

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP KHÔI PHỤC TRẠNG THÁI CỦA ĐẤT
RỜI Ở TRONG PHÒNG ĐỀ XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU CƠ LÝ

HÀ NỘI, 5/2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO TÔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP KHÔI PHỤC TRẠNG THÁI CỦA ĐẤT
RỜI Ở TRONG PHÒNG ĐỂ XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU CƠ LÝ

Sinh viên thực hiện:

- Nguyễn Sơn Bá
MSV: 2221020049
- Nguyễn Đức Nhật
MSV: 2221020058

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Nguyễn Văn Phóng

HÀ NỘI, 5/2024

MỤC LỤC

| | |
|---|----|
| MỞ ĐẦU | 3 |
| Chương 1. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu..... | 5 |
| 1.1. Độ chặt của đất rời và phương pháp xác định..... | 5 |
| 1.1.1. Khái niệm..... | 5 |
| 1.1.2. Các phương pháp xác định độ chặt của đất rời bằng thí nghiệm..... | 5 |
| 1.1.3. Xác định độ chặt của đất rời bằng thí nghiệm hiện trường | 6 |
| Chương 2. Nghiên cứu cơ sở lý thuyết khôi phục trạng thái của đất | 14 |
| 2.1. Giới thiệu chung..... | 14 |
| 2.2. Phương pháp chế bị mẫu đất rời và thủ tục khôi phục trạng thái mẫu | 14 |
| 2.2.1. Chế bị mẫu đất rời..... | 14 |
| 2.2.2. Thủ tục khôi phục trạng thái | 15 |
| 2.3. Đề xuất phương pháp khôi phục trạng thái mẫu đất rời..... | 18 |
| 1.2. Khôi phục trạng thái của đất trong phòng thí nghiệm..... | 18 |
| 2.3.1. Yêu cầu khôi phục trạng thái mẫu đất | 20 |
| 2.3.2. Phân tích, đề xuất phương pháp khôi phục trạng thái mẫu đất rời | 20 |
| Chương 3. Nghiên cứu thực nghiệm khôi phục trạng thái của mẫu cát và xác định một số chỉ tiêu của mẫu | 23 |
| 3.1. Đặc điểm mẫu đất rời khu vực nghiên cứu | 23 |
| 3.2. Kết quả khôi phục trạng thái của mẫu..... | 24 |
| 3.3. Đánh giá kết quả nghiên cứu và đề xuất phương pháp phù hợp..... | 30 |
| Kết luận và kiến nghị..... | 32 |

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

| | |
|---|----|
| Bảng 1. Hệ số rỗng của một số đất loại cát theo độ chặt..... | 5 |
| Bảng 2. Bảng phân chia độ chặt của đất loại cát theo N | 8 |
| Bảng 3. Trạng thái của đất loại cát theo sức kháng xuyên q_c (theo RXN 33 - 70). | 13 |
| Bảng 4. Lựa chọn phương pháp chế bị mẫu | 20 |
| Bảng 5. Xác định độ chặt yêu cầu theo trị số SPT | 21 |
| Bảng 6. Lựa chọn các thông số bão hòa, cố kết mẫu | 21 |
| Bảng 7. Địa tầng đặc trưng khu vực ven biển Sóc Trăng..... | 23 |
| Bảng 8. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu vật lý | 24 |
| Bảng 9. Các thông số của mẫu chế bị..... | 28 |
| Bảng 10. Các thông số thí nghiệm bước bão hòa mẫu | 29 |
| Bảng 11. Các thông số thí nghiệm bước cố kết mẫu..... | 30 |

DANH MỤC HÌNH VẼ

| | |
|---|----|
| Hình 1. | 8 |
| Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm xuyên tĩnh: 1. Cọc neo; 2. Dầm; 3. Cản xuyên; 4 - 5. Các đồng hồ đo áp lực; 6. Kích; 7. Trụ định hướng | 10 |
| Hình 3. Các phương pháp chế bị mẫu | 16 |
| Hình 4. Khuôn và dụng cụ dùng cho chế bị mẫu đất rời..... | 25 |
| Hình 5. Công đoạn chế bị mẫu đất rời..... | 26 |
| Hình 6. Lắp đặt mẫu vào buồng áp lực | 27 |

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong lĩnh vực xây dựng, thông tin địa kỹ thuật đặc biệt quan trọng. Thông tin địa kỹ thuật bao gồm địa tầng và tính chất cơ lý của các lớp đất. Trong đó, để xác định tính chất cơ lý của các lớp đất cần các thí nghiệm trong phòng và ngoài trời. Đối với đất loại sét có thể dễ dàng lấy mẫu nguyên trạng phục vụ cho thí nghiệm trong phòng. Tuy nhiên, với đất loại cát (đất rời), việc lấy mẫu đảm bảo trạng thái và độ chặt của đất là không khả thi. Do đó, việc xác định tính chất cơ lý của các lớp đất cát trong thực tế thường gặp khó khăn. Hiện nay, các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất cát thường được xác định gián tiếp thông qua các tương quan từ các thí nghiệm ngoài hiện trường hoặc tra bảng theo kinh nghiệm. Việc xác định theo phương pháp này không chính xác và có độ tin cậy thấp nên ảnh hưởng đến kết quả thiết kế nền móng công trình. Yêu cầu đặt ra khi tính toán thiết kế nền móng công trình trong nền có đất loại cát là phải xác định được các chỉ tiêu tính chất cơ lý phù hợp với điều kiện thực tế. Điều này có thể thực hiện được bằng các thí nghiệm trong phòng nếu có thể khôi phục được trạng thái và độ chặt của các lớp đất cát phù hợp với trạng thái thực tế.

Trong những năm gần đây, một số thiết bị 3 trục hiện đại có thể thí nghiệm với các mẫu kích thước lớn (70x140mm) đã được nhập vào Việt Nam. Ưu điểm của thiết bị 3 trục là có thể khôi phục được điều kiện ứng suất thực tế. Tuy nhiên hiện nay, phương pháp 3 trục thường được sử dụng để mô phỏng điều kiện ứng suất thực tế cho các mẫu đất dính. Để xác định được tính chất cơ lý của các mẫu đất rời chính xác, cần thiết phải nghiên cứu phương pháp khôi phục trạng thái của đất phù hợp với trạng thái và điều kiện thực tế.

Nội dung đề tài này tập trung nghiên cứu đề xuất phương pháp khôi phục trạng thái của đất rời bằng thiết bị ba trục với mẫu kích thước lớn (70x140mm) phục vụ cho xác định một số chỉ tiêu cơ lý của đất.

2. Mục tiêu đề tài

Đề xuất được phương pháp khôi phục trạng thái (độ chặt, độ ẩm) của đất rời ở trong phòng phù hợp với điều kiện thực tế để xác định một số chỉ tiêu vật lý.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là đất rời.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là trạng thái của đất cát mịn phân bố ở khu vực ven biển Sóc Trăng.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng các cách tiếp cận nghiên cứu sau:

- *Cách tiếp cận kế thừa*: Kế thừa các kết quả nghiên cứu đã đạt được ở trong và ngoài nước về khôi phục trạng thái của đất;

- *Cách tiếp cận lý thuyết*: Sử dụng các lý thuyết liên quan đến độ chặt của đất rời;

- *Cách tiếp cận thực nghiệm*: sử dụng các kết quả thí nghiệm ngoài trời (SPT) và trong phòng để giải quyết các vấn đề nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu:

Để thực hiện được mục tiêu của đề tài, các phương pháp nghiên cứu được lựa chọn gồm:

- Phương pháp tổng hợp và hệ thống hóa tài liệu;

- Phương pháp địa chất: Áp dụng để nghiên cứu phân loại đất, nghiên cứu địa tầng và đặc điểm phân bố của chúng.

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Sử dụng các lý thuyết liên quan đến trạng thái của đất rời;

- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm: thí nghiệm ngoài trời (SPT) và thí nghiệm trong phòng (chế bị mẫu và xác định một số chỉ tiêu vật lý ở trong phòng);

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Độ chặt của đất rời và phương pháp xác định

1.1.1. Khái niệm

Độ chặt của đất rời phản ánh trạng thái nén chặt, hệ số rỗng của đất ở trạng thái tự nhiên hay nhân tạo. Để đánh giá độ chặt của đất, người ta dùng độ chặt tương đối (D_r):

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_o}{e_{\max} - e_{\min}}$$

Trong đó, e_{\max} , e_{\min} , e_o lần lượt là hệ số rỗng lớn nhất, nhỏ nhất và tự nhiên của đất. Dựa vào độ chặt tương đối, người ta chia cát ra các trạng thái sau:

$0 < D \leq 0.33$: xốp

$0.33 < D \leq 0.67$: chặt vừa

$0.67 < D \leq 0.1$: cát chặt

Bảng 1. Hệ số rỗng của một số đất loại cát theo độ chặt

| Loại cát | Chặt | Chặt trung bình | Rời |
|--------------------------|------------|-------------------------|------------|
| Cát hạt to, vừa, cát sỏi | $e < 0.55$ | $0.55 \leq e \leq 0.70$ | $e > 0.70$ |
| Cát hạt nhỏ | $e < 0.60$ | $0.60 \leq e \leq 0.75$ | $e > 0.75$ |
| Cát bụi | $e < 0.60$ | $0.60 \leq e \leq 0.80$ | $e > 0.80$ |

1.1.2. Các phương pháp xác định độ chặt của đất rời bằng thí nghiệm

Hiện nay, việc xác định độ chặt của đất rời được chia ra 2 nhóm là nhóm thí nghiệm trong phòng và nhóm thí nghiệm hiện trường.

Phương pháp thí nghiệm trong phòng được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4201: 2012 “Đất xây dựng – Phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.” Phương pháp này áp dụng cho cả đất rời và đất dính nhằm xác định độ chặt tiêu chuẩn của đất thông qua việc xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất của mẫu được làm chặt trong cối đầm.

Các phương pháp xác định độ chặt và độ ẩm của đất ở hiện trường thường dùng cho đất đắp, đất trên bề mặt mà hầu như không sử dụng cho đất phân bố ở sâu, bao gồm các phương pháp.

1) Phương pháp dao đai, đốt cùn

Khối lượng thể tích khô của đất (là chỉ tiêu để đánh giá độ chặt) được xác định bằng cách lấy mẫu đất không phá hoại kết cấu trong một dao đai có miệng vát nhọn, đã biết trước thể tích.

2) Phương pháp xác định nhanh độ chặt và độ ẩm của đất ở hiện trường bằng phao Còvalep

Việc xác định độ ẩm bằng cách sấy khô hoặc đốt cùn của phương pháp trên đây có một nhược điểm rất lớn là mất nhiều thời gian hoặc tốn kém. Vì vậy, hiện nay người ta thường dùng phao Còvalep để xác định nhanh độ chặt và độ ẩm của đất ở hiện trường.

Nguyên tắc làm việc của phao là dựa vào sức đẩy của nước để xác định trọng lượng. Dùng dao lấy mẫu đất nguyên trạng như đã nêu ở trên sau đó đổ đất vào phao rồi thả phao vào thùng nước. Căn cứ vào ngấn nước mà phao chìm xuống ta đọc được khối lượng thể tích của đất theo thang chia.

3) Phương pháp rót cát

Mục đích: Kiểm tra độ chặt của mặt đường và nền đường làm bằng đất sỏi ong, đất dăm sạn và đất gia cố các loại (vì những loại vật liệu này có cỡ hạt lớn, cứng không thể dùng dao để lấy mẫu).

1.1.3. Xác định độ chặt của đất rời bằng thí nghiệm hiện trường

1) Phương pháp xuyên tiêu chuẩn (SPT)

a) Giới thiệu phương pháp

Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) theo các từ tiếng Anh: Standart Penetration Test là một phương pháp thí nghiệm hiện trường được sử dụng rộng rãi phục vụ xây dựng các công trình khác nhau.

Thí nghiệm được tiến hành bằng cách đóng một mũi xuyên có dạng hình ống vào trong đất từ đáy một lỗ khoan đã được thi công phù hợp cho thí nghiệm. Quy cách mũi xuyên, thiết bị và năng lượng đóng đã được quy định. Số búa cần thiết để đóng mũi xuyên vào trong đất ở các khoảng độ sâu xác định được ghi lại và chỉnh lý. Đất chứa trong ống mẫu được quan sát, mô tả, bảo quản và thí nghiệm như là mẫu đất xáo động.

Trong khảo sát địa chất công trình, phương pháp xuyên tiêu chuẩn cho phép giải quyết được các nhiệm vụ cụ thể sau:

- Kết hợp với công tác khoan lấy mẫu xác định địa tầng, làm cơ sở để phân chia các lớp đất đá;
- Xác định được độ chặt của đất loại cát và trạng thái của đất loại sét;
- Xác định được một số đặc trưng cơ lý của đất đá;
- Xác định vị trí lớp đất đặt mũi cọc và tính toán khả năng chịu tải của cọc cũng như thiết kế móng nông.

Thí nghiệm này được quy định trong tiêu chuẩn [TCXD 226 : 1999](#).

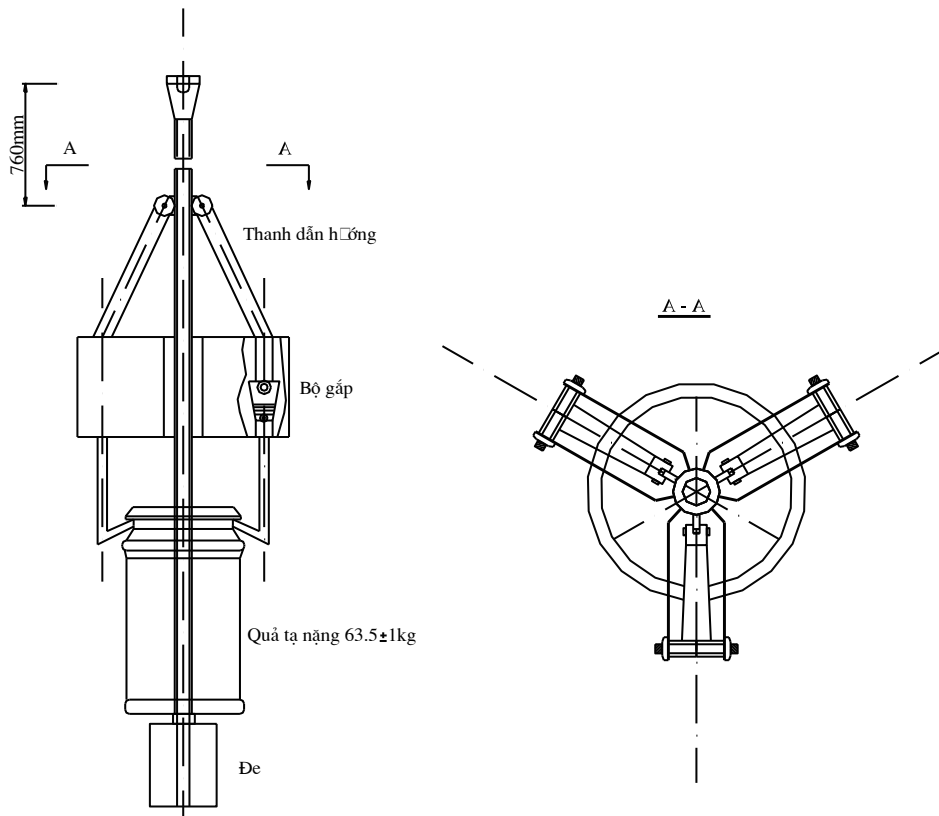
b) Thiết bị và phương pháp thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn gồm các bộ phận chính: Ống xuyên tiêu chuẩn, cần xuyên và bộ phận truyền lực đóng gồm đe, búa, bộ phận định vị và cơ cấu nâng thả búa.

- Tổng chiều dài ống xuyên tiêu chuẩn 813mm;
- Chiều dài buồng chứa mẫu 635mm;
- Đường kính trong của ống mẫu 35mm, đường kính ngoài 51mm.

Ống mẫu được cấu tạo chẻ đôi (giống ống mẫu nguyên trạng) để có thể lấy mẫu đất ra khỏi ống được dễ dàng. Đầu trên của ống có ren để nối với cần. Phần trên ống mẫu có các lỗ thoát nước và khí.

Hệ thống cần nối với ống mẫu được sử dụng bằng chính cần khoan. Lực đóng của búa được truyền xuống đe, qua cần để đưa ống xuyên vào đất. Phía trên cần là đe, nối với đe là trục định hướng để búa rơi tự do xuống đe. Trên cùng là bộ phận định vị. Búa có khối lượng 63,5 kg, rơi xuống đe từ độ cao 76,2cm. Búa được nâng lên nhờ bộ cạp, và được tời kéo lên đến chiều cao quy định, búa sẽ tự động rơi tự do xuống đe để đưa ống xuyên vào đất, hình 1.



Hình 1.

Phương pháp thí nghiệm SPT được xác định theo điều kiện kỹ thuật và tiêu chuẩn ASTM D 1586 – 63J, TCXD 226 : 1999. Thí nghiệm được thực hiện trong hố khoan. Khoảng cách các điểm xuyên tiêu chuẩn tùy thuộc mức độ hiểu biết về địa tầng mà quyết định cho phù hợp. Khoảng cách thí nghiệm theo quy định chung là từ 1 – 3m. Khi khoan đến độ sâu cần thí nghiệm, làm sạch đáy hố khoan và thả bộ dụng cụ thí nghiệm xuống vị trí cần thí nghiệm. Đóng liên tục 3 hiệp để đưa mũi xuyên vào đất. Mỗi hiệp mũi xuyên đi vào đất 15 cm, xác định số búa đóng của mỗi hiệp. Tổng số búa để mũi xuyên đi vào đất 30 cm của hai hiệp sau cùng chính là đại lượng xuyên tiêu chuẩn N.

c) Diễn giải kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm SPT thu từ hiện trường được chỉnh lý theo từng hố khoan. Tại mỗi độ sâu thí nghiệm, tính toán sức kháng xuyên tiêu chuẩn N_{30} là tổng số búa ở 30cm xuyên sau cùng của mũi xuyên. K. Terzaghi và R. Peck dựa vào giá trị xuyên tiêu chuẩn N_{30} để phân chia độ chặt của đất loại cát như bảng 2.

Bảng 2. Bảng phân chia độ chặt của đất loại cát theo N

| N_{30} | Độ chặt tương đối của cát |
|----------|---------------------------|
| 0÷4 | Rất rời |
| 4÷10 | Rời |

| | |
|-------|----------|
| 10÷30 | Chặt vừa |
| 30÷50 | Chặt |
| >50 | Rất chặt |

2) Phương pháp xuyên tĩnh (CPT)

a) Giới thiệu phương pháp

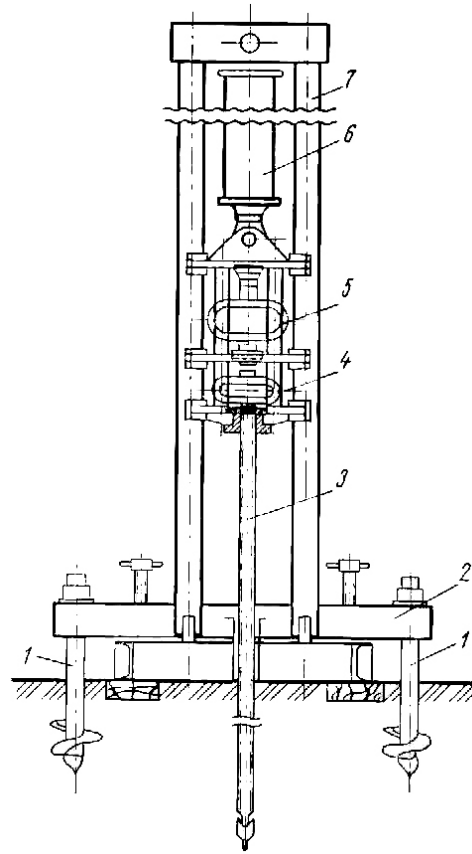
Đối với phương pháp xuyên tĩnh, mũi xuyên được đưa vào đất nhờ các lực ép tĩnh. Xuyên tĩnh là phương pháp xuyên hiệu quả nhất được sử dụng để nghiên cứu đất nền ở trạng thái tự nhiên. Các thông tin thu nhận được từ xuyên tĩnh rất phong phú và đạt độ chính xác cao. Phương pháp xuyên tĩnh cho phép giải quyết tốt các nhiệm vụ địa chất công trình sau:

- Phân chia chi tiết địa tầng thành các lớp đất có chất lượng xây dựng khác nhau, đánh giá được mức độ đồng nhất của đất nền;
- Đánh giá được độ chặt của đất loại cát, trạng thái của đất loại sét;
- Xác định được một số đặc trưng về độ bền và biến dạng của đất nền;
- Cho phép xác định được chiều sâu lớp đất mũi cọc. Tài liệu xuyên tĩnh thường được sử dụng để tính toán sức chịu tải của cọc .

Việc áp dụng phương pháp xuyên tĩnh trong khảo sát địa chất công trình cho phép bổ sung đầy đủ các thông tin địa chất công trình của đất nền phục vụ thiết kế công trình cũng như nâng cao độ chính xác và chất lượng của tài liệu khảo sát địa chất công trình.

b) Sơ đồ thí nghiệm

Sơ đồ thiết bị xuyên tĩnh như hình 8.1.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm xuyên tĩnh: 1. Cọc neo; 2. Dầm; 3. Cần xuyên; 4 - 5. Các đồng hồ đo áp lực; 6. Kịch; 7. Trụ định hướng

Nguyên lý của thí nghiệm xuyên tĩnh là ép mũi xuyên hình chóp nón được gắn ở đầu cần xuyên vào đất nhờ các lực của kịch thủy lực hay lực ép của vít xoắn hoặc của hệ thống bánh răng và thanh răng.

c) Thiết bị thí nghiệm

Phương pháp xuyên tĩnh được sử dụng rất phổ biến ở nước ta. Thiết bị xuyên tĩnh gồm các bộ phận chủ yếu sau:

- Mũi xuyên: Là bộ phận trực tiếp xuyên vào đất được cấu tạo với phần đầu là mũi côn có góc đỉnh 60° . Đường kính đáy mũi côn là 35,7mm, diện tích tiết diện ngang là 10 cm^2 . Theo kiểu hoạt động mũi xuyên được chia làm hai loại: mũi xuyên cố định và mũi xuyên di động. Đối với thiết bị sử dụng mũi xuyên cố định, mũi xuyên được ấn vào trong đất cùng với cần xuyên. Việc đo sức kháng mũi xuyên và ma sát bên được tiến hành liên tục và đồng thời. Mũi xuyên loại này thường được gắn bộ cảm biến điện. Các thông tin về lực được chuyển thành tín hiệu điện và truyền qua cáp

điện đặt trong cần xuyên về bộ đo – ghi. Thiết bị có mũi xuyên di động cho phép đo được sức kháng xuyên của phần mũi côn khi tác dụng lực để đưa mũi côn xuyên vào đất, cần xuyên đứng yên, hình 2. Ấn vào cần trong để mũi côn đi xuống một đoạn 4 cm. Các bộ phận khác của mũi xuyên đứng yên, đo được sức kháng mũi. Tiếp tục ấn cần trong mũi côn và ống ma sát cùng xuống độ sâu 4 cm, đo được lực tổng gồm sức kháng mũi và ma sát bên. Hiệu số của lực tổng và sức kháng mũi là lực ma sát.

- Cần xuyên: Cần xuyên là bộ phận truyền lực đến mũi xuyên để đưa mũi xuyên vào đất. Cần xuyên thường có đường kính bằng đường kính mũi xuyên, dài 1000 mm, được cấu tạo bằng thép đặc biệt. Có hai loại cần xuyên: Cần đơn và cần kép. Cần đơn trong rỗng, thường sử dụng với mũi xuyên cố định. Phía trong cần được lồng cáp điện để truyền tín hiệu điện từ mũi xuyên. Cần kép gồm hai phần: Cần ngoài và cần trong. Cần trong là thanh thép tròn đặc, dùng để ấn mũi côn xuống khi đo sức kháng xuyên mũi và ma sát thành.

- Hệ thống truyền lực: Dùng bơm thủy lực, vít xoắn cơ học hay hệ thống thanh răng.

- Hệ thống đo: Sử dụng đồng hồ áp lực, dùng ứng biến hay bộ cảm biến điện cơ.

- Hệ thống đối tải: sử dụng neo hoặc đối tải.

d) Tiến hành thí nghiệm

Trước khi tiến hành xuyên tĩnh, cần kiểm tra toàn bộ thiết bị, xác định chính xác vị trí xuyên đúng thiết kế và neo chắc chắn vào đất, tránh để nhổ neo trong quá trình xuyên .

Tiến hành xuyên bằng cách tăng áp lực xuyên lên đầu cần xuyên . Tốc độ hạ xuyên 2cm/s. Độ sâu xuyên được có thể đo trực tiếp trên cần hoặc tự ghi. Nếu điều kiện thiết bị cho phép thì quá trình xuyên đo liên tục các thông số xuyên từ trên xuống. Nếu thiết bị xuyên gián đoạn thì khoảng cách giữa hai lần đo là 20 cm. Quá trình xuyên phải liên tục, chỉ được phép dừng xuyên để nối cần. Khi xuyên phải thẳng, tránh xuyên chéo gây cong cần, kết quả xuyên sẽ không chính xác.

Các thông số cần xác định khi xuyên tĩnh:

- Sức kháng xuyên đầu mũi: Là sức kháng xuyên của đất tác dụng lên mũi xuyên, được xác định bằng tỷ số giữa lực tác dụng lên mũi côn và diện tích tiết diện đáy mũi.

$$q_c = \frac{Q_c}{F_c} \quad (1-1)$$

Trong đó:

q_c - sức kháng xuyên đơn vị, kG/cm²;

Q_c : - lực tác dụng của kích lên đáy mũi xuyên, kG;

F_c - diện tích tiết diện đáy mũi xuyên, cm².

- Ma sát thành đơn vị: Là sức kháng của đất tác dụng lên bề mặt của ống đo ma sát, được xác định bằng tỷ số giữa lực tác dụng lên bề mặt ống đo ma sát Q_s và diện tích bề mặt ống đo F_s

$$f_s = \frac{Q_s}{F_s} \quad (1-2)$$

Trong đó:

f_s - ma sát thành đơn vị, kG/cm²

Q_s - lực tác dụng ống đo ma sát, kg

F_s - diện tích bề mặt ống đo ma sát, cm²

- Sức kháng xuyên tổng: Là tổng lực tác dụng lên mũi côn và lực tác dụng lên ống đo ma sát.

$$Q_t = Q_c + Q_s \quad (1-3)$$

Trong đó: Q_t là sức kháng xuyên tổng; Q_c là lực tác dụng lên mũi côn và Q_s là lực tác dụng lên ống đo ma sát.

- Tỷ sức kháng xuyên F_r : Là tỷ số giữa ma sát thành đơn vị (f_s) và sức kháng xuyên đầu mũi q_c

$$F_r = \frac{f_s}{q_c} \quad (1-4)$$

e) Diễn giải kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh được biểu diễn trên biểu đồ xuyên tĩnh theo chiều sâu. Trục hoành biểu diễn sự biến đổi q_c và f_s . Trục tung biểu diễn độ sâu

xuyên. Dựa vào kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh có thể phân loại đất, đánh giá độ chặt của đất loại cát, trạng thái của đất loại sét và một số đặc trưng cơ lý của đất nền. Trạng thái của đất loại cát được xác định theo q_c như Bảng 3.

Bảng 3. Trạng thái của đất loại cát theo sức kháng xuyên q_c (theo RXN 33 - 70)

| Loại cát | Sức kháng xuyên mũi q_c , kG/cm ² | Độ chặt | Hệ số rỗng e |
|----------------------|---|----------|-----------------|
| Hạt to và vừa | <50 | Rời | >0.70 |
| | 50-150 | Chặt vừa | 0.70-0.55 |
| | >150 | Chặt | <0.55 |
| Hạt nhỏ | <30 | Rời | >0.75 |
| | 30-100 | Chặt vừa | 0.75-0.60 |
| | >100 | Chặt | <0.60 |
| Hạt mịn ít ẩm | <30 | Rời | >0.80 |
| | 30-100 | Chặt vừa | 0.80-0.60 |
| | >100 | Chặt | <0.60 |
| Hạt mịn bão hoà nước | <15 | Rời | >0.80 |
| | 15-60 | Chặt vừa | 0.80-0.60 |
| | >60 | Chặt | <0.60 |

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU CƠ SỞ LÝ THUYẾT KHÔI PHỤC TRẠNG THÁI CỦA ĐẤT

2.1. Giới thiệu chung

Trong khảo sát địa kỹ thuật, việc lấy mẫu thí nghiệm trong đất rời rất khó đảm bảo tính nguyên trạng. Do vậy, một trong những yêu cầu quan trọng trong thí nghiệm ba trục động là phải mô phỏng lại độ chặt và trạng thái ứng suất trước khi thí nghiệm. Khôi phục, mô phỏng lại điều kiện thực tế của mẫu đất rời có ý nghĩa lớn, giúp các thí nghiệm ba trục động cho kết quả phù hợp với thực tế hơn. Quá trình khôi phục, mô phỏng lại điều kiện thực tế của mẫu đất rời gồm độ ẩm, độ chặt và trạng thái ứng suất được thực hiện qua 3 bước là chế bị, bão hòa và cố kết. Đề tài nghiên cứu các phương pháp chế bị mẫu đất rời sử dụng thiết bị nghiệm ba trục động, thủ tục khôi phục trạng thái mẫu theo tiêu chuẩn ASTM; đồng thời đưa ra những phân tích, đánh giá để lựa chọn phương pháp cũng như các thông số thí nghiệm phù hợp với điều kiện thực tế.

Thí nghiệm ba trục động được sử dụng do có thể mô phỏng được đầy đủ đặc điểm tải trọng động, điều kiện ứng suất và trạng thái của mẫu trong thực tế.

Nhìn chung, mẫu đất thí nghiệm có thể chia thành ba loại là đất đất dính (đất loại sét), đất rời (đất loại cát) và đất yếu. Trong thực tế, việc lấy và bảo quản mẫu đất dính theo các quy định hiện hành có thể đảm bảo tính nguyên trạng của mẫu. Với đất rời, việc lấy mẫu nguyên trạng là không khả thi, nên mẫu cần được khôi phục lại trạng thái và độ chặt trước khi gia tải chu kỳ. Trường hợp đất yếu, việc lấy mẫu, vận chuyển và lắp đặt có thể gây xáo động mẫu nên một số trường hợp vẫn cần khôi phục lại trạng thái mẫu bằng cách bão hòa và cố kết theo điều kiện ứng suất thực tế. Quá trình này tương tự như thí nghiệm ba trục thông thường. Nội dung phần này tập trung trình bày phương pháp khôi phục trạng thái – độ chặt của các mẫu đất rời sử dụng thiết bị ba trục mẫu kích thước lớn.

2.2. Phương pháp chế bị mẫu đất rời và thủ tục khôi phục trạng thái mẫu

2.2.1. Chế bị mẫu đất rời

Các phương pháp chế bị mẫu cũng như thủ tục bão hòa, cố kết đối với đất rời có thể theo 2 tiêu chuẩn ASTM D3999 và ASTM D5311. Theo đó, việc chế bị mẫu có thể chia thành ba phương pháp: phương pháp rót khô; phương pháp trầm tích trong nước và phương pháp đầm ẩm.

Cả 3 phương pháp này phải đảm bảo yêu cầu sau:

- Mẫu chế bị phải đồng nhất về sự phân bố hệ số rỗng tại các vị trí;

- Mẫu chế bị có độ chặt tương đương với trạng thái tự nhiên của nó.

a) Phương pháp rót khô

Cát khô được cho vào đầy phễu hình nón với đường kính của miệng phễu vào khoảng 12 mm. Cát khô được rót vào hộp chế bị mẫu. Miệng phễu ban đầu được đặt sát đáy của hộp chế bị mẫu sau đó nhấc dần lên để cát chảy ra cho tới khi hộp chế bị mẫu được lấp đầy cát khô. Lưu ý, trong quá trình nhấc dần phễu lên phải đảm bảo chiều cao của miệng phễu đến bề mặt lớp cát trong hộp chế bị mẫu phải bằng 0. Sau đó, tiến hành gõ nhẹ vào xung quanh hộp chế bị mẫu cho tới khi đạt được độ chặt yêu cầu. Sau đó, mẫu được bịt kín bằng các vòng cao su ở đỉnh và đáy mẫu, tác dụng lực hút chân không từ 2 - 5 kPa vào đỉnh mẫu nhằm giữ cho mẫu ổn định.

b) Phương pháp trầm tích trong nước

Theo phương pháp này, cát khô được rót vào hộp mẫu có chứa khoảng 1/3 là nước đã khử khí. Miệng phễu cách bề mặt nước từ 1 - 3mm với kích thước của miệng phễu là 35 mm. Quá trình rót cát được thực hiện liên tục với tốc độ không đổi cho đến khi hoàn thành. Lưu ý mực nước trong hộp chế bị mẫu luôn luôn cao hơn bề mặt lớp cát trong hộp khoảng từ 2 -3 cm. Sau đó, tiến hành xác định độ chặt và hệ số rỗng của mẫu. Trường hợp cần chế bị mẫu chặt hơn thì có thể gõ nhẹ vào xung quanh hộp mẫu để thu được độ chặt yêu cầu.

c) Phương pháp đầm ẩm

Phương pháp đầm ẩm được đưa ra bởi Ladd (1978). Theo phương pháp này, cát khô được trộn với 5% nước đã khử khí vào trộn đều để tạo ra hỗn hợp cát ẩm. Sau đó, dùng tay rắc hỗn hợp cát ẩm vào hộp chế bị mẫu. Quá trình rắc mẫu được chia thành từ 5 đến 6 lớp. Tại mỗi lớp, tiến hành đầm nhẹ lên trên bề mặt mẫu. Quá trình chế bị mẫu tiếp tục đến khi lấp đầy hộp mẫu và mẫu đạt được độ chặt yêu cầu. Sau đó, dùng vòng cao su bịt kín 2 đầu mẫu và tác dụng áp lực chân không từ 2 – 5kPa để giữ cho mẫu ổn định.

2.2.2. Thủ tục khôi phục trạng thái

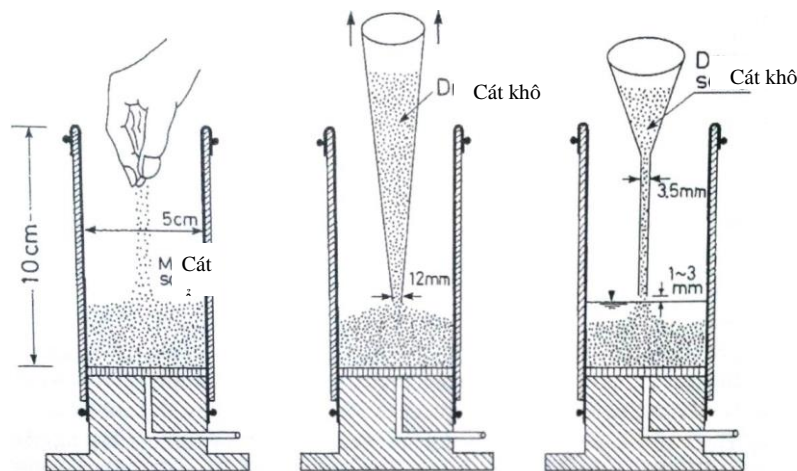
Thủ tục khôi phục trạng thái của mẫu bao gồm các bước bão hòa và cô kết mẫu.

** Phương pháp bão hòa mẫu*

Tùy theo mục đích nghiên cứu, mẫu có thể được bão hòa và cố kết hoặc để ở trạng thái tự nhiên trước khi gia tải động. Trường hợp mẫu được thí nghiệm ở trạng thái bão hòa thì quá trình bão hòa được thực hiện bằng cách tăng đồng thời áp lực buồng (σ_3) và áp lực ngược (σ_{back}), với độ chênh áp lực buồng - ngược ($\sigma_r = \sigma_3 - \sigma_{back}$) bằng (10÷20) kPa. Sau khi trị số áp lực ổn định, tiến hành điền nước vào mẫu bằng cách mở van để nước chảy qua dung cụ đo thể tích vào mẫu từ đường áp lực ngược. Quá trình bão hòa được tiến hành cho đến khi độ bão hòa (B) đạt trên 90% ($B = \Delta u / \Delta \sigma_3 \geq 0,95$; $\Delta \sigma_3$ là gia số áp lực buồng và Δu là độ gia tăng áp lực nước lỗ rỗng). Nếu độ bão hòa B chưa đạt yêu cầu thì quá trình gia tăng áp lực buồng – ngược và điền nước lại được tiếp tục cho đến khi đạt.

** Phương pháp cố kết mẫu*

Quá trình cố kết mẫu là một khâu quan trọng nhằm khôi phục trạng thái của mẫu. Quá trình này được thực hiện sau bước bão hòa mẫu, bằng cách giữ nguyên áp lực ngược và tăng áp lực buồng cho đến khi đạt áp lực cố kết (σ_c) yêu cầu. Áp lực cố kết là hiệu giữa áp lực buồng và áp lực ngược ($\sigma_c = \sigma_3 - \sigma_{back}$). Sau khi các trị số áp lực ổn định, mở van áp lực ngược để nước thoát ra. Quá trình cố kết kết thúc khi độ cố kết lớn hơn 90% (hoặc khi xác định nước lỗ rỗng không còn thoát ra). Trong suốt quá trình bão hòa và cố kết, các thay đổi về áp lực, biến dạng và thể tích mẫu (thể tích nước vào – ra) được ghi lại.



Hình 3. Các phương pháp chế bị mẫu

(a)- Phương pháp chế bị đầm ẩm; (b) - phương pháp rút khô; (c) - Phương pháp trầm tích trong nước

2.3. Đề xuất phương pháp khôi phục trạng thái mẫu đất rời

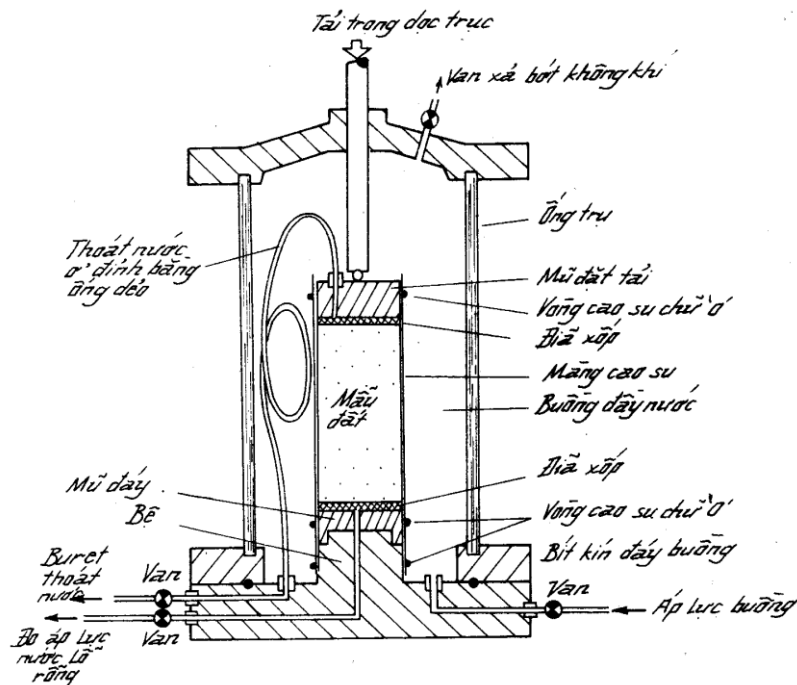
1.2. Khôi phục trạng thái của đất trong phòng thí nghiệm

Trong thực tế, việc lấy mẫu, vận chuyển mẫu về phòng thí nghiệm thường gây ra những xáo động đáng kể ảnh hưởng đến tính nguyên trạng của mẫu. Mặt khác, đất ở trạng thái tự nhiên đều chịu áp lực địa tầng, áp lực nước lỗ rỗng. Do đó, để thí nghiệm trong phòng đảm bảo độ tin cậy, cần thiết phải khôi phục trạng thái của mẫu và điều kiện ứng suất thực tế. Hiện nay, việc khôi phục trạng thái của đất và điều kiện ứng suất thường dùng thí nghiệm ba trục.

Thông thường, thí nghiệm ba trục được thực hiện trên một mẫu đất hình trụ có tỉ số giữa chiều cao và đường kính là 2: 1; kích thước thường là 76 x 38 mm và 100 x 50mm. Sơ đồ thí nghiệm ba trục như Hình 2.

Trong thí nghiệm ba trục, điều kiện ứng suất thực tế được mô phỏng nhờ áp lực buồng, trạng thái của mẫu được khôi phục nhờ quá trình bão hòa và cô kết mẫu.

Trong thực tế hiện nay, thí nghiệm ba trục loại phổ thông thường được sử dụng cho đất dính mà ít được dùng cho rời.



Hình 2. Sơ đồ thiết bị ba trục.

2.3.1. Yêu cầu khôi phục trạng thái mẫu đất

Để xác định được các chỉ tiêu vật lý và tính chất của đất rời phù hợp với điều kiện tồn tại tự nhiên của đất, yêu cầu mẫu phải đảm bảo được thành phần, trạng thái và điều kiện ứng suất.

Đối với đất loại cát thông thường (trừ đất nhiễm mặn), chỉ tiêu thành phần hạt là chỉ tiêu thành phần quan trọng nhất cần được đảm bảo cho các thí nghiệm cơ học. Việc thực hiện yêu cầu này không khó khăn, có thể sử dụng nhiều loại thiết bị lấy mẫu chuyên dụng trong đất rời, lấy mẫu đúng vị trí thiết kế.

Tuy nhiên, đất rời khó giữ tính nguyên trạng trong quá trình vận chuyển và lắp đặt mẫu. Do vậy, trước khi thí nghiệm cần phải khôi phục lại trạng thái và điều kiện ứng suất phù hợp với đất ở vị trí thực tế. Trạng thái của đất rời được quyết định chủ yếu bởi độ chặt và độ ẩm. Như vậy, nhiệm vụ đặt ra là phải đảm bảo được độ chặt, độ ẩm và điều kiện ứng suất trước khi thí nghiệm gia tải động.

2.3.2. Phân tích, đề xuất phương pháp khôi phục trạng thái mẫu đất rời

Độ chặt của mẫu chế bị phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp chế bị mẫu và áp lực có kết. Ở phương pháp rót khô, ma sát giữa các hạt lớn nên cản trở các hạt đất sắp xếp dẫn tới đất có độ chặt thấp khi được rót vào khuôn mẫu. Ngược lại, các phương pháp đầm ẩm và trầm tích trong nước dễ dàng tạo mẫu có độ chặt cao hơn do ma sát giữa các hạt giảm khi bị làm ướt. Độ chặt của mẫu có thể được gia tăng khi được đầm (tùng lớp) và rung lắc khuôn mẫu. Việc lựa chọn phương pháp chế bị mẫu và mức độ đầm, tùy thuộc vào độ chặt yêu cầu (**Error! Reference source not found.**4). Trong đó, độ chặt yêu cầu có thể dễ dàng xác định từ thí nghiệm SPT hiện trường tại vị trí lấy mẫu như **Error! Reference source not found.** (theo TCVN 9351).

Bảng 4. Lựa chọn phương pháp chế bị mẫu

| Độ chặt yêu cầu | Phương pháp chế bị | | |
|--------------------|--------------------|-----------|--------------|
| | Rót khô | Đầm ẩm | Trầm tích |
| Xốp | X | | |

| | | | |
|----------|--|---|---|
| Chặt vừa | | X | X |
| Chặt | | X | X |

Bảng 5. Xác định độ chặt yêu cầu theo trị số SPT

| | | | |
|----------------------------|------|-------------|---------|
| Độ chặt | Xốp | Chặt vừa | Chặt |
| Trị số SPT | <10 | 10÷30 | 30÷50 |
| Độ chặt tương đối D_r | <0,3 | 0,3÷0,6 | 0,6÷0,8 |

Với đất ẩm chưa bão hòa, độ ẩm của mẫu chế bị có thể được khống chế theo lượng cát khô và lượng nước cho vào khuôn mẫu. Trường hợp đất bão hòa, quá trình bão hòa mẫu được thực hiện sau khi lắp đặt mẫu vào buồng áp lực với các thông số thí nghiệm như **Error! Reference source not found..**

Điều kiện ứng suất thực tế được khôi phục trong thí nghiệm ở bước cố kết. Để đảm bảo điều kiện thí nghiệm phù hợp nhất với điều kiện thực tế, thông số cố kết cần được cài đặt với áp lực ngược (σ_{back}) bằng áp lực nước lỗ rỗng thực tế và áp lực buồng (σ_{cell}) bằng áp lực địa tầng. Đối với dự án ngoài khơi, áp lực nước lỗ rỗng thực tế cần xem xét tới ảnh hưởng của mực nước biển.

Bảng 6. Lựa chọn các thông số bão hòa, cố kết mẫu

| | | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Thông số thí nghiệm | Bão hòa | | | Cố kết |
| | Cấp ban đầu* | Gia số ($\Delta\sigma_3$) | Cấp cuối | |
| σ_{cell} (kPa) | 10 ÷ 20 | 20 | Thỏa mãn điều kiện B = | Bằng áp lực địa tầng |

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------|----|---|--|
| σ_{back} (kPa) | $= \sigma_3 - \sigma_r^{**}$ | 20 | $\Delta u / \Delta \sigma_{cell} > 0,9$ và $\sigma_{back} > 70$ kPa | Bằng áp lực nước lỗ rỗng thực tế |
|-----------------------|------------------------------|----|---|--|

Ghi chú: * Cấp áp lực ban đầu cần được chọn sao cho đảm bảo trụ mẫu không bị ảnh hưởng do trọng lượng bản thân, với đất xốp cần chọn trị số lớn nhất (20kPa);

** Độ chênh áp lực buồng - ngược: $\sigma_r = \sigma_{cell} - \sigma_{back} = (10 \div 20)$ kPa, với đất xốp nên chọn trị số lớn nhất để đảm bảo trụ mẫu không bị ảnh hưởng trong quá trình bão hòa.

Về mặt lý thuyết, để mẫu đất rời được chế bị đạt độ chặt mong muốn (D_{r0}), cần xác định một lượng cát khô (G_{dry}) cho vào khuôn mẫu có thể tích V . Trong đó, G_{dry} được dự tính theo công thức sau:

$$G_{dry} = \frac{\gamma_s}{(1+e)} \cdot V \quad (1)$$

$$e = e_{max} - D_{r0}(e_{max} - e_{min}) \quad (2)$$

Với e_{max} , e_{min} tương ứng là hệ số rỗng lớn nhất và nhỏ nhất của mẫu đất.

Quá trình chế bị mẫu cần xác định lượng cát khô và kích thước thực tế để tính lại độ chặt D_r .

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM KHÔI PHỤC TRẠNG THÁI CỦA MÂU CÁT VÀ XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU CỦA MẪU

Nội dung phần này sẽ trình bày kết quả áp dụng phương pháp ở Chương 2 cho đất rời khu vực ven biển Sóc Trăng.

3.1. Đặc điểm mẫu đất rời khu vực nghiên cứu

Theo các tài liệu khảo sát địa kỹ thuật khu vực ven biển Sóc Trăng (Vĩnh Châu, huyện Trần Đề và huyện Cù Lao Dung), đặc điểm địa tầng đặc trưng khu vực đến độ sâu 50m có mặt hai lớp đất rời có thành phần, trạng thái và độ sâu phân bố khác nhau (Lớp 2, 5 -bảng 4).

Các mẫu đất rời (cát hạt mịn, cát hạt nhỏ) được lấy tại khu vực thị xã Vĩnh Châu, ở hai độ sâu đại diện cho các lớp 2, 5. Mẫu lấy về được thí nghiệm xác định thành phần hạt, khối lượng riêng (γ_s), hệ số rỗng nhỏ nhất (e_{min}), và hệ số rỗng lớn nhất (e_{max}). Kết quả thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 5. Dựa vào kết quả thí nghiệm thành phần hạt và xuyên tiêu chuẩn (SPT) xác định được lớp 2 là cát hạt mịn, trạng thái xốp; lớp 5 là cát hạt nhỏ, trạng thái chặt. Cả hai lớp ở trạng thái tự nhiên đều bão hòa hoàn toàn.

Các đặc điểm thành phần hạt, chỉ tiêu vật lý, trị số SPT, độ bão hòa của đất là cơ sở để chọn phương pháp chế bị mẫu, cũng như xác định các thông số bão hòa, có kết mẫu trong thí nghiệm ba trục động.

Bảng 7. Địa tầng đặc trưng khu vực ven biển Sóc Trăng

| Ký hiệu lớp | Độ sâu (m) | | Bề dày trung bình (m) | Hệ tầng | Loại đất | Trị số SPT (búa) |
|-------------|------------|----------|-----------------------|---------------|---------------------------|------------------|
| | Mặt lớp | Đáy lớp | | | | |
| 1 | 0 | 2,5-5,0 | 3,5 | mQ_2^{2-3} | Bùn sét, xám đen | 1 |
| 2 | 2,5-5,0 | 9,0-13,0 | 6,0 | amQ_2^{2-3} | Cát hạt mịn, bão hòa, xốp | 5-10 |

| | | | | | | |
|---|-----------|-----------|------|---------------------|----------------------------|-------|
| 3 | 9,0-13,0 | 20,0-25,0 | 13,0 | amQ_2^{2-3} | Bùn sét pha, xám đen | 1 |
| 4 | 20,0-25,0 | 31,0-45,0 | 20,0 | mQ_2^{1-2} | Sét pha, dẻo mềm | 4-6 |
| 5 | 31,0-45,0 | 45,5-50,0 | 6,0 | am, mQ_2^{1-2} | Cát hạt nhỏ, bão hòa, chặt | 27-50 |

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu vật lý

| Loại cát và ký hiệu | Độ sâu (m) | Đặc điểm thành phần hạt | | | K.lg riêng (g/cm^3) | Hệ số rỗng lớn nhất | Hệ số rỗng nhỏ nhất |
|--|------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| | | D_{60} (mm) | D_{30} (mm) | D_{10} (mm) | γ_s | e_{max} | e_{min} |
| Lớp 2: Cát hạt mịn, bão hòa, xốp (S1) | 5,5-6,0 | 0,28 | 0,14 | 0,06 | 2,65 | 1,021 | 0,577 |
| Lớp 5: Cát hạt nhỏ, bão hòa, chặt (S2) | 44,5-45,0 | 0,35 | 0,23 | 0,10 | 2,65 | 1,050 | 0,589 |

3.2. Kết quả khôi phục trạng thái của mẫu

Mỗi loại cát (S1, S2) được chế bị lại theo tổ hợp 3 đến 4 mẫu để thí nghiệm mô phỏng ở các độ sâu khác nhau. Phương pháp chế bị mẫu được lựa chọn sao cho mẫu có độ chặt tương đối phù hợp với trị số SPT ở độ sâu thí nghiệm (D_{r0} , nội suy theo bảng 2). Dựa vào độ chặt yêu cầu (D_{r0}), xác định được lượng cát khô cần thiết cho vào khuôn mẫu kích thước 70x140mm (hình 1). Sử dụng phương pháp rót khô cho mẫu cát xốp và phương pháp đầm ảm cho mẫu cát chặt (hình 2). Với phương

pháp đầm ẨM, lượng cát khô được trộn đều với 5% nước. Chế bị xong, mẫu được cân đo để xác định độ chặt của mẫu so với yêu cầu. Những mẫu có sai số lớn hơn 5% đều được chế bị lại. Thực tế, những mẫu có độ chặt thấp hơn so với yêu cầu có thể tăng độ chặt ở bước có kết. Tổng hợp kết quả chế bị mẫu theo độ chặt yêu cầu được trình bày chi tiết trong bảng 6. Kết quả cho thấy, mẫu chế bị bằng phương pháp rút khô có $D_r = 0,189 \div 0,287$ (còn phụ thuộc vào thời gian rung lắc khuôn mẫu); mẫu chế bị bằng phương pháp đầm ẨM có D_r thay đổi trong khoảng $(0,643 \div 0,790)$ tùy thuộc vào số lần đầm. Như vậy, phương pháp chế bị mẫu có vai trò quyết định đến độ chặt của các mẫu.



Hình 4. Khuôn và dụng cụ dùng cho chế bị mẫu đất rời



a) Rót cát



b) Đầm

Hình 5. Công đoạn chế bị mẫu đất rời



Hình 6. Lắp đặt mẫu vào buồng áp lực

Bảng 9. Các thông số của mẫu chế bị

| Ký hiệu mẫu | Độ sâu mô phỏng (m) | Phương pháp chế bị | Trị số SPT (búa) | Độ chặt yêu cầu | Thể tích mẫu (ml) | Khối lượng thể tích khô, γ_c (g/cm^3) | Hệ số rỗng | Độ chặt của mẫu chế bị | Sai số độ chặt (%) |
|-------------|---------------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------------|--|------------|------------------------|--------------------|
| | | | N_{30} | D_{r0} | V | γ_c | e | D_r | ΔD_r |
| S1-0 | 8,5 | Rót khô | 4 | 0,190 | 541,86 | 1,377 | 0,936 | 0,189 | -0,53 |
| S1-1 | 5,5 | Rót khô | 7 | 0,267 | 544,56 | 1,402 | 0,897 | 0,277 | 3,75 |
| S1-2 | 7,0 | Rót khô | 8 | 0,276 | 538,78 | 1,420 | 0,893 | 0,287 | 3,99 |
| S1-3 | 11,5 | Rót khô | 9 | 0,286 | 534,18 | 1,442 | 0,895 | 0,282 | -1,40 |
| S2-1 | 34,0 | Đầm ẩm | 40 | 0,753 | 550,41 | 1,572 | 0,692 | 0,777 | 3,19 |
| S2-2 | 43,0 | Đầm ẩm | 42 | 0,776 | 528,06 | 1,572 | 0,686 | 0,790 | 1,80 |
| S2-3 | 31,5 | Đầm ẩm | 34 | 0,675 | 552,31 | 1,518 | 0,753 | 0,643 | -4,74 |

Sau khi mẫu được chế bị đạt yêu cầu về độ chặt, tiến hành lất đặt mẫu vào buồng áp lực để thực hiện các bước bão hòa, cố kết theo phương pháp đã trình bày ở Chương 2.

Tổng hợp các thông số thí nghiệm ở bước bão hòa được trình bày trong bảng 10. Kết quả bước bão hòa cho thấy, các mẫu cát mịn đều đạt độ bão hòa trên 95% ở áp lực ngược $\sigma_{\text{back}} \geq 80$ kPa, do đó trạng thái bão hòa của mẫu được khôi phục. Lượng nước vào mẫu thay đổi từ (214,85 ÷ 260,48)ml tùy thuộc vào độ chặt và thể tích mẫu. Độ chặt của các mẫu có xu hướng giảm (thể hiện ở chỉ tiêu γ_c) do áp lực nước bên trong mẫu khi bão hòa. Thời gian bão hòa loại đất này kéo dài từ 3 – 4 giờ tùy theo độ chặt chế bị.

Quá trình cố kết được tiến hành với áp lực cố kết (σ'_c) bằng với ứng suất hiệu quả tại vị trí lấy mẫu. Thời gian cố kết đất cát mịn từ 1 – 2 giờ. Kết quả cho thấy thể tích của hầu hết các mẫu đều giảm không đáng kể ($\Delta V < 0$), do đó độ chặt của đất tăng một lượng nhỏ. Riêng mẫu S2-3 được chế bị ở độ chặt nhỏ hơn 4,74% so với yêu cầu (ΔD_r

= -4,74%, bảng 6), do đó khi cố kết thể tích mẫu giảm 33,30 ml ($\Delta V = -33,30\text{ml}$) làm độ chặt của mẫu tăng đáng kể (từ 0,643 lên 0,701). Tất cả các mẫu đều có độ chặt sau bước cố kết đạt độ chặt yêu cầu với sai số nhỏ hơn 5% (bảng 8).

Như vậy, từ số liệu các chỉ tiêu phản ánh độ chặt của cát (γ_c , D_r) ở ba bước, có thể thấy độ chặt của các mẫu được quyết định chủ yếu ở giai đoạn chế bị mẫu, và được khôi phục gần với thực tế hơn nhờ cố kết.

Bảng 10. Các thông số thí nghiệm bước bão hòa mẫu

| Ký hiệu mẫu | Áp lực bão hòa | | Thông số mẫu sau bão hòa | | | | |
|-------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|--|--|
| | σ_{cell} (kPa) | σ_{back} (kPa) | Thể tích mẫu, V (ml) | Lượng nước vào, V_{nc} (ml) | Độ bão hòa, B (%) | Khối lượng thể tích, γ (g/cm^3) | Khối lượng thể tích khô, γ_c (g/cm^3) |
| S1-0 | 100 | 80 | 549,58 | 260,48 | 97 | 1,848 | 1,374 |
| S1-1 | 110 | 90 | 544,67 | 254,81 | 98 | 1,865 | 1,397 |
| S1-2 | 100 | 80 | 536,74 | 248,83 | 96 | 1,881 | 1,418 |
| S1-3 | 110 | 90 | 538,73 | 246,17 | 99 | 1,877 | 1,420 |
| S2-1 | 90 | 80 | 550,33 | 223,01 | 98 | 1,973 | 1,568 |
| S2-2 | 120 | 110 | 527,52 | 214,85 | 99 | 1,981 | 1,573 |
| S2-3 | 90 | 80 | 563,68 | 245,71 | 95 | 1,900 | 1,428 |

Bảng 11. Các thông số thí nghiệm bước cố kết mẫu

| Ký hiệu mẫu | Độ sâu mô phỏng (m) | Áp lực cố kết | | | Thông số mẫu sau cố kết | | | | |
|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|--|--|--------------------------|----------------------------------|
| | | σ_{cell} (kPa) | σ_{back} (kPa) | σ'_c (kPa) | Thay đổi thể tích, ΔV (ml) | Khối lượng thể tích, γ (g/cm ³) | Khối lượng thể tích khô, γ_c (g/cm ³) | Độ chặt tương đối, D_r | Sai số độ chặt, ΔD_r (%) |
| S1-0 | 8,5 | 140 | 80 | 60 | -1,34 | 1,850 | 1,377 | 0,192 | 1,06 |
| S1-1 | 5,5 | 120 | 80 | 40 | -1,83 | 1,868 | 1,402 | 0,280 | 4,69 |
| S1-2 | 7,0 | 130 | 80 | 50 | -8,83 | 1,896 | 1,442 | 0,290 | 4,88 |
| S1-3 | 11,5 | 160 | 80 | 80 | -1,33 | 1,879 | 1,424 | 0,300 | 4,96 |
| S2-1 | 34,0 | 320 | 80 | 240 | -1,49 | 1,976 | 1,572 | 0,780 | 3,47 |
| S2-2 | 43,0 | 400 | 100 | 300 | -1,78 | 1,984 | 1,579 | 0,794 | 2,28 |
| S2-3 | 31,5 | 300 | 80 | 220 | -33,30 | 1,956 | 1,518 | 0,701 | 4,04 |

3.3. Đánh giá kết quả nghiên cứu và đề xuất phương pháp phù hợp

Về mặt lý thuyết, để mẫu đất rời được chế bị đạt độ chặt mong muốn (D_{r0}), cần xác định một lượng cát khô (G_{dry}) cho vào khuôn mẫu có thể tích V . Tuy nhiên, trong thực tế quá trình thí nghiệm V có thể thay đổi ở bước bão hòa, cố kết. Do đó, trạng thái của mẫu đất rời còn phụ thuộc vào phương pháp chế bị, bão hòa và cố kết mẫu. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm ở trên cho thấy: bước chế bị quyết định lớn đến độ chặt; bước bão hòa khôi phục lại độ bão hòa và bước cố kết khôi phục lại trạng thái ứng suất và độ chặt. Trong đó phương pháp rút khô phù hợp cho mẫu cát xốp, đầm ẩm phù hợp cho mẫu cát chặt, chặt vừa.

Theo kết quả trong Bảng 10, có thể thấy áp lực ngược cần thiết bão hòa mẫu nhỏ nhất bằng 70 kPa ($\sigma_{back} \geq 70 \text{kPa}$). Trong bước cố kết, thay đổi thể tích (ΔV) của mẫu thể hiện lượng nước vào (+) hoặc ra (-). Nếu mẫu được bão hòa hoàn toàn và có áp lực hiệu

quả ở bước trước (σ_{c0}) nhỏ hơn áp lực cố kết (σ_c), thì $\Delta V < 0$ khi cố kết. Trường hợp mẫu chưa bão hòa hoàn toàn hoặc có σ_{c0} lớn hơn σ_c thì $\Delta V > 0$. Ở trường hợp thứ nhất ($\Delta V < 0$), mẫu có độ chặt lớn hơn có xu hướng cần áp lực bão hòa (σ_{back}) cao hơn. Như vậy, để đảm bảo khôi phục lại trạng thái, độ chặt của cát mịn – nhỏ bão hòa, áp lực bão hòa $\sigma_{back} \geq 80\text{kPa}$ cho cát xốp, $\sigma_{back} \geq 90\text{kPa}$ cho cát chặt vừa và $\sigma_{back} \geq 100\text{kPa}$ cho cát chặt.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khôi phục, mô phỏng lại điều kiện thực tế của đất rời có ý nghĩa lớn, giúp các thí nghiệm cho kết quả phù hợp với thực tế hơn. Việc khôi phục, mô phỏng lại điều kiện thực tế của mẫu đất rời (lấy tại độ sâu thực tế) bao gồm độ ẩm, độ chặt và trạng thái ứng suất được thực hiện qua 3 bước là chế bị, bão hòa và cố kết. Trong đó, bước chế bị quyết định lớn đến độ chặt; bước bão hòa khôi phục lại độ bão hòa và bước cố kết khôi phục lại trạng thái ứng suất và độ chặt. Có ba phương pháp chế bị mẫu thường dùng là: rót khô, đầm ẩm và trầm tích trong nước. Trong đó phương pháp rót khô phù hợp cho mẫu cát xốp, đầm ẩm phù hợp cho mẫu cát chặt. Kết quả áp dụng cho đất cát trạng thái xốp và chặt phân bố ở khu vực ven biển Sóc Trăng cho thấy mẫu có độ chặt phù hợp với trị số SPT hiện trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Phóng và nnk, 2022. Phương pháp khôi phục trạng thái của mẫu đất rời trong thí nghiệm ba trục động, áp dụng cho đất loại cát khu vực ven biển Sóc Trăng. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học toàn quốc acea-vietgeo 2021.
- [2] Đỗ Minh Toàn, 2013. Đất đá xây dựng và phương pháp cải tạo. Nxb Xây dựng.
- [3] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9351:2012. Đất xây dựng - phương pháp thí nghiệm hiện trường - thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT).
- [4] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9352:2012. Đất xây dựng - phương pháp thí nghiệm xuyên tĩnh.
- [5] ASTM D 3999 -2013. Standard test method for the Determination of the Modulus and Damping Properties of Soils Using the Cyclic Triaxial Apparatus. Annual Book of ASTM
- [6] ASTM-D5311, 2013. Standard test method for load controlled cyclic triaxial strength of soil. Annual Book of ASTM