương nở, giá trị *CBR*, cường độ cắt *UU* trong điều kiện bão hòa và không bão hòa, và quá trình cố kết đất gia cường bão hòa.
- Ảnh hưởng của xi măng đến độ trương nở, giá trị *CBR*, cường độ cắt *UU* trong điều kiện bão hòa và không bão hòa và cố kết đất bão hòa. Ngoài ra, các thí nghiệm cắt trực tiếp đã được thực hiện để nghiên cứu ứng xử cắt của xi măng đất và cường độ cắt bề mặt giữa xi măng đất và thép trong điều kiện cố kết, thoát nước.

1.6.2. Giới hạn của nghiên cứu

Nghiên cứu này khảo sát đất từ sông Cái Lớn ở tỉnh Kiên Giang bằng cách sử dụng các mẫu chế bị. Kết quả của nghiên cứu sẽ là lý thuyết cơ bản để cải thiện nền đất yếu từ lòng sông để san lấp. Trong nghiên cứu này, độ lún cố kết dưới tác dụng của tải trọng thường xuyên sẽ được nghiên cứu.

CHƯƠNG 2: VẬT LIỆU - LÝ THUYẾT – THIẾT BỊ ĐƯỢC HIỆU CHỈNH

2.1. Vật liệu

2.1.1. Đất lòng sông

- a) Tính chất: đất được lấy từ sông Cái Lớn ở miền Nam Việt Nam.
- b) Quá trình chế bị lại đất.

2.1.2. Vải địa kỹ thuật

Vải địa kỹ thuật Polyethylene terephthalate không dệt, đục lỗ bằng kim đã được sử dụng.

2.1.3. Cát

Cát được phân loại là SP theo Hệ thống phân loại đất USCS.

2.1.4. Xi măng

Xi măng PC40 được sử dụng. (ASTM C188 [100]).

2.2. Lý thuyết thí nghiệm

2.2.1. Thí nghiệm California Bearing Ratio:

2.2.2. Lý thuyết cố kết một trục không nở hông

- a) Quá trình cố kết: là quá trình giảm thể tích của đất bão hoà do nước thoát ra khỏi đất mà không kể đến sự sắp xếp lại của các hạt đất.
- b) Thí nghiệm cố kết một trục không nở hông:
Tỷ lệ đường kính và chiều cao mẫu tối thiểu phải là 2,5 để giảm tác động của ma sát giữa đất và thành dao vòng.
- c) Xác định hệ số cố kết C_v

2.2.3. Thí nghiệm nén ba trục- Hiệu chỉnh thiết bị:

a) Thí nghiệm nén ba trục:

Thí nghiệm nén ba trục được sử dụng để xác định các thông số cường độ cắt.

b) Hiệu chỉnh thiết bị:

Thiết bị nén ba trục cải tiến được giới thiệu, trong đó có một ống nhỏ nổi từ giữa mẫu đến thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng.

c) Thí nghiệm không có kết-không thoát nước (UU) với các mẫu chưa bão hòa
Tốc độ cắt trong các thí nghiệm UU là 1% mỗi phút.

d) Thí nghiệm không có kết - không thoát nước (UU) đối với mẫu bão hòa.

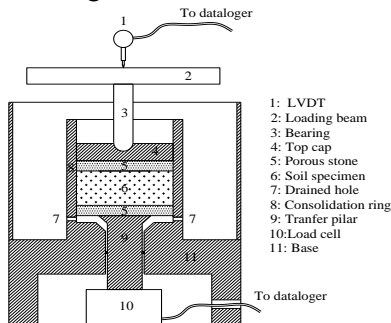
2.2.4. Thí nghiệm cắt đất trực tiếp.

2.3. Thiết bị cắt được cải tiến để xác định ma sát giữa đất và thép

Thiết bị cắt cải tiến đã được phát triển để đánh giá sức chống cắt bề mặt tiếp xúc giữa đất chưa được xử lý hoặc được xử lý bằng xi măng và thép không gỉ. Trong đó, hộp cát phía dưới của hộp cắt truyền thống sẽ được thay thế bằng một tấm thép không gỉ.

2.4. Thiết bị có kết cải tiến để xác định ma sát thành

Một thiết bị đo đường cải tiến đã được phát triển để đo ma sát ngang giữa đất và vòng có kết, như trong Hình 2.13:



Hình 2.13: Thiết bị có kết cải tiến để xác định ma sát giữa đất và thành dao vòng.

CHƯƠNG 3: ỨNG XỬ ĐẤT SÉT LÒNG SÔNG CÓ VÀ KHÔNG CÓ VẢI ĐỊA KỸ THUẬT DƯỚI THÍ NGHIỆM CBR, UU, VÀ CÓ KẾT

3.1. Giới thiệu

Mục tiêu nghiên cứu của chương này là:

- Ảnh hưởng của vãi địa kỹ thuật không dệt đến độ trương nở và giá trị *CBR* của đất trong điều kiện bão hòa và không bão hòa bằng thí nghiệm *CBR*.
- Ảnh hưởng của vãi địa kỹ thuật không dệt đến cường độ cắt UU trong điều kiện bão hòa và không bão hòa bằng thí nghiệm ba trục để đánh giá khả năng chịu cắt của đất.
- Ảnh hưởng của ma sát ngang đến tính chất cố kết của đất sét. Phương pháp Taylor được hiệu chỉnh để dự đoán ứng suất ma sát và xác định sự phân bố hệ số rỗng mà không yêu cầu chiều cao mẫu khi kết thúc thí nghiệm. Hơn nữa, nghiên cứu đã đề xuất một phương trình giải tích để đánh giá các giá trị *COV* nhằm xác định mức độ đồng đều của hệ số rỗng dọc theo chiều sâu của mẫu trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông.
- Ảnh hưởng của vãi địa kỹ thuật đến thí nghiệm cố kết một chiều.

3.2. Chương trình thí nghiệm

3.2.1. Mẫu thí nghiệm *CBR*

Có tổng cộng 10 mẫu cho điều kiện ngâm và không ngâm, bao gồm mẫu đất và mẫu đất gia cường vãi địa kỹ thuật. Trong mỗi nhóm đều có mẫu không gia cường và mẫu gia cường bằng vãi địa kỹ thuật với 1, 2, 3 và 5 lớp.

3.2.2. Mẫu cường độ cắt không cố kết-không thoát nước trong thí nghiệm ba trục

Có 20 mẫu, bao gồm mẫu không gia cường, mẫu gia cường 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp, với hai điều kiện ban đầu và áp suất nén:

- *Mẫu không bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp suất ngang lần lượt là 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa và 200 kPa.
- *Mẫu bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp suất ngang 300 kPa.

3.2.3. Mẫu cố kết

a) Mẫu khảo sát ứng xử cố kết của đất dưới tác dụng của ma sát bên:

Chiều cao của mẫu đất là 10, 20, 30, 40 và 50 mm. Đường kính của mẫu là 50 và 75 mm.

b) Mẫu khảo sát ảnh hưởng của vải địa kỹ thuật không dệt đến quá trình cố kết đất.

Có 3 mẫu gồm đất không gia cường và đất gia cường 1, 3 lớp vải địa kỹ thuật.

3.3. Ứng xử của đất bùn có và không có vải địa kỹ thuật dưới thí nghiệm trương nở và CBR.

3.3.1. Ảnh hưởng của vải địa kỹ thuật đến tính chất trương nở của đất

Ở thời điểm ban đầu, phần trăm trương nở của mẫu không được gia cường nhỏ hơn so với mẫu được gia cường. Sau 96 giờ, độ trương nở cuối cùng của mẫu được gia cường được quan sát thấy giảm đi theo số lượng lớp gia cố.

3.3.2. Ứng xử CBR của đất bùn không có gia cường và gia cường bằng vải địa kỹ thuật ở trạng thái không ngậm nước và ngậm nước:

Số lượng lớp gia cường càng nhiều thì khả năng chịu lực của đất càng cao. Vải địa kỹ thuật không dệt cải thiện khả năng chịu lực của đất sét ngậm hiệu quả hơn so với mẫu đất sét không ngậm.

Tỷ lệ tối ưu giữa khoảng cách lớp gia cường và đường kính piston để có tỷ số cường độ cao nhất là khoảng 0,8 (tương đương với mẫu được gia cố bằng 2 lớp vải địa kỹ thuật) do tương tác đất vải và hiệu ứng màng của vải.

3.3.3. Ảnh hưởng của việc ngậm nước đến ứng xử CBR:

Sau khi ngậm, giá trị CBR giảm mạnh và vải dệt đã cải thiện giá trị CBR.

3.4. Ứng xử của đất bùn có và không có vải địa kỹ thuật đến sức kháng cắt UU trong thí nghiệm ba trục

3.4.1. Ứng xử cường độ cắt của đất bùn không được gia cường và được gia cường bằng vải địa kỹ thuật ở điều kiện không bão hòa:

a) Ứng xử cường độ cắt của đất bùn không có gia cường và được gia cường bằng vải địa kỹ thuật ở điều kiện không bão hòa:

Ứng suất lệch tăng lên khi áp lực ngang σ_3 và số lớp vải địa kỹ thuật tăng lên.

b) Độ tăng cường độ cắt R_{uf} ở điều kiện không bão hòa:

Kết quả cho thấy R_{uf} lớn hơn 1 cho thấy các lớp gia cường có thể làm tăng cường độ của đất. Giá trị R_{uf} giảm khi áp lực hông tăng. Giá trị R_{uf} tăng lên khi số lượng lớp vải tăng lên.

3.4.2. Ứng xử sức chống cắt của đất bùn không được gia cường và được gia cường bằng vải địa kỹ thuật ở điều kiện bão hòa.

a) Ứng xử sức chống cắt của đất bùn không có gia cường và được gia cường bằng vải địa kỹ thuật ở điều kiện bão hòa.

Khi số lớp vải địa kỹ thuật tăng lên, cường độ cắt UU và áp lực nước lỗ rỗng thặng dư tăng lên. Trong phạm vi biến dạng từ 1% đến 3%, mẫu được gia cường tạo ra áp suất nước cao hơn mẫu không được gia cường, do vải địa kỹ thuật ngăn cản sự giãn nở theo chiều ngang của mẫu. Khi biến dạng tăng lên, mẫu đất phát triển biến dạng ngang (xảy ra hiện tượng trượt giữa đất và vải địa kỹ thuật), làm giảm áp lực nước.

b) Độ tăng sức chống cắt R_f ở trạng thái bão hòa:

Chỉ số R_f tăng lên khi số lượng lớp tăng lên.

3.4.3. Sự giảm sức chống cắt của đất bùn và đất gia cường vải địa kỹ thuật do bão hòa

Kết quả cho thấy cường độ cắt của mẫu bão hòa thấp hơn nhiều so với mẫu chưa bão hòa, khoảng 57 % - 83%.

3.5. Ứng xử cổ kết của đất bùn dưới tác dụng của ma sát bên

3.5.1. Ứng xử cổ kết một trục không nở hông dưới tác dụng của áp lực ma sát thành

a) Biến dạng của mẫu: Biến dạng dọc trục nhỏ hơn được quan sát thấy trong đất có chiều cao ban đầu cao hơn và đường kính nhỏ hơn do ma sát thành.

b) Hệ số cổ kết: áp lực cổ kết trung bình càng cao thì hệ số cổ kết càng thấp.

c) Hệ số rỗng cuối giai đoạn cổ kết sơ cấp (EOP):

Hệ số rỗng tại EOP của mẫu có chiều cao ban đầu $H_0 \geq 30$ mm cao hơn đáng kể so với mẫu có chiều cao ban đầu H_0 thấp hơn. Điều này cho thấy đối với các trường hợp $H_0 \geq 30$ mm, ma sát đủ cao để làm giảm đáng kể áp lực cổ kết thực.

d) Chỉ số hệ số:

Đường cong nén của tất cả các mẫu đất hội tụ thành một đường cong duy nhất. khi sử dụng áp lực cố kết trung bình để hiệu chỉnh đường cong nén.

3.5.2. Tổng áp suất ma sát và tỷ lệ tổn thất ứng suất ma sát

Tổng áp suất ma sát, T , tăng nhẹ theo thời gian cố kết do ứng suất hữu hiệu tăng, do tiêu tán áp lực nước gây ra tăng lên. Ứng suất ma sát cao hơn thu được đối với các mẫu có độ dày cao hơn và đường kính nhỏ hơn.

3.5.3. Ma sát giữa đất và thép, được đo bằng thiết bị cắt cải tiến:

Góc ma sát hữu hiệu của đất sét và góc ma sát bề mặt giữa đất sét và thép không gỉ, ϕ'_{int} , lần lượt là 27.6^0 và 16.5^0 .

3.5.4. Phương pháp Taylor hiệu chỉnh để đánh giá tỷ lệ tổn thất ứng suất do ma sát:

Chiều cao của mẫu đất tại thời điểm kết thúc cố kết sơ cấp (EOP), H , có thể được ước tính bằng:

$$H = \alpha \left(1 - \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{P}{P_0} \right) H_0 \quad (3.16)$$

$$\text{Trong đó } \alpha = \frac{1}{1 - \frac{C_c}{1+e_0} \frac{2H_0}{D \ln 10} K_0 \tan \phi'_{int}} \quad (3.15)$$

Tỷ lệ tổn thất áp suất ma sát, r , sẽ là:

$$r_{EOP} = 1 - e^{-\frac{4H_0}{D} \alpha \left(1 - \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{P}{P_0} \right) K_0 \tan \phi'_{int}} \quad (3.18)$$

3.5.5. Sự không đồng đều trong mẫu do ma sát bên:

Hệ số rỗng tại độ sâu z được xác định:

$$e_z = e_p + \frac{4z}{D \ln 10} K_0 \tan \phi'_{int} C_c \quad (3.19)$$

Giá trị trung bình của hệ số rỗng:

$$e_{EOP_predicted} = e_p + C_c \frac{2H_0}{D \ln 10} \alpha K_0 \tan \phi'_{int} \quad (3.20)$$

Hệ số rỗng tăng tỉ lệ theo độ sâu trong mẫu. (trọng lượng bản thân $\cong 0$)

3.5.6. Hệ số biến thiên, COV :

Hệ số biến thiên, COV , có thể được đánh giá:

$$COV = \frac{2H}{\sqrt{3} \ln 10 De_{EOP}} K_0 \tan \varphi'_{int} C_c \quad (3.23)$$

Các mẫu chịu ứng suất nén cao hơn, P , sẽ có hệ số biến thiên lớn hơn. Yêu cầu $D/H_0 \geq 2,5$ không chỉ đảm bảo độ rỗng đồng nhất trong mẫu (tức là $COV < 1,2\%$) mà còn hạn chế tổn thất ứng suất cố kết tại EOP do ma sát bên dưới 21%.

3.6. Ứng xử của đất bùn có và không có vải địa kỹ thuật trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông

3.6.1. Cố kết sơ cấp:

Thời gian cố kết giảm khoảng 1,5 đến 2 lần khi thêm một lớp vải địa kỹ thuật.

3.6.2. Hệ số cố kết C_v :

Hệ số cố kết C_v tăng do khả năng thấm tăng. Khi tải tăng thì C_v giảm.

3.7. Kết luận

Các thí nghiệm, bao gồm CBR, thí nghiệm ba trục UU và thí nghiệm cố kết đã được thực hiện để xác nhận rằng vải địa kỹ thuật có thể cải thiện cường độ và khả năng cố kết của đất. Ngoài ra, ma sát bên cao hơn đáng kể đối với đất có $D/H_0 < 2,5$ trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông.

CHƯƠNG 4: ỨNG XỬ ĐẤT SÉT LÒNG SÔNG CÓ VÀ KHÔNG CÓ ĐỆM CÁT DƯỚI THÍ NGHIỆM CBR, UU, VÀ CỐ KẾT

4.1. Giới thiệu

Mục tiêu nghiên cứu của chương này là:

- Ảnh hưởng của đệm cát đến độ trương nở của đất và giá trị CBR trong điều kiện không bão hòa và bão hòa bằng thí nghiệm CBR.
- Ảnh hưởng của đệm cát đến cường độ chống cắt UU trong điều kiện không bão hòa và bão hòa bằng thí nghiệm ba trục để đánh giá khả năng chịu lực của đất khi thi công nhanh.
- Ảnh hưởng của lớp đệm cát trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông.

4.2. Chương trình thử nghiệm

4.2.1. Mẫu thí nghiệm CBR

8 mẫu được gia cường bằng cát đệm trong điều kiện ngâm và không ngâm. Độ dày của đệm cát thay đổi, bao gồm 10 mm, 15 mm, 20 mm và 40 mm.

4.2.2. Mẫu sức chống cắt không có kết-không thoát nước trong thí nghiệm ba trục

Có 15 mẫu đất gia cường bằng đệm cát có độ dày cát từ 5 mm đến 10 mm và 20 mm. Có 2 loại thí nghiệm như sau:

- *Mẫu không bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp suất ngang 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa và 200 kPa.
- *Mẫu bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp suất ngang 300 kPa.

4.2.3. Mẫu thí nghiệm có kết

Một lớp cát 10 mm và 20 mm được đặt giữa các vài địa kỹ thuật ở giữa mẫu thí nghiệm. Tổng chiều cao của mẫu là 40mm.

4.3. Ứng xử của đất bùn có và không có lớp đệm cát trong thí nghiệm trương nở và CBR

4.3.1. Ảnh hưởng của lớp đệm cát đến ứng xử trương nở

Độ trương nở của các mẫu được gia cường nhỏ hơn một chút so với độ trương nở của đất do sự hạn chế dịch chuyển ngang cục bộ theo phương ngang, do tương tác giữa đất và lớp gia cường.

4.3.2. Ứng xử CBR của mẫu không có gia cường và có gia cường.

Do được gia cường nên giá trị CBR của mẫu được gia cường cao hơn mẫu không được gia cường. Đặc biệt, khả năng chịu lực của mẫu là cao nhất đối với mẫu được gia cường bằng lớp đệm cát dày 1,5 cm, khi đó tỉ số giữa chiều cao lớp đất bề mặt và đường kính pittông xuyên qua bằng 1.

4.3.3. Ảnh hưởng của việc ngâm nước đến trạng thái CBR của mẫu không được gia cường và gia cường

So với các mẫu không ngâm, giá trị CBR của mẫu ngâm nhỏ hơn nhiều, chứng tỏ cường độ giảm mạnh khi bão hòa. Đệm cát không chỉ nâng cao khả năng chịu lực ở cả hai điều kiện mà còn giảm thiểu sự giảm cường độ của đất sau khi ngâm.

4.4. Ứng xử của đất bùn có và không có đệm cát đến sức chống cắt UU trong thí nghiệm ba trục

4.4.1. Ứng xử sức chống cắt của đất bùn được gia cố bằng đệm cát ở điều kiện không bão hòa.

a) Ứng xử sức chống cắt của đất không bão hòa được gia cố bằng lớp đệm cát: Ứng suất lệch tăng khi áp lực ngang σ_3 và độ dày của lớp đệm cát tăng.

b) Độ tăng sức chống cắt R_{uf} ở điều kiện không bão hòa.

R_{uf} đều lớn hơn 1 ở tất cả các áp lực ngang, chứng tỏ lớp gia cường có thể làm tăng cường độ của đất. Giá trị R_{uf} giảm khi áp lực bên tăng. Giá trị R_{uf} tăng khi độ dày của cát tăng.

4.4.2. Ứng xử sức chống cắt của đất bùn được gia cố bằng đệm cát trong điều kiện bão hòa.

a) Ứng xử sức chống cắt của đất bão hòa được gia cố bằng lớp đệm cát.

Ứng suất lệch tăng khi biến dạng dọc trục và độ dày của đệm cát tăng. Khi độ dày của đệm cát tăng lên, cường độ cắt UU và áp lực nước lỗ rỗng tăng lên. Lớp đệm cát chống lại sự giãn nở hông của mẫu.

b) Độ tăng sức chống cắt R_f ở trạng thái bão hòa.

Chỉ số tăng cường độ R_f tăng khi độ dày của cát tăng khi so sánh cường độ của đất không có gia cường.

4.4.3. Sự giảm sức chống cắt của đất và đất gia cường đệm cát do bão hòa:

Sau khi ngâm, sức chống cắt giảm. Ứng suất ngang càng lớn và độ dày cát càng nhỏ thì sự giảm cường độ T_{shear} càng cao:

4.5. Ứng xử của đất bùn có và không có lớp đệm cát trong thí nghiệm có kết một trục không nở hông

4.5.1. Dự đoán chiều cao và áp lực đáy ở đáy đệm cát dưới tác dụng tải trọng:

Có thể dự đoán được độ cao (h_{sand}) và áp lực đáy (P_{b-sand}) của đệm cát dưới tác dụng của tải trọng nén P_{t_sand} , với sai số dưới 7%.

4.5.2. Áp lực trung bình trong lớp đệm cát và đất

Do ma sát bên giữa đất, đặc biệt là cát và thành dao vòng, nên phải xem xét áp lực nén bị mất.

Áp lực ma sát ở lớp đệm cát cao hơn rất nhiều so với lớp đất ở trên và lớp đất dưới đệm cát, lên tới 1,9 lần. Do đó, tổn thất áp lực của áp lực nén trung bình cao, khoảng 20%.

4.5.3. Ảnh hưởng của lớp đệm cát đến quá trình cố kết đất bùn

a) Cố kết sơ cấp: Kết quả cho thấy quá trình cố kết được rút ngắn ở các mẫu được gia cường.

b) Hệ số cố kết C_v : Hệ số cố kết C_v tăng do khả năng thấm tăng. Khi áp lực nén tăng thì C_v giảm.

4.6. Phần kết luận:

Các thí nghiệm, bao gồm CBR, thí nghiệm ba trục UU và thí nghiệm cố kết đã được thực hiện để xác nhận rằng đệm cát có khả năng cải thiện cường độ của đất trong cả điều kiện ngâm, không ngâm cũng như quá trình cố kết.

CHƯƠNG 5: ỨNG XỬ ĐẤT SÉT LÒNG SÔNG GIA CƯỜNG XI MĂNG DƯỚI THÍ NGHIỆM CBR, UU, CỐ KẾT VÀ THÍ NGHIỆM CẮT ĐẤT

5.1. Giới thiệu:

Mục tiêu nghiên cứu của chương này bao gồm:

- Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng đến độ trương nở của đất và giá trị *CBR* trong điều kiện không bão hòa và bão hòa bằng thí nghiệm *CBR*.
- Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng đến sức chống cắt *UU* trong điều kiện không bão hòa và bão hòa bằng thí nghiệm ba trục để đánh giá khả năng chịu tải của đất.
- Ứng xử của xi măng đất trong thí nghiệm cố kết một trục không nở hông.

- Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và thời gian bảo dưỡng đến ứng xử sức chống cắt bề mặt của đất sét gia cường xi măng và thép. Ngoài ra, phân tích kích thước hạt được tiến hành trên các mẫu xi măng đất để phân tích ảnh hưởng của việc gia cường xi măng trong cải thiện cấu trúc của đất, dẫn đến sự gia tăng sức chống cắt. Sử dụng các giá trị sức chống cắt cực đại và sức chống cắt bền, độ giòn của xi măng đất được đánh giá. Ngoài ra, một phương trình tương quan sẽ được đề xuất để định lượng tốc độ gia tăng cường độ cắt và sự phát triển cường độ cắt bề mặt trong các mẫu xi măng đất theo thời gian bảo dưỡng.

5.2. Chương trình thí nghiệm:

5.2.1. Mẫu thí nghiệm CBR:

Ba mẫu được gia cường bằng xi măng trong điều kiện ngâm nước. Tỷ lệ hàm lượng khô xi măng là 3%, 5% và 10%.

5.2.2. Mẫu thí nghiệm cắt không cố kết-không thoát nước trong thí nghiệm ba trục

Tỷ lệ trọng lượng khô của xi măng so với đất là 3%, 5% và 10%. Sau 28 ngày, các mẫu đã được thí nghiệm. Có hai loại thí nghiệm như sau:

- *Mẫu không bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp lực ngang lần lượt là 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa và 200 kPa.
- *Mẫu bão hòa*: mẫu sẽ được thí nghiệm ở áp lực ngang 300 kPa.

5.2.3. Mẫu thí nghiệm cố kết:

Có 4 mẫu có tỷ lệ xi măng 3%, 5%, 7% và 10% được thí nghiệm. Kích thước mẫu có đường kính 50 mm và chiều cao 20 mm.

5.2.4. Mẫu thí nghiệm cắt đất trực tiếp và cắt đất bề mặt

Số lượng mẫu được trình bày như trong Bảng 5.1:

Bảng 5.1: Mẫu thí nghiệm

Vật liệu	Hàm lượng xi măng, c_m (%)	Áp lực nén (kPa)	Thời gian bảo dưỡng (ngày)
Loại thí nghiệm: cắt đất trực tiếp dưới điều kiện cố kết- thoát nước			
Đất	0%	50, 100, 150, và 200	0

Xi măng đất	10%	200	3, 7, 14, 28, và 56
Xi măng đất	3%, 5%, 7%, và 10%	50, 100, 150, và 200	28
Loại thí nghiệm: cắt đất bề mặt dưới điều kiện cố kết- thoát nước			
Đất và tấm kim loại	0%	50, 100, 150, và 200	0
Xi măng đất và tấm kim loại	10%	200	3, 7, 14, 28, và 56
Xi măng đất và tấm kim loại	3%, 5%, 7%, và 10%	50, 100, 150, và 200	28

5.3. Ứng xử của đất bùn với xi măng dưới thí nghiệm trương nở và CBR

5.3.1. Ảnh hưởng của xi măng đến tính chất trương nở của đất

Ở thời điểm ban đầu, phần trăm độ trương nở của mẫu không được gia cường nhỏ hơn so với mẫu được gia cường. Tuy nhiên, sau khoảng 20 giờ, độ trương nở ở các mẫu không được gia cường nhiều hơn. Sau 96 giờ, độ trương nở cuối cùng của mẫu gia cường được quan sát thấy giảm đi khi tỷ lệ xi măng cao hơn.

5.3.2. Ứng xử CBR của mẫu không có gia cường và có gia cường

Đối với mẫu ngâm, ở thời gian bảo dưỡng 28 ngày, khả năng chịu lực của đất được cải thiện đáng kể khi được gia cố bằng xi măng. Hàm lượng xi măng càng cao thì cường độ của mẫu gia cường càng cao.

Khi tỷ lệ xi măng tăng lên 3%, 5% và 10% thì giá trị CBR tăng lần lượt 1,7, 3,4 và 3,8 lần.

5.4. Ứng xử cường độ chịu cắt của đất bùn với xi măng trong thí nghiệm ba trục UU.

5.4.1. Ứng xử cường độ chịu cắt của đất không bão hòa được gia cường bằng xi măng:

a) Ứng xử cường độ chịu cắt của đất không bão hòa được gia cố bằng xi măng: Khi hàm lượng xi măng tăng lên, mẫu có biểu hiện phá hủy giòn với biến dạng nhỏ dưới áp lực ngang 50 kPa. Khi áp lực ngang tăng lên, biến dạng khi phá hủy cũng tăng lên. Khi hàm lượng xi măng tăng lên thì cường độ của hỗn hợp tăng lên đáng kể.

Khi có xi măng, lực dính tăng lên nhanh chóng. Tuy nhiên, góc ma sát trong ổn định, khoảng 24° với 3% và 5% xi măng, trước khi tăng nhẹ lên $26,4^{\circ}$ ở 10% xi măng.

b) Độ tăng cường độ sức chống cắt R_{uf} ở điều kiện không bão hòa.

Kết quả cho thấy R_{uf} đều lớn hơn 1 ở tất cả các áp lực ngang chứng tỏ cường độ của đất được cải thiện. Giá trị R_{uf} giảm khi áp lực bên tăng. Giá trị R_{uf} tăng khi hàm lượng xi măng tăng.

5.4.2. Ứng xử sức chống cắt của đất bùn được gia cố bằng xi măng ở điều kiện bão hòa.

a) Ứng xử sức chống cắt của đất bão hòa gia cường xi măng.

Ứng suất lệch tăng khi biến dạng dọc trục và hàm lượng xi măng tăng. Biến dạng và hàm lượng xi măng càng lớn thì độ lệch càng cao.

b) Độ tăng sức chống cắt R_f ở trạng thái bão hòa.

Chỉ số tăng cường độ R_f là tỷ số giữa ứng suất lệch của xi măng đất và đất khi phá hoại. Chỉ số R_f tăng khi tăng tỷ lệ xi măng.

5.4.3. Độ giảm sức chống cắt của đất và xi măng đất do bão hòa:

Độ giảm sức chống cắt, T_{shear} nhỏ hơn 1. Điều đó cho thấy, sau khi ngâm, cường độ cắt giảm và xi măng cải thiện cường độ cắt của hỗn hợp. Ứng suất ngang càng lớn thì mức độ giảm cường độ càng cao.

5.5. Ứng xử của xi măng đất trong thí nghiệm cô kết

Xi măng đất lún nhanh chóng và ổn định sau khoảng 30 phút. Do đó, không thể xác định thời gian cô kết và hệ số cô kết C_v theo phương pháp của Taylor và Cassagrade do những hạn chế của các phương pháp này. Thay vào đó, mô đun lún là đặc trưng của xi măng đất. Kết quả cho thấy mô đun của xi măng đất tăng khoảng 2 lần, khi tỷ lệ xi măng tăng từ 3% lên 7%, nhưng mô đun trong trường hợp xi măng 10% cao gấp 6 lần so với xi măng 3% ở áp lực nén 23,74 kPa.

5.6. Thành phần kích cỡ hạt của hỗn hợp xi măng đất

Kích thước hạt của xi măng đất lớn hơn đất chưa được xử lý. Nó cho thấy sự chuyển đổi từ các hạt có kích thước chủ yếu là đất sét sang các hạt có kích thước phù sa do quá trình hydrat hóa và pozzolanic.

5.7. Ứng xử cường độ cắt bề mặt của xi măng đất trong điều kiện cố kết thoát nước

5.7.1. Ứng xử cường độ cắt của xi măng đất trong điều kiện thoát nước cố kết

Sau 28 ngày bảo dưỡng, dưới các ứng suất nén hữu hiệu khác nhau, ở phạm vi ứng suất nén hữu hiệu 50-200 kPa, cường độ cắt cực đại của mẫu xi măng đất cao hơn đáng kể so với đất chưa được xử lý. Hàm lượng xi măng nhiều hơn sẽ làm tăng cường độ cắt của mẫu xi măng đất. Ngoài ra, việc xử lý xi măng đã chuyển trạng thái ứng suất-biến dạng của các mẫu đất chưa được xử lý và đã được xử lý tương ứng từ phá hoại dẻo sang giòn.

5.7.2. Ứng xử cường độ cắt bề mặt giữa xi măng đất và thép trong điều kiện thoát nước cố kết.

Sau 28 ngày bảo dưỡng, cường độ cắt bề mặt của xi măng đất với thép lớn hơn nhưng đạt giá trị tối đa khi chuyển vị nhỏ hơn so với đất và thép. Hơn nữa, sự gia tăng hàm lượng xi măng dẫn đến tăng cường độ cắt bề mặt và giảm chuyển vị khi cường độ đạt giá trị lớn nhất

5.7.3. Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến cường độ cắt và cường độ cắt bề mặt của xi măng đất.

Lực dính hữu hiệu đất nhỏ, chứng tỏ rằng đất ở trong điều kiện cố kết bình thường. Đối với cường độ cắt của xi măng đất, nó được biểu hiện bằng sự gia tăng nhẹ về lực dính hữu hiệu và sự gia tăng đáng kể của góc ma sát hữu hiệu. Tương tự, cả góc ma sát hữu hiệu cực đại và góc ma sát bền hữu hiệu, ϕ'_{int_max} và ϕ'_{int_res} , đều cao hơn khi gia tăng hàm lượng xi măng, c_m . Ngược lại, có sự gia tăng nhẹ về lực dính hữu hiệu trong quá trình cắt thoát nước cố kết, thể hiện sự liên kết yếu giữa các hạt.

Ngoài ra, có sự khác biệt đáng kể giữa cường độ cắt cực đại và cường độ cắt bền của mẫu đất được xử lý bằng xi măng. Mặc dù có một chút khác biệt (khoảng 2kPa) giữa lực dính hữu hiệu cực đại và lực dính hữu hiệu bền của đất được xử lý xi măng, c'_{max} và c'_{res} , nhưng có sự khác biệt đáng kể giữa góc ma sát hữu hiệu cực đại và bền, ϕ'_{max} và ϕ'_{res} . Sự khác biệt sẽ lớn hơn khi hàm lượng xi măng tăng lên.

Tỷ lệ cường độ của xi măng đất cũng có thể được đánh giá bằng w/C_m :

$$R_s = \frac{15.191}{(w/C_m)^{1.019}} \quad (5.8)$$

5.7.4. Ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng đến sức chống cắt và sức chống cắt bề mặt của xi măng đất.

Việc kéo dài thời gian bảo dưỡng làm cho ứng xử cắt và ứng xử cắt bề mặt của xi măng đất trở nên giòn hơn.

Mối tương quan chặt chẽ ($R^2 = 0,981$) giữa thời gian bảo dưỡng và tỷ lệ phát triển cường độ cực đại và cường độ bền từ cường độ cắt và cường độ cắt bề mặt của các mẫu xi măng đất:

$$R_{SD} = \frac{\tau_D^{max}}{\tau_{28}^{max}} = \frac{\tau_D^{res}}{\tau_{28}^{res}} = \frac{\tau_D^{int_max}}{\tau_{28}^{int_max}} = \frac{\tau_D^{res_int}}{\tau_{28}^{res_int}} = 0.2108 \ln(D) + 0.2833 \quad (5.9)$$

Trong đó

τ_D^{max} , τ_D^{res} , $\tau_{int_max}^D$, and $\tau_{int_res}^D$ lần lượt là ứng suất cắt cực đại, ứng suất cắt bền, ứng suất cắt bề mặt cực đại và ứng suất cắt bề mặt bền sau D ngày của thời gian bảo dưỡng,

τ_{28}^{max} , τ_{28}^{res} , $\tau_{int_max}^{28}$, $\tau_{int_res}^{28}$ lần lượt là ứng suất cắt cực đại, ứng suất cắt bền, ứng suất cắt bề mặt cực đại và ứng suất cắt bề mặt bền sau 28 ngày của thời gian bảo dưỡng.

5.8. Phần kết luận

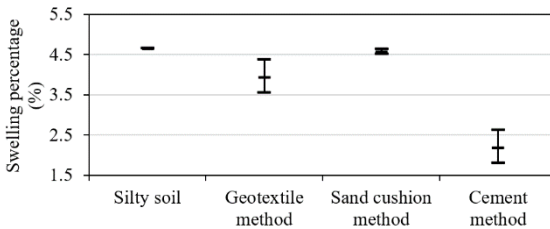
Các thí nghiệm trong phòng đã được tiến hành để kiểm tra các đặc tính của đất bùn được xử lý bằng xi măng. Do phản ứng hydrat hóa và pozzolanic của xi măng, độ trương nở, giá trị CBR, cường độ cắt UU, độ lún và cường độ cắt của đất được xử lý được cải thiện đáng kể.

CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

6.1. So sánh các phương pháp:

Sau khi bão hòa, đất bùn trương nở và mất đi cường độ, điều này không đạt yêu cầu đối với vật liệu san lấp. Vì vậy, mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá các phương pháp gia cường, bao gồm vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng, để cải thiện tính chất của đất. Các thí nghiệm trong phòng, bao gồm thí nghiệm CBR, thí nghiệm độ bền cắt ba trục UU, thí nghiệm cố kết một trục không nở hông với thiết bị cố kết cải tiến và thí nghiệm cắt trục tiếp được hiệu chỉnh, đã được thực hiện để khảo sát khả năng gia cố đất lòng sông. Các yếu tố của đánh giá vật liệu san lấp bao gồm: độ trương nở, cường độ và quá trình cố kết, được thảo luận như sau:

a) Độ trương nở



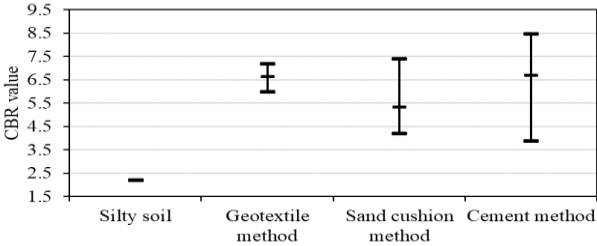
Hình 6.1: Vùng trương nở của các biện pháp gia cường trong nghiên cứu này.

Những phương pháp gia cường làm giảm độ trương nở của đất, độ giảm độ chặt của đất cũng giảm sau khi ngâm. Đối với đất được gia cố bằng vải địa kỹ thuật và đệm cát, lớp gia cường có tính thấm sẽ làm gia tăng tốc độ trương nở bằng cách tăng biên thoát nước trong các mẫu được gia cường. Trong các mẫu xi măng đất, quá trình hydrat hóa xảy ra và liên kết các hạt đất lại với nhau dẫn đến độ trương nở giảm. Tỷ lệ trương nở nhỏ hơn được quan sát thấy khi số lớp vải địa kỹ thuật, độ dày đệm cát và tỷ lệ xi măng tăng lên. Hình 6.1 cho thấy độ trương nở cao nhất, trung bình và thấp nhất của từng phương pháp gia cố trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy độ trương nở trong phương pháp xi măng có giá trị thấp nhất, trong khi đệm cát có giá trị cao nhất.

b) Ứng xử CBR

Sau khi ngâm, giá trị *CBR* của đất giảm đáng kể. Bằng cách sử dụng vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng, giá trị *CBR* được cải thiện đáng kể. Đối với hỗn hợp vải địa kỹ thuật – đất, giá trị *CBR* cao nhất đạt được khi tỷ số giữa khoảng cách lớp gia cường và đường kính piston đạt giá trị tối ưu khoảng 0,8 (mẫu 2 lớp vải địa kỹ thuật). Điều này có thể giải thích bằng cơ chế của đất gia cường dưới tác dụng của tải trọng piston, trong đó có hiệu ứng giam giữ và hiệu ứng màng. Trong điều kiện gia cố bằng đệm cát, một lần nữa, sự cải thiện tối đa xảy ra ở đất có lớp đệm cát dày 15 mm, trong đó tỷ số giữa chiều cao lớp đất bề mặt và đường kính của piston đạt giá trị tối ưu bằng 1. *CBR* tăng trong đất được gia cố bằng vải địa kỹ thuật và đệm cát trong trường hợp ngâm lớn hơn trong trường hợp không ngâm. Đối với xi măng đất, sau 28 ngày ngâm, giá trị *CBR* tăng do tỷ lệ xi măng tăng do quá trình hydrat hóa.

So sánh các phương pháp này, Hình 6.2 cho thấy cường độ của đất bùn được cải thiện đáng kể. Phương pháp xi măng đạt giá trị cao nhất. Tuy nhiên, vùng giá trị của phương pháp xi măng này lớn hơn các phương pháp khác. Giá trị *CBR* của vải địa kỹ thuật là nhỏ nhất chứng tỏ việc tăng số lượng lớp vải địa kỹ thuật không ảnh hưởng đáng kể.



Hình 6.2: Vùng giá trị *CBR* của các phương pháp gia cường mẫu bão hòa

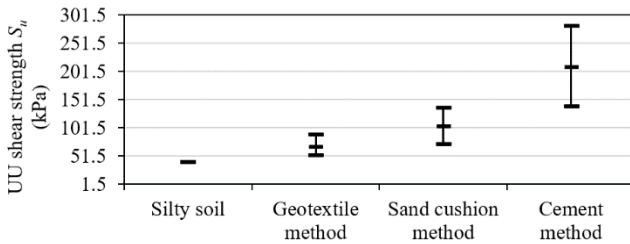
c) Sức chống cắt UU

Sau khi ngâm, sức chống cắt của đất giảm đi đáng kể. Vải địa kỹ thuật, đệm cát và xi măng cải thiện sức chống cắt UU, đặc biệt trong trường hợp mẫu bão hòa. Sự giảm cường độ cắt giảm khi áp lực ngang giảm, đồng thời số lớp vải địa kỹ thuật và độ dày lớp đệm cát tăng lên.

Đối với các mẫu bão hòa, khi số lượng lớp vải địa kỹ thuật và độ dày cát tăng lên, cường độ chống cắt UU và áp lực nước lỗ rỗng thặng dư tăng lên với biên

dạng nhỏ, vì lớp gia cường có thể hạn chế biến dạng ngang hoặc biến dạng kéo của đất. Sau đó, áp lực nước lỗ rỗng giảm. Xi măng đất có hiện tượng phá hủy giòn với biến dạng nhỏ. Khi cường độ xi măng tăng lên, cường độ chống cắt của hỗn hợp tăng lên đáng kể. Với các mẫu bão hòa, kết quả cho thấy ứng suất lệch tăng lên khi biến dạng dọc trục và hàm lượng xi măng tăng.

Hình 6.3 thể hiện cường độ cắt UU, S_u ở điều kiện bão hòa cho ba phương pháp. Kết quả cho thấy phương pháp xi măng cho hiệu quả gia cố tốt nhất, trong khi phương pháp vãi địa kỹ thuật và đệm cát có hiệu quả gia cường thấp hơn.



Hình 6.3: Vùng giá trị sức chống cắt trong điều kiện UU, S_u , của các phương pháp gia cường cho mẫu bão hòa.

d) Quá trình cố kết

Khi đánh giá đặc trưng cố kết của đất bùn có tỉ lệ đường kính và chiều cao mẫu D/H_0 lớn hơn 2,5, việc đánh giá ma sát bên là cần thiết.

Trong nghiên cứu này, thiết bị đo đường cải tiến đã được chế tạo để xác định ma sát thành giữa đất và vòng cố kết. Tổng áp lực ma sát bên tăng nhẹ khi thời gian cố kết tăng lên, làm giảm đáng kể áp lực cố kết trung bình tại cuối quá trình cố kết sơ cấp (EOP). Khi D/H_0 tăng, tỷ lệ tổn thất áp lực ma sát tại EOP giảm. Hơn nữa, tỷ lệ tổn thất áp lực ma sát giảm khi áp suất nén tăng lên. Ngoài ra, phương pháp phân tích được đề xuất để dự đoán chính xác giá trị r_{EOP} và e_{EOP} của đất sét cố kết thông thường mà không yêu cầu chiều cao của mẫu tại thời điểm cố kết. Hơn nữa, hệ số rỗng khi kết thúc quá trình cố kết sơ cấp tăng tỷ lệ thuận với độ sâu do ma sát thành bên. Sử dụng giá trị COV của hệ số rỗng, mức độ đồng đều của mẫu đất tại EOP được xác định. Giá trị COV tăng khi tỷ lệ tổn thất áp suất ma sát tăng.

Về ảnh hưởng của vôi địa kỹ thuật và đệm cát, thời gian cố kết giảm đáng kể so với đất, từ 1-2 lần đối với mẫu vôi địa kỹ thuật và từ 3,5-5 lần đối với mẫu đệm cát. Vôi địa kỹ thuật và đệm cát, đóng vai trò như một biên thoát nước, có thể cải thiện cường độ của đất và quá trình cố kết.

Trong hỗn hợp xi măng đất, sau khoảng 30 phút, các mẫu đạt độ lún nhanh và đạt ổn định. Mô đun nén lún được thể hiện như một trong những đặc tính của hỗn hợp xi măng đất. Khi tỷ lệ xi măng tăng thì mô đun xi măng đất tăng. Hơn nữa, độ lún của hỗn hợp giảm đáng kể, dẫn đến hệ số rỗng tăng lên.

Như vậy, khi so sánh ba phương pháp, phương pháp xi măng có thời gian cố kết ngắn nhất và độ lún nhỏ nhất.

e) Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và thời gian bảo dưỡng đến cường độ sức kháng cắt bề mặt của xi măng đất và thép.

Do phản ứng hydrat hóa và pozzolanic của xi măng, cường độ cắt và cường độ cắt bề mặt của các mẫu xi măng đất được cải thiện đáng kể. Những kết luận khác bao gồm:

- Xi măng làm cho kích thước hạt trong mẫu xi măng tăng lên. Đặc biệt, sau 28 ngày bảo dưỡng, tỷ lệ cát trong đất với 10% xi măng tăng 2 lần. Sự gia tăng đó là do sự kết hợp của các hạt mịn thành các hạt cỡ cát, là kết quả của quá trình gia cường bằng xi măng.

- Sức chống cắt của xi măng đất và sức chống cắt bề mặt lần lượt biểu hiện hiện tượng biến dạng cắt giòn và hiện tượng dính trượt. Việc tăng góc ma sát hữu hiệu chủ yếu góp phần cải thiện độ bền cắt của xi măng đất. Ngược lại, xi măng đất có lực dính hữu hiệu tăng không đáng kể.

- Hàm lượng xi măng càng cao thì tỷ lệ sức chống cắt của xi măng đất càng lớn. Đối với mẫu chứa 3-10% xi măng, tỷ lệ sức chống cắt trung bình cực đại và bền lần lượt nằm trong khoảng từ 1,28 đến 2,40 và 1,16 đến 1,80. Xi măng cũng tăng cường các thông số của sức chống cắt bề mặt của xi măng đất-thép. Khi giá trị đạt cực đại, hệ số sức chống cắt hữu hiệu bề mặt trung bình xấp xỉ 1,55 khi thêm 10% hàm lượng xi măng.

- Công thức tương quan được đề xuất để dự đoán sự gia tăng sức chống cắt dựa trên tỷ lệ giữa hàm lượng nước và trọng lượng xi măng. Ngoài ra, một phương trình khác được đề xuất có thể được sử dụng để dự đoán sự phát triển sức chống cắt và sự phát triển sức chống cắt bề mặt của đất bùn được xử lý bằng xi măng theo thời gian bảo dưỡng.

6.2. Kết luận

Dựa trên sự so sánh trên, trong nghiên cứu này, phương pháp trộn xi măng được đánh giá là phương pháp tốt nhất để cải tạo đất phù sa lòng sông. Đệm cát và vải địa kỹ thuật có thể tăng cường các đặc tính vật lý và cơ học của đất, bao gồm độ trương nở, cường độ và quá trình cố kết.

Theo quy định về cường độ của lớp mặt đường, khả năng chịu tải *CBR* tối thiểu đối với đường nông thôn không có ô tô tham gia giao thông là 6 cho 30 cm phía trên và 4 cho 50 cm tiếp theo, theo tiêu chuẩn TCVN 4054:2005 [3]. Như vậy, tất cả các phương pháp trình bày đều có thể áp dụng được để cải tạo đất lòng sông và làm nền đường giao thông nông thôn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Về đường giao thông nông thôn có ô tô tham gia, Tiêu chuẩn TCVN 9436-2012 [4] yêu cầu độ trương nở của vật liệu san lấp phải nhỏ hơn 3%. Trong trường hợp này, cùng với yêu cầu về cường độ, phương pháp xi măng có hàm lượng từ 5% trở lên có thể được sử dụng làm vật liệu san lấp.

6.3. Các hạn chế và đề xuất:

Các kết quả cho thấy sự cải thiện của đất gia cường. Do hàm lượng nước tăng lên nên cường độ của đất bùn giảm. Đặc biệt, trường hợp đất bị bão hòa được coi là yếu nhất và nguy hiểm nhất. Vì vậy, nghiên cứu này chỉ chứng minh ảnh hưởng của độ bão hòa đến trạng thái cường độ của đất có gia cường. Nghiên cứu này không tập trung vào đặc tính cơ học của các mẫu không bão hòa khi cường độ thay đổi. Ứng xử cơ học của các đất không bão hòa có thể được nghiên cứu thêm. Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu này sẽ là một lý thuyết cơ bản để tăng cường thiết kế đường nông thôn bằng phương pháp sử dụng đất sét gia cường làm vật liệu san lấp thay cho cát tón kém để làm nền đường nông thôn. Trong phòng thí

nghiệm, kết quả cho thấy các phương pháp này đều có thể đáp ứng theo tiêu chuẩn Việt Nam. Kết quả cho thấy những phương pháp này hiệu quả, nhanh chóng và tiết kiệm chi phí. Tuy nhiên, những phát hiện này không thể được sử dụng trực tiếp trong thiết kế nền đường. Để áp dụng các phương pháp này vào thực tế cần xem xét điều kiện thực tế, như điều kiện hiện trường, biện pháp thi công và thí nghiệm hiện trường, cần được xem xét. Kết quả thí nghiệm hiện trường sẽ là cơ sở chính xác nhất để áp dụng rộng rãi các phương pháp. Vì vậy, cần có nhiều nghiên cứu ứng dụng hơn về kỹ thuật, máy móc, vật liệu, thí nghiệm hiện trường. Kết quả của các thí nghiệm thực địa là cơ sở để các phương pháp này có thể được sử dụng rộng rãi.