

Tiêu chuẩn thí nghiệm**Đặc trưng cố kết một chiều của đất dính bão hoà nước bằng phương pháp chất tải có kiểm soát biến dạng¹.****ASTM D 4186 - 06**

Tiêu chuẩn này được ban hành với tên cố định D 4186; số đi liền sau tên tiêu chuẩn là năm đầu tiên tiêu chuẩn được áp dụng, hoặc trong trường hợp có bổ sung, là năm sửa đổi cuối. Số trong ngoặc chỉ năm tiêu chuẩn được phê duyệt mới nhất. Chỉ số trên (ϵ) chỉ sự thay đổi về biên tập theo phiên bản bổ sung hay phê duyệt lại cuối cùng.

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

- 1.1 Phương pháp thí nghiệm này nhằm xác định độ lớn và tốc độ cố kết của đất dính bão hoà nước sử dụng phương pháp nén một trục liên tục có kiểm soát biến dạng. Mẫu bị khống chế không nở ngang và thoát nước dọc theo trục tới một bề mặt của mẫu. Trong quá trình biến dạng, đo được lực nén và áp lực đáy dư. Nén có kiểm soát biến dạng thường được gọi là thí nghiệm tốc độ biến dạng không đổi (CRS).
- 1.2 Phương pháp thí nghiệm này nhằm tính ứng suất dọc trục hữu hiệu và ứng suất dọc trục toàn phần, và biến dạng tương đối dọc trục từ việc đo lực dọc trục, biến dạng dọc trục và áp lực dư.
- 1.3 Phương pháp thí nghiệm này nhằm tính hệ số cố kết và hệ số thấm trong suốt quá trình chất tải. Các giá trị này đều dựa trên phương trình trạng thái ổn định.
- 1.4 Phương pháp thí nghiệm này sử dụng các phương trình trạng thái ổn định từ một lý thuyết được xây dựng dựa trên các giả thiết nhất định. Mục 5.4 trình bày các giả thiết này.
- 1.5 Tính chất của đất dính bão hoà nước phụ thuộc tốc độ biến dạng và vì vậy kết quả của thí nghiệm CRS rất nhạy đối với tốc độ biến dạng tác dụng. Phương pháp thí nghiệm này đặt ra giới hạn về tốc độ biến dạng để đưa ra các kết quả có thể so sánh được với thí nghiệm cố kết gia tải từng cấp.
- 1.6 Cách xác định tốc độ và trị số cố kết của đất khi chất tải từng cấp được trình bày bởi Phương pháp thí nghiệm D 2435.
- 1.7 Phương pháp thí nghiệm này được áp dụng cho các mẫu nguyên trạng (Nhóm C và Nhóm D trong Tiêu chuẩn thực hành D 4220), mẫu chế bị, hoặc mẫu được khôi phục trong phòng thí nghiệm.
- 1.8 Phương pháp thí nghiệm này được áp dụng hầu hết cho các vật liệu có hệ số thấm tương đối thấp mà sinh ra áp lực đáy dư có thể đo được. Nó cũng có thể được sử dụng để đo tính chịu nén của loại đất có bản chất thoát nước tự do nhưng sẽ không đo được hệ số thấm hay hệ số cố kết.

- 1.9 Tất cả các giá trị thu được và tính toán phải tuân thủ các quy định về số thập phân và nguyên tắc làm tròn nêu trong Tiêu chuẩn thực hành D 6026.
- 1.9.1 Các trình tự dùng để xác định cách thu thập/ghi lại và tính toán các kết quả trong tiêu chuẩn này được xem là tiêu chuẩn công nghiệp. Hơn nữa, các số liệu là các số có nghĩa mà thường nên được giữ lại. Các trình tự được sử dụng không xét đến sự thay đổi về vật liệu, mục đích xác định số liệu, nghiên cứu với mục đích đặc biệt, hoặc bất cứ quan tâm nào theo mục đích của người sử dụng; và thông thường trong thực tế phải tăng hoặc giảm chữ số thập phân của các kết quả được ghi lại cho ứng với các xem xét này. Việc đánh giá chữ số thập phân được dùng trong các phương pháp phân tích đối với thiết kế công trình nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.
- 1.9.2 Các phép đo cần nhiều chữ số thập phân hơn hoặc nhạy hơn yêu cầu trong tiêu chuẩn này là không phù hợp với tiêu chuẩn này.
- 1.10 Tiêu chuẩn này sử dụng hệ đơn vị SI. Để thuận tiện cũng có thể sử dụng hệ đơn vị Inch-pound. Giá trị theo inch-pound có thể không tương đương hoàn toàn; do đó, các giá trị này phải sử dụng độc lập với hệ SI. Kết hợp các giá trị từ hai hệ đơn vị có thể dẫn đến sự không phù hợp với tiêu chuẩn này.
- 1.10.1 Phải sử dụng hệ đơn vị trọng lượng inch-pound khi dùng cho đơn vị inch-pound. Trong hệ này, pound (lbf) thể hiện một đơn vị lực (trọng lượng), trong khi đó đơn vị cho khối lượng là slug. Không thể hiện hệ đơn vị slug hữu tỷ, trừ khi có liên quan đến các tính toán động học ($F = ma$).
- 1.10.2 Thực tế thường thấy trong ngành kỹ thuật/xây dựng pounds thường được nhất trí sử dụng là một đơn vị khối lượng (lbm) và một đơn vị lực (lbf). Điều này cho thấy hoàn toàn có thể kết hợp hai hệ đơn vị khác nhau; đó là, hệ đơn vị tuyệt đối và hệ đơn vị trọng lực. Về mặt khoa học thì không nên sử dụng kết hợp hai hệ đơn vị inch-pound khác nhau trong cùng một tiêu chuẩn. Như đã trình bày, tiêu chuẩn này bao gồm hệ đơn vị inch-pound trọng lực và không sử dụng/ thể hiện đơn vị slug cho khối lượng. tuy nhiên việc sử dụng cân để đo pound theo khối lượng (lbm) hoặc đo khối lượng thể tích theo lbm/ft³ không được xem là không phù hợp với tiêu chuẩn này.
- 1.11 *Tiêu chuẩn này có thể xét tới các vật liệu có hại, sự hoạt động và thiết bị. Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả vấn đề an toàn liên quan đến sử dụng, nếu có. Đây là trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn phải đảm bảo độ an toàn và tình trạng sức khoẻ phù hợp và những hạn chế áp dụng trước khi sử dụng.*

¹ Phương pháp thí nghiệm này thuộc phạm vi của Ủy ban ASTM D 18 về Đất và Đá và chịu trách nhiệm trực tiếp bởi Tiểu ban D18.05 về Cường độ và khả năng chịu nén của đất. Lần xuất bản hiện nay được phê duyệt 1 tháng 9, 2006. Xuất bản vào tháng 12 năm 2006. Bản gốc được phê duyệt năm 1982. Lần xuất bản cuối cùng trước đây được phê duyệt năm 1998 là D 4186-89 (1998)^{e1}.

*** Phần tóm tắt về sự thay đổi sẽ được đề cập ở cuối tiêu chuẩn này**

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

- 2.1 *Tiêu chuẩn ASTM:* ²

- D 653 Thuật ngữ liên quan đến đất, đá và chất lỏng chịu nén.
- D 854 Phương pháp thí nghiệm xác định tỷ trọng của hạt đất bằng tỷ trọng kế.
- D 1587 Tiêu chuẩn thực hành về công tác lấy mẫu đất bằng ống thành mỏng cho mục đích địa kỹ thuật.
- D 2216 Phương pháp thí nghiệm để xác định độ ẩm trong phòng của đất và đá theo khối lượng.
- D 2435 Các phương pháp thí nghiệm xác định đặc trưng cố kết một chiều của đất bằng phương pháp gia tải từng cấp.
- D 2487 Tiêu chuẩn thực hành về phân loại đất theo mục đích xây dựng (Hệ phân loại thống nhất US)
- D 2488 Tiêu chuẩn thực hành về mô tả và nhận dạng đất (qui trình quan sát - kiểm tra bằng tay)
- D 3550 Tiêu chuẩn thực hành về lấy mẫu đất bằng tang có vòng lót.
- D 3740 Tiêu chuẩn thực hành về các yêu cầu tối thiểu đối với các đơn vị được thuê để tiến hành thí nghiệm và/ hoặc kiểm tra đất và đá dùng trong thiết kế và xây dựng công trình.
- D 4220 Tiêu chuẩn thực hành về bảo dưỡng và vận chuyển mẫu đất.
- D 4318 Phương pháp thí nghiệm về giới hạn chảy và giới hạn dẻo, và chỉ số dẻo của đất.
- D 4452 Phương pháp thí nghiệm chụp X quang mẫu đất.
- D 4753 Chỉ dẫn để Đánh giá, Lựa chọn, và Xác định khối lượng cân bằng và khối lượng tiêu chuẩn dùng trong đất, đá và thí nghiệm vật liệu xây dựng.
- D 6026 Tiêu chuẩn thực hành về sử dụng số chữ số thập phân sau dấu phẩy của các số liệu địa chất.
- D 6519 Tiêu chuẩn thực hành về lấy mẫu đất bằng phương pháp thiết bị lấy mẫu có piston cố định hoạt động kiểu thủy lực.
- D 6913 Phương pháp thí nghiệm xác định phân bố kích thước hạt (thành phần hạt) của đất bằng phân tích sàng.
- D 7015 Tiêu chuẩn thực hành các mẫu đất dạng khối không bị xáo trộn (hình lập phương hoặc hình trụ).

² Để tham khảo các tiêu chuẩn ASTM, hãy vào website của ASTM, www.astm.org, hoặc liên hệ với Trung tâm dịch vụ khách hàng ASTM tại service@astm.org. Các thông tin về cuốn *Annual Book of ASTM Standards*, xem chi tiết Tài liệu tiêu chuẩn tóm lược trên trang web của ASTM.

- 3.1 *Khái niệm:*
- 3.1.1 Các thuật ngữ dùng trong phương pháp thí nghiệm này tham khảo trong Thuật ngữ D 653.
- 3.2 *Khái niệm các thuật ngữ:*
- 3.2.1 *Áp lực phụ, ($u_b (FL^{-2})$)-* áp lực chất lỏng vượt quá áp lực không khí mà tác dụng tại mặt thoát nước của mẫu thí nghiệm.
- 3.2.1.1 *Thảo luận* – thông thường, áp lực phụ được tác dụng để làm cho không khí trong lỗ hào vào dung dịch, làm bão hoà mẫu.
- 3.2.2 *Thiết bị đo cố kết* - một dụng cụ có chứa mẫu ở trạng thái biến dạng không nở hông khi cho phép biến dạng dọc trục một chiều và thoát nước một hướng.
- 3.2.3 *Áp lực lỗ rỗng dư, Δu* – trong thí nghiệm ứng suất hữu hiệu, áp lực tồn tại trong chất lỏng trong lỗ rỗng liên quan tới áp lực phụ (trên hoặc dưới).
- 3.2.4 *Ứng suất dọc trục toàn phần* – trong thí nghiệm ứng suất hữu hiệu, ứng suất toàn phần tác dụng tại mặt thoát nước tự do của mẫu khi vượt quá áp lực phụ
- 3.3 Định nghĩa các thuật ngữ dùng trong tiêu chuẩn này:
- 3.3.1 *Số đọc chuyển vị dọc trục* – là giá trị thu được trong thí nghiệm bộ chuyển đổi chuyển vị dọc trục.
- 3.3.2 *Số đọc lực dọc trục* – là giá trị thu được trong thí nghiệm bộ chuyển đổi lực dọc trục.
- 3.3.3 *Ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình* - ứng suất hữu hiệu được tính toán từ các phương trình lý thuyết tính toán hoặc tuyến tính thể hiện giá trị trung bình trong điều kiện tốc độ biến dạng không đổi.
- 3.3.4 *Áp lực đáy dư* – áp lực chất lỏng vượt quá áp lực phụ được đo ở mặt không thấm nước của mẫu trong điều kiện thoát nước một chiều.
- 3.3.5 *Áp lực đáy* – áp lực chất lỏng được đo tại mặt không thấm nước (thường là tại đáy của thiết bị đo cố kết) của mẫu trong điều kiện thoát nước một chiều.
- 3.3.6 *Số đọc áp lực đáy* – giá trị thu được trong thí nghiệm bộ chuyển đổi áp lực đáy.
- 3.3.7 *Áp lực buồng* – áp lực chất lỏng bên trong thiết bị đo cố kết. Trong hầu hết thiết bị đo cố kết CRS, chất lỏng trong buồng được tiếp xúc trực tiếp với mẫu. Đối với các thiết bị này (và phương pháp thí nghiệm này) áp lực buồng sẽ bằng với áp lực phụ.
- 3.3.8 *Số đọc áp lực buồng* - số đọc thu được trong thí nghiệm bộ chuyển đổi áp lực buồng.
- 3.3.9 *Tốc độ biến dạng không đổi, CRS* – phương pháp cố kết mẫu đất trong đó bề mặt bị biến dạng với tốc độ đều trong khi đo biến dạng dọc trục, phản lực dọc trục, và áp lực đáy dư phát sinh.
- 3.3.10 *Sự tiêu tán* - sự thay đổi theo thời gian của điều kiện dư ban đầu với điều kiện độc lập theo thời gian.

- 3.3.11 Nước cân bằng - nước uống có thể đạt đến trạng thái cân bằng với các điều kiện phòng hiện tại bao gồm nhiệt độ, hoá chất, không khí hoà tan và trạng thái ứng suất.
- 3.3.12 Lý thuyết tuyến tính (phương pháp tính toán) - hệ các phương trình được xây dựng dựa trên giả thiết hệ số nén thể tích (m_v) là không đổi.
- 3.3.13 Màng nilông đơn sợi - vải lọc dệt tổng hợp xốp mỏng được chế tạo từ nilông đơn sợi không xoắn.
- 3.3.14 Lý thuyết phi tuyến (phương pháp tính toán) - hệ các phương trình xây dựng dựa trên giả thiết chỉ số cố kết (C_c) là không đổi.
- 3.3.15 Hệ số áp lực nước lỗ rỗng, $F(D)$ - trị số không thứ nguyên bằng sự thay đổi của ứng suất nén toàn phần trừ đi áp lực đáy dư và chia cho sự thay đổi của ứng suất nén toàn phần.
- 3.3.16 Tỷ số áp lực nước lỗ rỗng, $R_u(D)$ – áp lực đáy dư chia cho ứng suất nén toàn phần.
- 3.3.17 Điều kiện trạng thái ổn định – trong thí nghiệm CRS, phân bố biến dạng độc lập theo thời gian trong mẫu mà có thay đổi về giá trị trung bình khi chất tải.
- 3.3.18 Điều kiện tạm thời – trong thí nghiệm CRS, sự thay đổi phân bố biến dạng phụ thuộc theo thời gian trong mẫu được tạo ra khi bắt đầu giai đoạn chất tải hoặc dỡ tải CRS hoặc khi tốc độ biến dạng thay đổi và sau đó suy giảm theo thời gian về một phân bố biến dạng trạng thái ổn định.

4 TÓM TẮT PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

- 4.1 Trong phương pháp thí nghiệm này mẫu bị nén dọc trục giữa hai bản nén cứng, song song và diện tích mặt cắt ngang được giữ không đổi. Cho thoát nước dọc theo một mặt (thường là đỉnh) và đo áp lực chất lỏng tại mặt bị bịt kín còn lại (thường là đáy).
- 4.2 Tác dụng áp lực phụ để làm bão hoà cả mẫu và hệ thống đo áp lực ở đáy.
- 4.3 Mẫu bị biến dạng dọc trục với tốc độ không đổi trong khi đo thời gian, biến dạng dọc trục, phản lực và áp lực ở đáy. Thí nghiệm tiêu chuẩn bao gồm một giai đoạn chất tải, một giai đoạn tải trọng đều và một giai đoạn dỡ tải. Giai đoạn tải trọng đều cho phép áp lực đáy dư trở về giá trị không trước khi dỡ tải. Có thể tiến hành các thí nghiệm mở rộng hơn bằng cách bổ sung thêm nhiều giai đoạn để đạt được chu kỳ dỡ tải - chất lỏng trở lại.
- 4.4 Lựa chọn tốc độ biến dạng để tạo ra tỷ số áp lực lỗ rỗng từ 3 đến 15 % khi kết thúc giai đoạn chất tải.
- 4.5 Trong quá trình chất và dỡ tải, trước hết các kết quả đo được đánh giá để đảm bảo các hiệu ứng tạm thời là nhỏ. Sau đó sử dụng các phương trình trạng thái ổn định để tính mối quan hệ giữa ứng suất một chiều theo biến dạng. Trong quá trình chất tải khi áp lực đáy dư lớn, sử dụng các kết quả đo để tính hệ số cố kết và hệ số thấm qua thí nghiệm.

5 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

- 5.1 Các thông tin liên quan đến trị số nén và tốc độ cố kết của đất là rất cần thiết khi thiết kế các kết cấu đất và kết cấu cǎnh đất. Các kết quả của phương pháp thí nghiệm này có thể được sử dụng để phân tích và đánh giá độ lún một chiều, tốc độ lún liên quan đến sự triệt tiêu áp lực lỗ rỗng dư và tốc độ dịch chuyển của dòng chất lỏng do gradient thuỷ lực.
- 5.2 Các ảnh hưởng của tốc độ biến dạng:
- 5.2.1 Người ta nhận thấy rằng các kết quả ứng suất - biến dạng của ácc thí nghiệm cố kết phụ thuộc vào tốc độ biến dạng. Tốc độ biến dạng bị giới hạn trong tiêu chuẩn này bởi qui định về tỷ số áp lực nước lỗ rỗng. Qui định này đưa ra các kết quả có thể so sánh được với tính chất nén cố kết 100% xác định theo Phương pháp thí nghiệm D 2435.
- 5.2.2 Tốc độ biến dạng tại hiện trường thay đổi rất lớn theo thời gian, chiều sâu dưới vùng chất tải, khoảng cách hướng tâm từ vùng chịu tải. Tốc độ biến dạng hiện trường trong quá trình cố kết thường thấp hơn rất nhiều tốc độ biến dạng trong phòng thí nghiệm và không thể xác định hay dự báo một cách chính xác. Vì các lý do này thực tế không nên lấy tốc độ biến dạng hiện trường từ tốc độ biến dạng thí nghiệm trong phòng.
- 5.3 Phương pháp thí nghiệm này không được sử dụng để đo đặc trưng của đất bão hoà một phần bởi vì phương pháp yêu cầu vật liệu ở áp lực phụ phải bão hoà trước khi cố kết.
- 5.4 *Các giả thiết điển giải thí nghiệm* – Các phương trình được sử dụng trong thí nghiệm này được dựa trên các giả thiết sau:
- 5.4.1 Đất là bão hoà.
- 5.4.2 Đất là đồng nhất.
- 5.4.3 Tính chịu nén các hạt đất và nước là không đáng kể.
- 5.4.4 Thẩm của nước lỗ rỗng chỉ xảy ả theo chiều thẳng đứng.
- 5.4.5 Áp dụng định luật thẩm của Darcy qua môi trường xốp.
- 5.4.6 Tỷ số hệ số thẩm với tính chịu nén của đất là hằng số trên toàn mẫu trong những khoảng thời gian giữa các lần đọc khác nhau.
- 5.4.7 Tính chịu nén của hệ đo áp lực đáy dư so với tính chịu nén của đất có thể bỏ qua.
- 5.5 *Các lời giải theo lý thuyết:*
- 5.5.1 Lời giải với tốc độ biến dạng cố kết là hằng số là phù hợp với cả mô hình đất tuyến tính và không tuyến tính.
- 5.1.1.1 Mô hình tuyến tính giả thiết hệ số nén thể tích của đất (m_v) là hằng số. Các phương trình này được trình bày trong 13.4.
- 5.1.1.2 Mô hình không tuyến tính giả thiết đất có chỉ số nén (C_c) là hằng số. Các phương trình này được trình bày trong Phụ lục X1.

Chú thích 1 – Áp lực đáy dư đo tại mặt mẫu được giả thiết là bằng với áp lực nước lỗ rỗng dư lớn nhất trong mẫu. Sự phân bố áp lực nước lỗ rỗng dư trên toàn bộ mẫu là

ẩn số. Mỗi mô hình dự đoán sự phân bố khác nhau. Khi trị số của áp lực đáy dư tăng lên thì sự chênh lệch giữa dự đoán từ hai mô hình tăng lên.

- 5.5.2 Các phương trình tuyến tính được sử dụng trong thí nghiệm này. Phương pháp thí nghiệm này hạn chế khoảng thời gian lớn nhất giữa các số đọc và tỷ số áp lực nước lỗ rỗng lớn nhất với các kết quả tương tự tại hiện trường khi sử dụng một trong các giả thiết.
- 5.5.3 Các phương trình không tuyến tính được trình bày trong phụ lục X1 và việc sử dụng chúng không được xem như là không phù hợp với phương pháp thí nghiệm này.
- 5.5.4 Các phương trình sử dụng trong phương pháp thí nghiệm này chỉ áp dụng cho điều kiện trạng thái ổn định. Sự phân bố biến dạng tạm thời lúc bắt đầu thí nghiệm là không quan trọng sau khi hệ số áp lực nước lỗ rỗng (F) vượt 0.4. Số liệu tương ứng với hệ số áp lực nước lỗ rỗng thấp hơn không được sử dụng trong phương pháp thí nghiệm này.
- 5.6 Phương pháp thí nghiệm này có thể được sử dụng để đo tính chịu nén của đất thoát nước tự do. Đối với các loại đất này, áp lực vượt quá ở đáy sẽ bằng không và sẽ không thể ước tính hệ số cố kết hay hệ số thấm. Trong trường hợp này, ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình bằng với ứng suất tổng và các kết quả phụ thuộc vào mô hình.
- 5.7 Các trình tự được trình bày trong phương pháp thí nghiệm này giả thiết một đĩa xốp tính thấm cao được sử dụng trong hệ đo áp lực đáy dư. Sử dụng một đĩa xốp tính thấm thấp hoặc đĩa thu không khí (> 1 bar) sẽ yêu cầu thay đổi các qui định và trình tự của thiết bị.

Chú thích 2 - Độ tin cậy của kết quả thực hiện từ tiêu chuẩn này phụ thuộc vào kỹ năng của người thí nghiệm, sự phù hợp của thiết bị thí nghiệm và các tiện ích được sử dụng. Nói chung, các tổ chức thoả mãn Tiêu chuẩn thực hành D 3740, sẽ được xem như có năng lực về kỹ năng thực hiện và phương pháp thí nghiệm/lấy mẫu/giám sát... Khi sử dụng Tiêu chuẩn này người sử dụng tiêu chuẩn phải chú ý là dù có làm đúng theo Tiêu chuẩn thực hành D 3740 thì cũng không đảm bảo các kết quả là tin cậy. Độ tin cậy của kết quả phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Tiêu chuẩn thực hành D 3740 cung cấp phương tiện đánh giá một vài yếu tố đó.

6 DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ

- 6.1 *Thiết bị điện tử* – Phương pháp thí nghiệm này yêu cầu sử dụng bộ chuyển đổi điện tử cùng với các thiết bị cần thiết để cấp năng lượng (nguồn điện) và đọc số liệu (vôn kế kỹ thuật số) các bộ chuyển đổi này. Ngoài ra, sự thu nhận số liệu tự động là cần thiết để đáp ứng với yêu cầu đọc kết quả thường xuyên.
- 6.1.1 Cần sử dụng các bộ chuyển đổi để đo áp lực đáy (hoặc áp lực đáy dư), áp lực phụ, biến dạng dọc trục, và lực dọc trục. Mỗi bộ chuyển đổi phải thoả mãn yêu cầu về độ chính xác và năng lực qui định đối với một phép đo nhất định. Khả năng của bộ chuyển đổi lực và áp lực phụ thuộc vào độ cứng của đất và trị số của áp lực phụ.
- 6.1.2 Phải có một nguồn điện để cung cấp năng lượng cho mỗi bộ chuyển đổi. Kiểu nguồn điện phụ thuộc vào chi tiết của mỗi bộ chuyển đổi. Một cách lý tưởng tất cả các bộ chuyển đổi sẽ vận hành với cùng một nguồn điện. Một số hệ thống thu nhận kết quả cung cấp nguồn cho bộ chuyển đổi.

6.1.3 Các thiết bị ghi kết quả:

6.1.3.1 Vôn kế kỹ thuật số rất hữu ích để bố trí thí nghiệm và xác định số đọc không nhưng thí nghiệm thực tế cần thu thập rất nhiều số đọc.

6.1.3.2 Cần sử dụng hệ thống thu nhận dữ liệu để thu thập và lưu trữ số liệu trong quá trình thí nghiệm. Các qui định (độ chính xác nhỏ và phạm vi điện áp) của hệ thống thu nhận dữ liệu phải phù hợp với mỗi một bộ chuyển đổi để đạt được năng lực cần thiết cho từng thí nghiệm và yêu cầu về khả năng đọc kết quả của mỗi thiết bị. Các yêu cầu này phụ thuộc vào độ cứng của đất, trị số của áp lực phụ, và các bộ chuyển đổi khác nhau.

6.1.3.3 Hệ đọc kết quả phải bao gồm kết quả đo áp lực đáy (hay áp lực đáy dư), áp lực phụ, lực dọc trục, biến dạng dọc trục, điện áp kích thích, và thời gian trôi (hoặc thời gian). Phải ghi lại thời gian với ba chữ số thập phân cho từng số đọc. Việc đọc kết quả phải được hoàn thành trong vòng 0.1 giây nếu các phép đo được thực hiện liên tiếp.

6.2 *Thiết bị gia tải dọc trục* - Thiết bị này có thể là kích xoắn hoạt động bằng động cơ điện qua hệ bánh răng truyền động, thiết bị chất tải thủy lực hoặc khí nén, hoặc các thiết bị nén khác có công suất lực và biến dạng phù hợp. Thiết bị này phải có khả năng tạo ra biến dạng không đổi cũng như duy trì lực không đổi. Trong suốt quá trình chất tải hoặc dỡ tải của thí nghiệm, tốc độ biến dạng phải là đều và không được sai lệch nhiều hơn một hệ số bằng 5. Tốc độ đó có thể thay đổi từ từ do độ cứng của hệ nhưng không được được lớn hơn $\pm 10\%$ biên độ theo chu kỳ. Trong suốt giai đoạn tải trọng không đổi của thí nghiệm, phải duy trì tải trọng tới $\pm 2\%$ trị số mục tiêu. Sự rung do hoạt động của các thiết bị chất tải xem như là nhỏ khi không nhìn thấy gợn sóng trong cốc nước đặt trên bề chất tải khi thiết bị hoạt động với tốc độ thí nghiệm đặc trưng.

6.3 *Thiết bị đo tải trọng dọc trục* - Thiết bị này có thể là vòng tải trọng, hộp tải trọng đồng hồ đo sức căng, hộp tải trọng thủy lực, hoặc bất kỳ thiết bị đo tải trọng nào khác có độ chính xác được qui định trong phần này và có thể là một bộ phận của thiết bị chất tải dọc trục. Thiết bị đo tải trọng dọc trục cần có khả năng đo được lực dọc trục tới 0.1% của phạm vi tối đa và số đọc phải có ít nhất 5 chữ số thập phân đối với tải trọng lớn nhất tác dụng lên mẫu.

6.3.1 Khi tốc độ biến dạng không đổi được truyền từ thiết bị chất tải dọc trục thông qua thiết bị đo tải trọng, điều quan trọng là thiết bị đo tải trọng phải tương đối cứng. Hầu hết các hộp tải trọng điện tử là đủ cứng, trong khi vòng tải trọng thường không cứng (nghĩa là chúng bị nén).

6.4 *Thiết bị duy trì áp lực phụ* - Thiết bị có khả năng cung cấp và kiểm soát áp lực phụ trong phạm vi $\pm 2\%$ của áp lực phụ mục tiêu trong quá trình thí nghiệm. Thiết bị này có thể bao gồm một bộ đơn hoặc nhiều bộ riêng biệt được nối với đỉnh và đáy của mẫu. Thiết bị này có thể là một hệ nén thủy lực hoặc một bồn chứa được đổ đầy một phần có mặt phân cách là giữa khí và nước. Đường thoát nước ở đáy phải được nối với van thoát ở đáy và phải được thiết kế để giảm thiểu khoảng trống trong ống. Van này, khi mở, sẽ cho phép tác dụng áp lực đáy lên đáy mẫu. Khi đóng, nó sẽ ngăn cản sự rò rỉ nước từ đáy mẫu và thiết bị đo áp lực đáy. Tuy nhiên, nếu sử dụng đá có nhiều lỗ khí thì cần phải yêu cầu nhiều phương tiện khác nhau để giữ cho hệ được bảo hoà.

- 6.4.1 Có thể kích hoạt hệ nén thuỷ lực bằng đối trọng tác động trên piston, piston gắn bánh răng kiểm soát được sự phản phụ, bộ điều hoà thuỷ lực, hoặc bất kỳ thiết bị duy trì áp lực nào khác có khả năng cung cấp và kiểm soát áp lực phụ theo các qui định đã trình bày ở trên. Hệ này phải được đổ đầy nước sạch cân bằng.
- 6.4.2 Phải kiểm soát bồn chứa áp lực được đổ đầy một phần bằng nước sạch và có mặt tiếp xúc bằng khí/nước bằng một bộ điều hoà áp lực chính xác. Nếu có thể, thiết bị này phải hạn chế sự khuếch tán không khí vào nước áp lực phụ. Tất cả các mặt tiếp xúc khí/nước cần có diện nhỏ so với diện tích của mẫu và phải đặt trong bồn chứa được nối với thiết bị đo cố kết bằng một đoạn ống có đường kính nhỏ. Lượng nước còn lại trong bồn chứa phải tháo sạch sau mỗi thí nghiệm và bổ sung lại bằng nước cân bằng.
- 6.4.3 Van thoát ở đáy có thể giả thiết là tạo ra sự thay đổi thể tích ít nhất nếu việc đóng hoặc mở van trong một hệ áp lực nước cân bằng khép kín không tạo ra sự thay đổi áp lực lớn hơn 0.7kPa (± 0.1 lbf/in²). Tất cả các van phải có khả năng chịu được áp lực tác dụng mà không bị rò rỉ.

Chú thích 3 – Van dạng quả bóng đã được chứng minh là cung cấp các đặc trưng thay đổi thể tích ít nhất; tuy nhiên, có thể sử dụng loại van khác có đặc trưng thay đổi thể tích phù hợp.

- 6.5 *Thiết bị đo áp lực phụ* - Một bộ chuyển đổi áp lực được bố trí để đo áp lực phụ tác dụng phải có độ chính xác là $\pm 0.25\%$ phạm vi tối đa; công suất lớn hơn áp lực phụ tác dụng và có khả năng đọc tới ít nhất 5 chữ số thập phân ở ứng suất đọc trực tác động lớn nhất.
- 6.6 *Thiết bị đo áp lực đáy* - Thiết bị này có thể là một bộ chuyển đổi áp lực vi phân để đo áp lực phụ hoặc một bộ chuyển đổi áp lực riêng biệt để đo áp lực ở đáy của mẫu. Nếu sử dụng một bộ chuyển đổi áp lực riêng biệt, thì phải điều chỉnh giá trị 0 của nó để cho số cùng số đọc áp lực như bộ chuyển đổi áp lực phụ khi kết thúc quá trình bão hoà áp lực phụ và với van thoát ở đáy đang mở. Thiết bị phải được chế tạo và alúip đặt để đo được áp lực nước ở đáy của mẫu với sự thoát nước từ mẫu không đáng kể do thay đổi áp lực nước lỗ rỗng. Để đạt được yêu cầu này, phải sử dụng một bộ chuyển đổi áp lực điện tử rất cứng. Việc thực hiện đúng tất cả các bộ phận được lắp ráp của hệ đo áp lực đáy liên quan đến thể tích toàn phần của mẫu phải thoả mãn các yêu cầu sau:

$$\frac{(\Delta V/V)}{\Delta u_m} < 3.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{kN} \quad (2.2 \times 10^{-5} \text{ in.}^2/\text{lbf}) \quad (1)$$

trong đó:

ΔV = sự thay đổi thể tích của hệ đo đáy do sự thay đổi áp lực, mm³ (in.³),

V = Tổng thể tích của mẫu, mm³ (in.³), và

Δu_m = sự thay đổi áp lực đáy dư, kPa (lbf/in.²).

Chú thích 4 - Để thoả yêu cầu về tính chịu nén này, ống giữa mẫu và thiết bị đo phải là loại ngắn và có thành dày với các lỗ nhỏ. Ống bằng chất dẻo chịu nhiệt, đồng, và thép không gỉ đã được sử dụng rất thành công.

- 6.6.1 Bộ chuyển đổi áp lực vi phân phải có độ chính xác là $\pm 0.25\%$ của phạm vi tối đa, có công suất bằng ít nhất bằng 50% ứng suất dọc trục tác dụng lớn nhất, áp lực nổ lớn hơn áp lực phụ tác dụng cộng với 50% ứng suất dọc trục tác dụng lớn nhất, và có khả năng đọc được ít nhất 5 chữ số thập phân ở ứng suất dọc trục lớn nhất.
- 6.6.2 Bộ chuyển đổi áp lực riêng biệt phải có độ chính xác là $\pm 0.25\%$ của phạm vi tối đa, có công suất bằng ít nhất bằng áp lực phụ tác dụng cộng với 50% ứng suất dọc trục tác dụng lớn nhất, và có khả năng đọc được ít nhất 5 chữ số thập phân ở ứng suất dọc trục lớn nhất.

Chú thích 5 – Thông thường các bộ chuyển đổi áp lực có công suất 1500 kPa (200 lbf/in²) thoả mãn các yêu cầu này.

6.7 *Thiết bị đo biến dạng* - Biến dạng dọc trục của mẫu thường được xác định từ hành trình của piston tác dụng lên bản đỉnh của mẫu. Thiết bị đo biến dạng có thể là máy biến thế vi phân thay đổi tuyến tính (LVDT), thiết bị đo độ giãn, hoặc các thiết bị đo điện tử khác và phải có phạm vi bằng ít nhất 50% chiều cao ban đầu của mẫu. Thiết bị này phải có độ chính xác ít nhất 0.25% của phạm vi tối đa, và có khả năng đọc được ít nhất 5 chữ số thập phân ở chiều cao mẫu ban đầu.

6.8 *Thiết bị đo cố kết* - Thiết bị này phải đặt mẫu trong đai chứa mẫu trên một đế cứng, với đá thấm đặt trên mỗi mặt của mẫu và tác dụng áp lực phụ vào mẫu. Có thể sử dụng đá có nhiều lỗ rỗng thay cho đá thấm ở đáy mẫu miễn là đá có nhiều lỗ rỗng phải luôn giữ bão hoà nước. Bản nắp phải đủ cứng để phân bố đồng đều áp lực lên tấm đá thấm phía trên. Bất cứ bộ phận nào của thiết bị đo cố kết có khả năng ngập nước phải được làm bằng vật liệu không bị ăn mòn trong đất hay các bộ phận khác của thiết bị đo cố kết. Đáy của vòng chứa mẫu sẽ tạo ra một bộ phận ngăn rò rỉ với đế cứng có khả năng chịu được áp lực bên trong là 1500 kPa (200 lbf/in²). Thiết bị đo cố kết phải được lắp đặt để việc đặt đai chứa mẫu (bao gồm cả mẫu) vào trong thiết bị đo cố kết sẽ không giữ lại không khí ở đáy mẫu. Thiết bị chất tải dọc trục và thiết bị duy trì áp lực phụ có thể là một bộ phận không thể thiếu của thiết bị đo cố kết. Bản vẽ sơ đồ của một thiết bị đo cố kết CRS điển hình được trình bày trong Hình 1.

6.8.1 Việc ấn piston tải trọng dọc trục phải được thiết kế để sự thay đổi tải trọng dọc trục do ma sát không vượt quá 0.05% tải trọng dọc trục lớn nhất tác dụng lên mẫu.

Chú thích 6 – Sử dụng hai hàng lót thẳng bằng quả cầu để dẫn hướng cho piston để giảm tối đa ma sát và duy trì độ thẳng đứng.

6.8.2 Đai chứa mẫu phải làm bằng loại vật liệu không bị ăn mòn trong đất và chất lỏng trong lỗ rỗng. Bề mặt bên trong phải được đánh bóng và phủ loại vật liệu sinh ma sát thấp (silicon/ dầu nhờn). Vòng phải đủ cứng để ngăn biến dạng ngang đáng kể của mẫu trong suốt quá trình thí nghiệm.

6.8.2.1 Chiều dày của đai chứa mẫu (đối với vòng bằng kim loại) phải không nhỏ 3.2 mm (1/8 in.) khi ứng suất lên tới 3000 kPa (400 lbf/in.²) hoặc 6.4 mm (1/4 in.) khi ứng suất lên tới 6000 kPa (800 lbf/in.²).

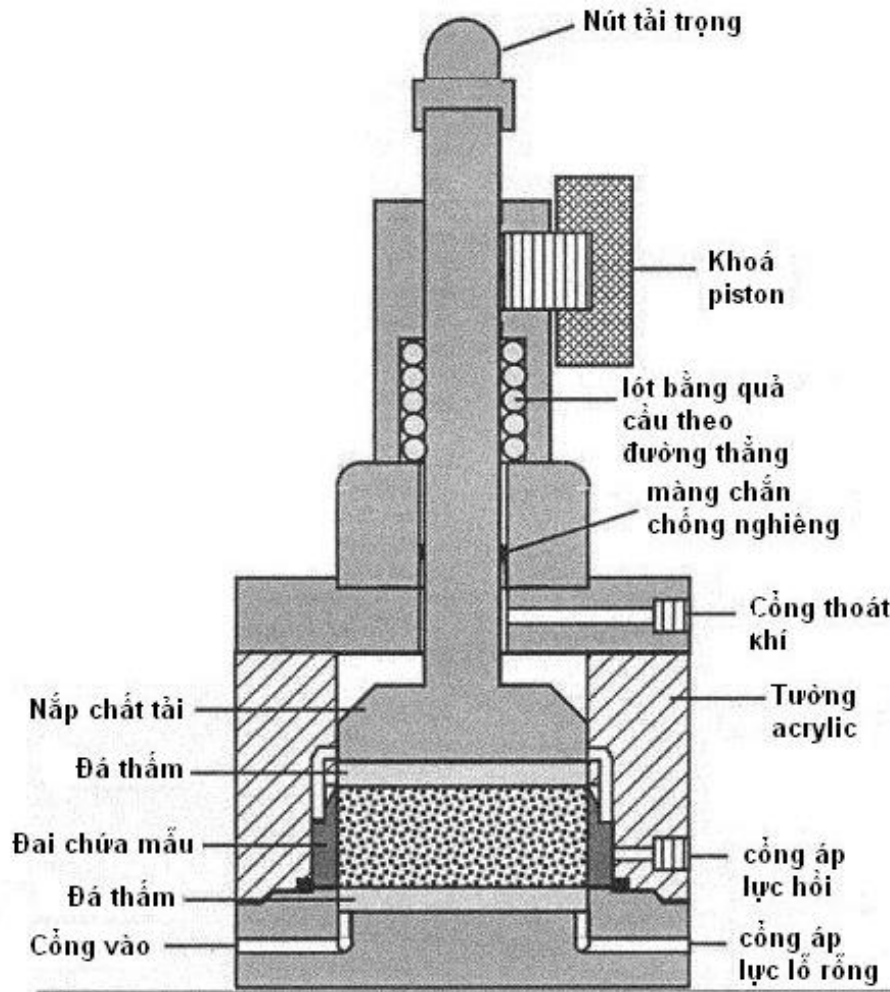
6.8.3 Kích thước mẫu thí nghiệm phải phù hợp với tiêu chuẩn sau đây:

6.8.3.1 Đường kính nhỏ nhất khoảng 50 mm (2.0 in.).

6.8.3.2 Chiều cao nhỏ nhất khoảng 20 mm (0.75 in.), nhưng phải không nhỏ hơn 10 lần đường kính hạt lớn nhất như được xác định theo Phương pháp thí nghiệm D 6913.

Nếu, sau khi kết thúc thí nghiệm, dựa trên quan sát bằng mắt thấy có mặt các hạt quá khổ (> 2 mm ; 0.75 in.), thì phải trình bày thông tin này trong báo cáo về số liệu thí nghiệm.

6.8.3.3 Tỷ số chiều cao/đường kính lớn nhất là 0.5.



Hình 1 – Mô hình thiết bị có kết CRS

- 6.9 **Đá thấm** – Đá thấm tại đỉnh và đáy của mẫu được làm từ oxit cacbua silicon, hoặc từ các vật liệu có độ cứng tương tự khác mà không bị ăn mòn bởi mẫu hoặc chất lỏng trong lỗ rỗng. Đá thấm phải có bề mặt phẳng và nhẵn và phải không bị vết nứt, mẻ và cong vênh. Chúng phải được kiểm tra định kỳ để đảm bảo không bị tắc. Với những hạt đất mịn, phải sử dụng đá thấm loại mịn. Đá thấm phải đủ mịn để các hạt đất không chui vào lỗ rỗng của nó, nhưng phải có hệ số thấm thích đáng để không ngăn trở dòng nước từ mẫu. (Giới hạn chính xác thì không được định ra nhưng đá thấm phải có khả năng thấm lớn hơn 10 lần khả năng thấm của đất).
- 6.9.1 Đường kính của đá thấm bên trên phải nhỏ hơn đường kính đai chứa mẫu từ 0.2 đến 0.5 mm (0.01 đến 0.02 in.).
- 6.9.2 Bề mặt của các đá thấm, cũng như các bề mặt chịu tải tiếp xúc với chúng phải phẳng và đủ cứng để ngăn các đá thấm này không bị vỡ.

6.9.3 Đá thấm phải được làm sạch thường xuyên bằng hay lược, quét và kiểm tra đều đặn đối với các dấu hiệu bị tắc. Đá thấm sẽ làm việc được lâu hơn nếu được lưu giữ trong nước giữa các lần thí nghiệm.

6.10 *Màng lọc* – Đặt một màng lọc vào giữa đá thấm trên và mẫu để ngăn sự xâm nhập của vật liệu vào trong lỗ rỗng của đá thấm. Màng này phải có trở kháng thủy lực nhỏ không đáng kể. Màng lọc nilông sợi đơn hoặc giấy lọc Whatman No.54 có thể sử dụng ở đỉnh của mẫu.

Chú thích 7 – Các màng lọc phải được cắt theo hình dạng gần giống như là mặt cắt ngang của mẫu thí nghiệm. Ngâm các giấy lọc, nếu sử dụng, vào trong một bình chứa nước để cho nó cân bằng trước khi thí nghiệm.

6.11 *Cân* – Cân phải phù hợp với việc xác định khối lượng của mẫu và phải được lựa chọn như qui định trong Tiêu chuẩn D 4753. Khối lượng của mẫu được xác định ít nhất với 4 con số thập phân.

6.12 *Máy đẩy mẫu* – Khi đất để làm thí nghiệm được chứa trong ống lấy mẫu, thì đất phải được tháo khỏi ống lấy mẫu bằng một máy đẩy. Máy đẩy mẫu phải có khả năng đẩy đất ra khỏi ống lấy mẫu theo hướng cùng với hướng mà đất đi vào ống lấy mẫu và với sự xáo trộn đất ít nhất. Nếu đất không được đẩy theo phương thẳng đứng, cần phải quan tâm để tránh bị uốn cong bởi ứng suất trong đất do trọng lượng.

Chú thích 8 – Tháo đất ra khỏi ống theo từng đoạn ngắn sẽ làm giảm lực đẩy và do đó ít bị xáo trộn. Có thể dùng cưa mỏng cắt thành từng đoạn từ ống hoặc cắt ống trước khi đẩy. Kỹ thuật này rất hiệu quả khi kết hợp với chụp X quang để không làm phá hoại đất thí nghiệm và lựa chọn vị trí thí nghiệm.

6.13 *Thiết bị cắt mẫu* – Có thể sử dụng một cưa băng hay một vòng cắt hình trụ để cắt mẫu thành hình trụ phù hợp với đường kính của mẫu. Vòng cắt có thể là một phần của đai chứa mẫu hoặc là một mảnh riêng mà được lắp trên đai chứa mẫu. Máy cắt phải có lưỡi sắc, mặt được đánh bóng tốt và phủ lớp vật liệu sinh ma sát thấp. Một cách khác, có thể sử dụng máy cưa băng hay máy tiện để cắt. Trong những trường hợp này, các dụng cụ cắt phải bố trí thích hợp để tạo một đường kính mẫu giống như của đai chứa mẫu. Có thể sử dụng cưa sợi để làm sạch nhám mặt trên và dưới của mẫu đã được cắt. Tất cả các bề mặt phẳng đã được cắt phải được đánh bóng bằng một lưỡi thẳng sắc và phải có dung sai theo mặt phẳng là ± 0.05 mm (0.002 in.).

6.14 *Miếng đệm thụt vào* – Sử dụng một đĩa (làm bằng acrylic) để tạo một khoảng trống giữa mặt trên của mẫu và mép trên của đai chứa mẫu. Đĩa này phải đủ dày để tạo độ cứng và phải rộng hơn đường kính ngoài của đai chứa mẫu. Một mặt đĩa phải lồi ra mà đoạn này có đường kính nhỏ hơn đường kính trong của đai chứa mẫu là 0.1 mm (0.005 in.), có chiều dày ít nhất là 1.2 mm (0.05 in.) và dung sai theo mặt phẳng là ± 0.03 mm (0.001 in.).

6.15 *Thiết bị đo mẫu* - Chiều cao của mẫu phải được tính từ chiều cao của đai chứa mẫu và khoảng trống thụt vào hoặc đo trực tiếp. Nếu áp dụng, thiết bị để đo chiều dày của mẫu phải có khả năng đo chính xác đến là 0.01 mm (0.001 in.) hoặc tốt hơn và phải được đặt sao cho không đâm vào bề mặt mẫu. Đường kính của mẫu có thể giả định bằng đường kính trong của đai chứa mẫu.

6.16 *Thiết bị duy trì nhiệt độ* - Nhiệt độ của thiết bị đo cố kết, mẫu thí nghiệm, và bồn chứa nước lỗ rỗng phải không được thay đổi lớn hơn $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($\pm 6^{\circ}\text{F}$). Thông thường, điều này

có thể đạt được bằng thí nghiệm trong phòng có duy trì nhiệt độ là hằng số. Nếu không có phòng như thế, thì các thiết bị phải được đặt trong một buồng cách ly hay một thiết bị khác mà duy trì được nhiệt độ trong khoảng dung sai như qui định ở trên.

- 6.17 *Hộp xác định hàm lượng nước* - Phù hợp với Phương pháp thí nghiệm D 2216.
- 6.18 *Lò sấy* - Phù hợp với Phương pháp thí nghiệm D 2216.
- 6.19 Các thiết bị khác - Cắt mẫu và các dụng cụ khắc chẳng hạn như xẻng, dao, cưa sợi, băng dũa liệu, và giấy sấp ong hoặc tấm teflon theo yêu cầu.

7 HIỆU CHUẨN

- 7.1 Việc đo đường kính (D_r) và chiều cao (H_r) của đai chứa mẫu phải chính xác đến 0.01 mm (0.001 in.).
- 7.2 Diện tích mặt cắt ngang của mẫu (A) tính theo mm^2 (in.^2) có thể tính từ đường kính trong của vòng thiết bị đo cố kết lấy đến 4 chữ số thập phân.
- 7.3 Bôi một lớp dầu mỏng vào vành phía trong và cân khối lượng của đai chứa mẫu cộng với màng lọc và miếng đệm thụt vào (M_r) chính xác đến 0.01 g.
- 7.4 Đo chiều dày của miếng đệm thụt vào cộng với màng lọc (T_{rs}).
- 7.5 Độ lệch của thiết bị đo cố kết do thay đổi cả áp lực và lực dọc trục trong hộp, xem như là độ nén của thiết bị. Biến dạng đo được phải trừ đi độ nén của thiết bị phải để tính được chính xác biến dạng dọc trục của mẫu.
- 7.6 Trong khi cố kết, biến dạng dọc trục đo được phải được hiệu chỉnh từ độ nén của thiết bị khi mà biến dạng của thiết bị vượt quá 0.05% chiều cao của mẫu.
 - 7.6.1 Lắp thiết bị với một đĩa bằng đồng hoặc sắt có kích thước gần giống như của mẫu, của màng lọc hay của đá thấm.
 - 7.6.2 Ghi lại các số đọc biến dạng dọc trục (AD_n) và lực dọc trục (AF_n) khi lực dọc trục tăng từ trị số tiếp xúc đến trị số lớn nhất của nó và sau đó quay trở lại trị số tiếp xúc.
 - 7.6.3 Sử dụng các số liệu này để thiết lập mối tương quan biến dạng (δ_{at}) giữa các thiết bị như là một hàm của lực thuần (F_a).
- 7.7 Trong khi bảo hoà áp lực phụ, biến dạng dọc trục đo được phải được hiệu chỉnh với độ nén của thiết bị khi mà biến dạng của thiết bị vượt quá 0.05% chiều cao mẫu.
 - 7.7.1 Lắp thiết bị với một đĩa bằng đồng hoặc sắt có kích thước gần giống như của mẫu, của màng lọc hay của đá thấm.
 - 7.7.2 Tác động một lực thuần lên đĩa hiệu chuẩn ($F_{a,0}$) trước khi tác động áp lực buồng bất kỳ và ghi lại biến dạng dọc trục (AD_0).
 - 7.7.3 Tăng áp lực buồng và điều chỉnh bằng tay lực quay trở lại trị số tiếp xúc ($F_{a,0}$).
 - 7.7.4 Ghi lại các số đọc biến dạng dọc trục (AD_n) và áp lực buồng (CP_n) tại các điểm này.
 - 7.7.5 Lặp lại các bước 7.7.2 đến 7.7.4 cho đến khi đạt đến áp lực buồng lớn nhất đã chọn.

- 7.8 Nếu thiết kế thiết bị đo cố kết mà chẳng hạn áp lực buồng tác động đến thiết bị đo lực dọc trục (do áp lực buồng đẩy piston khỏi thiết bị đo cố kết), phải xác định sự thay đổi số đọc cùng với sự thay đổi áp lực buồng bằng hiệu chuẩn.
- 7.8.1 Lắp các thiết bị với mẫu.
- 7.8.2 Ghi lại số đọc của lực dọc trục (AF_n) và áp lực buồng (CP_n) khi áp lực buồng tăng từ 0 đến trị số lớn nhất và sau đó quay trở lại 0.
- 7.8.3 Vẽ đồ thị lực dọc trục (f) theo áp lực buồng (σ_c).
- 7.8.4 Tính diện tích hữu hiệu của piston (A_p) theo độ dốc của đường thẳng này và trọng lượng hữu hiệu của piston (W_p) theo phần bị chắn với trục lực.

8 LẤY MẪU

- 8.1 Sử dụng trình tự và thiết bị lấy mẫu được miêu tả bởi Tiêu chuẩn thực hành D 6519, D 1587 và D 3550 để lấy mẫu nguyên trạng có chất lượng phù hợp cho thí nghiệm theo phương pháp thí nghiệm này. Các mẫu cũng phải được cắt từ khối mẫu nguyên trạng lớn theo Tiêu chuẩn thực hành D 7015.
- 8.2 Các mẫu nguyên trạng phải được bảo quản, cầm và vận chuyển tuân theo mẫu Nhóm C và D được miêu tả trong Tiêu chuẩn thực hành D 4220.
- 8.3 Các mẫu nguyên trạng phải được bọc kín và lưu giữ bằng cách để hơi nước không bị mất hay xâm nhập vào giữa quá trình lấy mẫu và thí nghiệm. Thời gian lưu giữ phải được tối thiểu hoá và nhiệt độ lưu giữ phải tránh cao quá ($> 32^\circ\text{C}$) hoặc thấp quá ($< 4^\circ\text{C}$).
- 8.4 Chất lượng của kết quả thí nghiệm cố kết một chiều sẽ giảm đi một cách đáng kể nếu mẫu bị xáo trộn. Trình tự lấy mẫu không nguyên dạng có thể đảm bảo chất lượng lấy mẫu chính xác. Do đó, Việc kiểm tra cẩn thận mẫu nguyên trạng và lựa chọn đất có chất lượng cao nhất để thí nghiệm là cần thiết cho kết quả thí nghiệm tin cậy.

Chú thích 9 – Rất thuận tiện khi sử dụng chụp X quang mẫu để kiểm tra sự xáo trộn mẫu, các viên đá và các thể vùi khác, và lựa chọn vị trí mẫu như được miêu tả trong Phương pháp thí nghiệm D 4452.

9 CHUẨN BỊ MẪU

- 9.1 Phải đưa ra tất cả các khuyến cáo cần lưu ý để tránh xảy ra sự xáo trộn đất do hiện tượng rung động, biến dạng, nén, và nứt nẻ. Phải tiến hành chuẩn bị các mẫu và gia công đất thí nghiệm trong môi trường mà hạn chế tối đa sự thay đổi về độ ẩm.
- 9.2 Lấy phần đất trong ống mẫu hoặc khối mẫu có chiều cao gấp hai lần chiều cao của đai chứa mẫu.
- 9.3 Gọt tìa mẫu cho vừa với đường kính trong của đai chứa mẫu.
- 9.3.1 Ống mẫu được dùng để lấy mẫu nguyên trạng phải có các kích thước lớn hơn ít nhất là 2.5 mm (0.10 in.) so với các kích thước của mẫu trừ phi có quy định ở 9.3.2. Cắt bỏ phần vật liệu thừa bằng một trong các phương pháp sau.

Chú thích 10 - Phải biết được mức độ xáo trộn mẫu đất để tăng chu vi của mẫu cũng như hai đầu của ống mẫu. Vì vậy, tốt nhất nên sử dụng mẫu có đường kính lớn hơn và nếu có thể, nên cố tránh dùng đất gần với chu vi của mẫu. Thông thường, tốt nhất là không nên sử dụng phần vật liệu gần hai đầu của ống mẫu.

- 9.3.1.1 Khi sử dụng một thiết bị quay hình tròn để cắt, từ từ cắt một đường cắt xung quanh, chiều cao của lưỡi cắt, để làm nhỏ dần đường kính mẫu đất cho phù hợp với vòng chế bị. Cần thận trọng đẩy mẫu đất bằng thiết bị định hướng vào trong vòng bằng chiều cao của lưỡi. Lặp lại thao tác cho tới khi thấy mẫu lõi ra ở đáy đai chứa mẫu.
- 9.3.1.2 Khi sử dụng vòng cắt, cắt đất theo một đường thu hẹp từ từ phía trước mặt cần cắt bằng một con dao hoặc một cưa dạng sợi. Sau khi tạo đường cắt đó xung quanh chu vi vòng chế bị, đẩy cưa tới một khoảng nhỏ để cạo bỏ phần đất còn lại và tạo mẫu theo đường kính cuối cùng. Lặp lại thao tác cho tới khi thấy mẫu lõi ra ở mặt trên của đai chứa mẫu.
- 9.3.2 Có thể sử dụng được mẫu mà được tạo ra bằng ống dạng vòng mà không phải cắt xung quanh, miễn là các mẫu đó thoả mãn các yêu cầu của Tiêu chuẩn thực hành D 3550.
- 9.4 Cắt mặt trên của mẫu cho phẳng và vuông góc với các cạnh của vòng đo độ cố kết. Đối với đất mềm tới đất vừa, nên sử dụng một cưa dạng sợi để tĩa thô bề mặt. Đối với đất cứng và các mặt mẫu đất sau cùng, phải tạo một đường cắt phẳng với một mặt cắt sắc nhọn để đảm bảo độ bằng phẳng.
- 9.5 Đặt màng lọc lên mặt của mẫu đất. Ấn mặt trên của mẫu đất vào trong đai chứa mẫu bằng một miếng đệm thật vào. Phần lõi ra ở đầu của đai chứa mẫu này được tạo ra để tránh đất trong vòng bị trôi ra và đảm bảo tẩm đá thấm được định hướng đúng. Khi có lỗ thủng ở mặt trên của mẫu, mặt dưới phải được cắt phẳng và vuông góc với các cạnh của vòng theo các thao tác đã trình bày ở 9.4.
- 9.6 Nếu gặp phải một hạt đất nhỏ nào trong bất kỳ mặt bị cắt, phải loại bỏ nó và lấp đầy chỗ rỗng đó bằng đất từ phần đất đã cắt bỏ.
- 9.7 Xác định được hai hoặc nhiều hơn trị số độ ẩm ban đầu của phần đất cắt ra theo Tiêu chuẩn thí nghiệm D 2216. Nếu phần đất đã cắt ra không đủ để xác định, thì cần sử dụng vật liệu gần với mẫu thí nghiệm.
- 9.8 Xác định khối lượng ẩm ban đầu trong mẫu bằng cách đo khối lượng của đai chứa mẫu có chứa mẫu, màng lọc và miếng đệm có lỗ thủng (M_{tor}) và trừ đi khối lượng của đai chứa mẫu, màng lọc và miếng đệm có lỗ thủng ($M_{to}=M_{tor} - M_r$). Kết quả đo này phải lấy tới 0.01 g.
- 9.9 Xác định chiều cao ban đầu của mẫu (H_0) chính xác đến 0.01 mm (0.001 in.) theo một trong các cách sau.
- 9.9.1 Lấy giá trị trung bình của ít nhất của bốn giá trị đo chiều cao mẫu cách đều nhau (H_m) bằng máy so sánh độ dài mặt số, hoặc các thiết bị đo phù hợp khác mà hạn chế tối đa việc xuyên vào đất trong khi thực hiện phép đo này và trừ đi chiều dày của màng lọc ($H_0 = H_m - T_{fs}$).
- 9.9.2 Lấy chiều cao của đai chứa mẫu trừ đi miếng đệm thật vào và màng lọc ($H_0 = H_r - T_{rs}$).

- 9.10 Khi khách hàng yêu cầu xác định các chỉ số đặc trưng, những phần đất còn lại đã cắt ra xung quanh mẫu và được xem là vật liệu tương tự để xác định chỉ số đặc trưng phải cất giữ trong một hộp kín như trình bày trong Mục 10.

10 XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA ĐẤT

- 10.1 Việc xác định các chỉ số đặc trưng, chẳng hạn như tỷ trọng và các giới hạn Atterberg, là một việc quan trọng, nhưng không là yêu cầu đối với phương pháp thí nghiệm này. Một số tổ chức coi các chỉ số đặc trưng này như các chỉ số vật lý. Việc xác định khi có yêu cầu của khách hàng phải được thực hiện trên vật liệu đặc trưng nhất có thể. Khi tiến hành các vật liệu đồng nhất, có thể tiến hành tất cả các thí nghiệm chỉ số từ các phần đất cắt ra thu được trong 9.10. Khi mẫu là không đồng nhất hoặc các mảnh cắt có rất ít, các thí nghiệm chỉ số phải được tiến hành trên vật liệu từ mẫu thí nghiệm như xác định trong 12.17.2, và các phần đất đặc trưng thu được trong 9.10. Tuy nhiên sẽ không có đủ đất từ mẫu thí nghiệm để thỏa mãn các yêu cầu về mẫu tối thiểu cho tất cả các thí nghiệm chỉ số này.
- 10.2 *Tỷ trọng* - Tỷ trọng (G_s), khi yêu cầu, phải được xác định theo Phương pháp D 854 trên vật liệu được qui định trong 10.1. Tỷ trọng được xác định từ các mẫu khác mà được xem là giống như mẫu thí nghiệm có thể được sử dụng để tính toán trong Mục 13 khi hệ số rỗng gần đúng là chấp nhận được. Nếu tỷ trọng được giả định, phải thì giả định này phải dựa trên kinh nghiệm có được từ các loại đất thí nghiệm tương tự, hoặc lựa chọn một giá trị nằm trong khoảng từ 2.7 đến 2.8 với trị số điển hình là 2.76.
- 10.3 *Các giới hạn Atterberg* – Giới hạn chảy, giới hạn dẻo và chỉ số dẻo, khi yêu cầu, phải được xác định theo Phương pháp thí nghiệm D 4318 trên vật liệu từ mẫu được qui định trong 10.1. Việc xác định các giới hạn Atterberg là rất cần để phân loại vật liệu thích hợp, và giúp cho việc đánh giá các kết quả thí nghiệm. Các giới hạn Atterberg phải được xác định trên đất chưa bị sấy khô trừ khi có bằng chứng cho thấy rằng các kết quả không bị ảnh hưởng bởi việc sấy khô trong lò.

11 CHUẨN BỊ THIẾT BỊ

- 11.1 Đổ đầy nước sạch ở trạng thái cân bằng vào trong thiết bị duy trì áp lực phụ và hệ đo áp lực đáy.
- 11.2 Nối bộ chuyển đổi áp lực buồng và ghi lại số đọc không (CP_0).
- 11.3 Làm bão hoà hệ thoát nước bằng cách cho nước chảy qua hệ trước khi gắn vào mẫu.
- 11.4 Nối bộ chuyển đổi áp lực đáy và ghi lại số đọc không (BP_0).
- 11.5 Đặt đá thấm dưới vào trong thiết bị đo cố kết theo một trong ba cách sau.
- 11.5.1 Đối với đất bão hoà không giãn nở có tính tương tác thấp đối với nước, sử dụng một viên đá thấm đã được làm bão hoà nước bằng cách luộc trong nước ít nhất 10 phút và được làm cân bằng ở điều kiện phòng hoặc nhấm chìm trong bồn sóng siêu âm trong ít nhất 10 phút. Đặt đá thấm đã bão hoà vào trong chân đế đã được đổ đầy nước và dùng khăn giấy để loại bỏ nước thừa khỏi bề mặt của đá thấm.
- 11.5.2 Đối với nước bão hoà một phần không giãn nở, dùng khăn giấy để thoát nước thừa từ đá thấm. Đặt đá thấm này lên trên đế khô của thiết bị đo cố kết. Các ống nối với đế vẫn còn chứa nước.

- 11.5.3 Đối với đất giãn nở, phải sử dụng đá thấm đã được sấy khô không khí. Đặt đá thấm khô này lên trên đế khô của thiết bị đo cố kết. Các ống nối với đế vẫn còn chứa nước.

12 TRÌNH TỰ

- 12.1 Lắp đai chứa mẫu đã có mẫu, màng lọc trên, và đá thấm trên vào trong thiết bị đo cố kết.
- 12.2 Lắp buồng, hạ thấp piston cho tiếp xúc với đá thấm trên và giữ tại chỗ (nếu có thể).
- 12.3 Đặt thiết bị đo cố kết đã được lắp ráp vào trong thiết bị gia tải dọc trực.
- 12.4 Ghi số đọc 0 (AF_0) và điều chỉnh thiết bị gia tải dọc trực tiếp xúc với piston.
- 12.5 Lắp đặt thiết bị đo biến dạng vào vị trí khởi động và ghi lại số đọc 0 (AD_0).
- 12.6 Tháo piston và lắp thiết bị chất tải dọc trực để duy trì áp lực dừng là hằng số hoặc duy trì chiều cao mẫu không đổi. Áp lực dừng phải ngăn hiện tượng trôi mẫu nhưng không cho phép cố kết lớn.

Chú thích 11 – Áp lực dừng thích hợp nhất phụ thuộc vào độ cứng của đất. Áp lực này càng lớn càng tốt để loại bỏ sai số chuyển vị dừng nhưng không lớn quá để gây ra cố kết. Giá trị ước tính cho áp lực này khoảng 10% ứng suất hữu hiệu tại hiện trường là phù hợp.

- 12.7 Mở van nối buồng đo cố kết với nguồn nước cân bằng và làm đầy buồng, phải thực hiện một cách cẩn thận để tránh khí chiu vào hay để loại bỏ không khí trong buồng.

Chú thích 12 - Một cách lý tưởng, nhưng tùy thuộc vào thiết kế buồng, nước được chảy qua buồng hay hệ đo áp lực lỗ rỗng, hoặc cả hai để loại bỏ càng nhiều càng tốt các túi/bong bóng khí. Loại bỏ không khí dưới áp lực không khí trợ giúp đáng kể quá trình bão hoà. Đối với đất sét bão hoà một phần, nước khử khí thấm qua mẫu có thể là cần thiết để làm bão hoà với áp lực phụ đã có.

- 12.8 Bão hoà mẫu và hệ đo áp lực đáy bằng cách tác dụng một áp lực phụ trong khi duy trì áp lực dừng hoặc chiều cao mẫu là không đổi. Áp lực phụ có thể tác dụng vào buồng (phía trên mẫu) hoặc tốt nhất là cả buồng và hệ đo áp lực đáy (cả hai đầu của mẫu). Có nhiều trình tự để làm bão hoà hoàn toàn. Trình tự sau đây được đề nghị.

Chú thích 13 - Mục đích của việc tác dụng áp lực phụ là để lấp đầy tất cả các lỗ rỗng trong mẫu và hệ đo áp lực đáy bằng nước mà không làm nén mẫu hoặc kéo trước mẫu không mong muốn, hoặc làm cho mẫu bị trôi lên. Lượng không khí hoà tan vào dung dịch là hàm số của thời gian và áp lực. Đồng thời không khí sẽ hoà tan vào dung dịch nhanh hơn nếu sử dụng nước đã được đẩy khí chứ không phải nước cân bằng có khí để hoà tan. Do ảnh hưởng của cấp áp lực phụ tới ứng suất toàn phần là tức thì còn hiệu ứng áp lực nước lỗ rỗng cần phải có thời gian, nếu áp lực phụ tác động quá nhanh thì ứng suất hữu hiệu có thể tăng ở giữa mẫu.

- 12.8.1 Phụ thuộc vào thiết bị duy trì áp lực phụ, mà áp lực phụ có thể tác dụng theo cấp hoặc ở một tốc độ không đổi. Các cấp này phải áp dụng từng khoảng nhỏ với thời gian giữa các cấp phù hợp để cho phép cân bằng áp lực lỗ rỗng trên toàn bộ mẫu. Thông thường, độ lớn các cấp phải được tăng lên và thời gian cân bằng giảm đi khi áp lực phụ (và do đó độ bão hoà) tăng lên.

Chú thích 14 - Cấp đầu tiên thường bằng áp lực dừng. Các cấp sau đó có thể tăng gấp đôi về trị số trong phạm vi từ 35 kPa (5 lbf/in.2) đến 140 kPa (20 lbf/in.2), phụ thuộc vào trị số áp lực tiên cố kết và độ bão hoà của mẫu. Thông thường cấp đầu tiên kéo dài trong 10 phút. Thời gian này có thể ngắn hơn chỉ được chấp nhận khi độ bão hoà cao hơn.

- 12.8.2 Kiểm tra phản ứng của mẫu trong quá trình tác dụng áp lực bank. Khi sử dụng phương pháp áp lực dừng không đổi, phải giữ chiều cao mẫu là không đổi trong suốt quá trình bão hoà. Khi sử dụng phương pháp chiều cao không đổi, phải giữ áp lực dừng là không đổi. Nếu mẫu bị nén hoặc áp lực dừng giảm xuống thì phải giảm cấp áp lực phụ hoặc khoảng thời gian phải tăng để làm chậm dần quá trình tạo áp lực phụ.
- 12.8.3 Kiểm tra đủ bão hoà bằng cách đóng van thoát đáy và tác dụng một cấp trong áp lực buồng. Nếu tăng áp lực đáy làm tăng áp lực buồng nhanh chóng (nhỏ hơn 15 s) thì có thể giả định rằng đã bão hoà hoàn toàn.
- 12.9 Chọn một tốc độ biến dạng mà tốc độ này tạo ra một hệ số áp lực nước lỗ rỗng (Ru) từ 3% đến 15% ở phạm vi cố kết thông thường trong giai đoạn chất tải thí nghiệm.

Chú thích 15 - Để đạt được điều này, trị số tốt nhất là 5%. Hệ số áp lực lỗ rỗng có thể thay đổi theo suốt phạm vi cố kết thông thường nhưng hiếm khi lớn hơn 2. Khi thí nghiệm với đất lầy, cần thay đổi tốc độ biến dạng trong thí nghiệm đầu tiên để tìm tốc độ phù hợp nhất. Các số liệu tạm thời phải được loại bỏ sau mỗi một thay đổi đáng kể về tốc độ.

Chú thích 16 - Với một chiều cao mẫu nhất định, áp lực nước lỗ rỗng dư phụ thuộc vào tốc độ biến dạng và hệ số thấm, như trình bày trong phương trình 22. Kinh nghiệm chỉ ra rằng trị số bắt đầu cho tốc độ biến dạng phù hợp là 10%/h cho đất MH (hệ phân loại USCS, Tiêu chuẩn thực hành D 2487), 1% cho đất CL và 0.1% cho đất CH.

- 12.9.1 Tốc độ biến dạng, tính được từ phương trình 19 là không đổi trong suốt một giai đoạn thí nghiệm đơn lẻ. Tuy nhiên, tốc độ sẽ được kiểm soát và không thay đổi lớn hơn hệ số là 5 trong giai đoạn thí nghiệm đơn lẻ. Tốc độ này có thể thay đổi dần dần do độ cứng của hệ nhưng không được lớn hơn 10% biên độ của chu kỳ.
- 12.10 Phải ghi lại lựa chọn dừng bão hoà (AF_s), áp lực buồng (CP_s), áp lực đáy (BP_s), biến dạng dọc trục (AD_s), và thời gian (t_s) trước khi bắt đầu chất tải có kiểm soát biến dạng.
- 12.11 Đóng van thoát đáy và kiểm tra (qua khoảng 5 phút) để áp lực đáy còn lại bằng với trị số áp lực phụ.

Chú thích 17 - Bước này tạo ra một phương pháp thông thường để kiểm tra vấn đề liên kết trong hệ đo áp lực đáy.

- 12.12 Thí nghiệm tốc độ biến dạng không đổi có ba giai đoạn riêng biệt; chất tải (làm tăng ứng suất), duy trì ứng suất, và dỡ tải (làm giảm ứng suất). Một thí nghiệm đơn lẻ có thể sử dụng tổ hợp ba giai đoạn này để đạt được chất tải đều, chất tải và dỡ tải, hoặc là lặp lại chất/dỡ tải nhiều lần. Trong giai đoạn chất tải, ứng suất tăng đến khi đạt trị số ứng suất hoặc biến dạng mục tiêu. Giai đoạn duy trì ứng suất, thường thực hiện với một khoảng thời gian nhất định để cho phép áp lực đáy (và do đó áp lực nước lỗ rỗng) bị triệt tiêu. Trong giai đoạn dỡ tải, ứng suất giảm đến trị số ứng suất hoặc biến dạng mục tiêu. Tốt nhất là có một giai đoạn duy trì ứng suất giữa mỗi lần đảo chiều

ứng suất để cho phép áp lực đáy triệt tiêu. Một thí nghiệm tiêu chuẩn gồm mỗi một giai đoạn do qui định khác bởi yêu cầu của khách hàng.

- 12.12.1 *Chất tải* – Áp dụng biến dạng dọc trục theo trình tự tốc độ biến dạng dọc trục đã lựa chọn trong 12.9. Ghi lại thời gian hoặc thời gian đã trôi qua (t_n), biến dạng dọc trục (AD_n), lực dọc trục (AF_n), áp lực buồng (CP_n), và áp lực đáy (BP_n) ít nhất đủ để có khoảng 10 bộ số đọc cho mỗi 1% biến dạng. Tiếp tục chất tải đến trị số ứng suất hoặc biến dạng mục tiêu.
- 12.12.2 *Dỡ tải* - Áp dụng biến dạng dọc trục theo trình tự độ giãn ở khoảng một nửa tốc độ biến dạng đã lựa chọn trong 12.9. Ghi lại thời gian hoặc thời gian đã trôi qua (t_n), biến dạng dọc trục (AD_n), lực dọc trục (AF_n), áp lực buồng (CP_n), và áp lực đáy (BP_n) ít nhất đủ để có khoảng 5 bộ số đọc cho mỗi 1% biến dạng. Tiếp tục dỡ tải đến trị số ứng suất hoặc biến dạng mục tiêu. Trong khi dỡ tải áp lực đáy sẽ âm và áp lực buồng phải đủ lớn để duy trì áp lực đáy lớn hơn áp lực bão hoà (áp lực phụ cần để giữ không khí trong dung dịch).

Chú thích 18 - Có thể sử dụng cho cả giai đoạn chất tải và dỡ tải một tốc độ biến dạng giống nhau; tuy nhiên, một phần lớn số liệu dỡ tải sẽ bị mất do điều kiện biến dạng tạm thời.

- 12.12.3 Duy trì ứng suất - Giữa các giai đoạn chất tải và dỡ tải, duy trì lực dọc trục không đổi để cho phép áp lực nước lỗ rỗng dư triệt tiêu. Ghi lại thời gian hoặc thời gian đã trôi qua (t_n), biến dạng dọc trục (AD_n), lực dọc trục (AF_n), áp lực buồng (CP_n), và áp lực đáy (BP_n) tại tốc độ số đọc giống như các giai đoạn trước của thí nghiệm. Tiếp tục giai đoạn thí nghiệm này đến một thời gian nhất định hoặc cho đến khi áp lực dư ở đáy triệt tiêu về 0. Mặc dù nén thứ cấp sẽ xảy ra trong giai đoạn thí nghiệm này, nhưng không có phương pháp để tính hệ số nén thứ cấp.

Chú thích 19 – Tốc độ đọc số liệu phải được định rõ để cho phép đủ biến dạng giữa các số đọc để tính số gia được qui định trong Mục 13. Các số đọc thường xuyên hơn có thể để xác định tốt hơn xu hướng về đặc trưng nhưng làm giảm số chữ số thập phân của các tham số tính toán và do đó sẽ yêu cầu bổ sung số liệu để thực hiện loại bỏ nhiễu.

- 12.13 Khi hoàn thành thí nghiệm, mở van thoát đáy và giảm từ từ áp lực buồng.
- 12.14 Khoá piston, dỡ lực dọc trục và ghi lại số đọc 0 cuối cùng cho lực (AF_f), áp lực phụ (CP_f), và áp lực đáy (BP_f).
- 12.15 Tháo nước khỏi buồng và dỡ thiết bị đo cố kết khỏi khung chất tải.
- 12.16 Tháo đai chứa mẫu có mẫu khỏi thiết bị đo cố kết.
- 12.17 Đẩy mẫu (một cách cẩn thận để thu lấy tất cả đất) và xác định khối lượng khô của đất.
- 12.17.1 Nếu các thí nghiệm chỉ số không cần vật liệu, thì sấy khô toàn bộ mẫu (gồm cả vật liệu còn mắc lại trong đai chứa mẫu, màng lọc, ...) theo Phương pháp thí nghiệm D2216 và đo khối lượng khối sau cùng (M_d) chính xác đến 0.01 g.
- 12.17.2 Nếu các thí nghiệm chỉ số cần đến vật liệu, xác định khối lượng ẩm sau cùng (M_{if}) chính xác đến 0.001g. Sử dụng một phần đại diện của mẫu để xác định độ ẩm (W_{fp}) theo Phương pháp thí nghiệm D 2216 trừ các số ghi tới 0.1% và dùng phần đất ẩm còn lại cho các thí nghiệm chỉ số.

13 TÍNH TOÁN

13.1 *Tổng quan* – Tính toán chỉ sử dụng đơn vị SI và SD cho chữ số thập phân.

13.2 *Đặc trưng của mẫu*:

13.2.1 Tính khối lượng khô của mẫu, M_d , bằng cách đo trực tiếp hoặc khi một phần của mẫu được sử dụng để thí nghiệm chỉ số, tính khối lượng khô như sau:

$$M_d = \frac{M_{tf}}{1 + w_{fp}} \quad (2)$$

trong đó:

M_d = khối lượng khô của mẫu, tính bằng g (4 SD),

M_{tf} = khối lượng ẩm của mẫu sau khi thí nghiệm, tính bằng g (4 SD), và

w_{fp} = độ ẩm sau khi thí nghiệm, tính theo hệ thập phân (chính xác đến 0.0001).

13.2.2 Tính độ ẩm ban đầu, w_o , như sau :

$$w_o = \frac{M_{to} - M_d}{M_d} \times 100 \quad (3)$$

trong đó:

w_o = độ ẩm ban đầu, tính theo phần trăm (chính xác đến 0.01), và

M_{to} = khối lượng ẩm ban đầu của mẫu, tính bằng g (4 SD).

13.2.3 Tính thể tích hạt, V_s , như sau :

$$V_s = \frac{M_d}{G_s \cdot \rho_w} \quad (4)$$

trong đó:

V_s = thể tích của hạt, tính theo cm^3 (4 SD),

G_s = Tỷ trọng của hạt, (4 SD), và

ρ_w = khối lượng thể tích của nước ở 20°C, tính theo g/cm^3 (4 SD).

13.2.4 Khi diện tích mặt cắt ngang của mẫu là hằng số trong suốt quá trình thí nghiệm, thì tính chiều cao tương đương của hạt như sau :

$$H_s = \frac{V_s}{A} \quad (5)$$

trong đó:

H_s = chiều cao tương đương của hạt, tính theo cm (4 SD), và

A = diện tích mẫu, tính theo cm^2 (4 SD).

13.2.5 Tính hệ số rỗng ban đầu, e_0 , như sau :

$$e_0 = \frac{H_0 - H_s}{H_s} \quad (6)$$

trong đó:

e_0 = hệ số rỗng ban đầu (chính xác đến 0.001), và

H_0 = chiều cao ban đầu của mẫu, tính theo cm (4 SD).

13.2.6 Tính độ bão hoà ban đầu, S_0 , như sau :

$$S_0 = \frac{G_s \cdot w_0}{e_0} \quad (7)$$

trong đó:

S_0 = hệ số rỗng ban đầu (chính xác đến 0.001), và

H_0 = độ bão hoà ban đầu, tính theo % (chính xác đến 0.01).

13.3 Các trị số ứng dụng :

13.3.1 Tính biến dạng dọc trục, δ_n , tại thời điểm bất kỳ hay dòng số liệu như sau :

$$\delta_n = \left(\frac{AD_n}{VI_n} - \frac{AD_0}{VI_0} \right) \cdot CF_{ad} \quad (8)$$

trong đó:

δ_n = biến dạng dọc trục, tính theo cm (4 SD),

AD_n = số đọc bộ chuyển đổi biến dạng dọc trục, tính theo volt (4 SD),

AD_0 = số đọc bộ chuyển đổi biến dạng dọc trục lúc bắt đầu thí nghiệm, tính theo volt (4 SD),

VI_n = số đọc điện thế nguồn vào, tính theo volt (4 SD),

VI_0 = số đọc điện thế nguồn vào lúc bắt đầu thí nghiệm, tính theo volt (4 SD),

CF_{ad} = hệ số hiệu chuẩn bộ chuyển đổi biến dạng dọc trục, tính theo $\text{cm}/(\text{volt/volt})$ (4 SD).

13.3.2 Tính áp lực buồng, $\sigma_{c,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\sigma_{c,n} = \left(\frac{CP_n}{VI_n} - \frac{CP_0}{VI_0} \right) \cdot CF_{cp} \quad (9)$$

trong đó:

$\sigma_{c,n}$ = áp lực buồng, tính theo kPa (4 SD),

CP_n = số đọc bộ chuyển đổi áp lực buồng, tính theo volt (4 SD),

CP_0 = số đọc bộ chuyển đổi áp lực buồng lúc bắt đầu thí nghiệm, tính theo volt (4 SD), và

CF_{cp} = hệ số hiệu chuẩn bộ chuyển đổi áp lực buồng, tính theo kPa/(volt/volt) (4 SD).

13.3.3 Tính áp lực đáy, $u_{m,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$u_{m,n} = \left(\frac{BP_n}{VI_n} - \frac{BP_0}{VI_0} \right) \cdot CF_{bp} \quad (10)$$

trong đó:

$u_{m,n}$ = áp lực đáy, tính theo kPa (4 SD),

BP_n = số đọc bộ chuyển đổi áp lực đáy, tính theo volt (4 SD),

BP_0 = số đọc bộ chuyển đổi áp lực đáy lúc bắt đầu thí nghiệm, tính theo tính theo volt (4 SD),

CF_{bp} = hệ số hiệu chuẩn bộ chuyển đổi áp lực đáy, tính theo kPa/(volt/volt) (4 SD).

13.3.4 Tính lực dọc trục, f_n , tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$f_n = \left(\frac{AF_n}{VI_n} - \frac{AF_0}{VI_0} \right) \cdot CF_{af} \quad (11)$$

trong đó:

f_n = lực dọc trục, tính theo kN (4 SD),

AF_n = số đọc bộ chuyển đổi lực dọc trục, tính theo volt (4 SD),

AF_0 = số đọc bộ chuyển đổi lực dọc trục lúc bắt đầu thí nghiệm, tính theo tính theo volt (4 SD),

CF_{af} = hệ số hiệu chuẩn bộ chuyển đổi lực dọc trục, tính theo kN/(volt/volt) (4 SD).

13.3.5 Tính lực dọc trục thực, $f_{a,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$f_{a,n} = f_n + W_p - A_p \cdot \sigma_{c,n} \quad (12)$$

trong đó:

$f_{a,n}$ = lực dọc trục thực, tính theo kN (4 SD),

W_p = trọng lượng hữu hiệu của piston từ hiệu chuẩn trong mục 7.8, tính theo kN (4 SD), và

A_p = diện tích hữu hiệu của piston từ hiệu chuẩn trong mục 7.8, tính theo m^2 (4 SD).

13.4 Các đặc trưng cốt kết :

13.4.1 Tính sự thay đổi chiều cao mẫu, ΔH_n , tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\Delta H_n = (\delta_n - \delta_{af,n}) \quad (13)$$

trong đó:

ΔH_n = sự thay đổi chiều cao mẫu, tính theo cm (5 SD tại chiều cao ban đầu),

δ_n = biến dạng dọc trục, tính theo cm (5 SD tại chiều cao ban đầu), và

$\delta_{af,n}$ = độ nén của thiết bị từ hiệu chuẩn trong mục 7.8 phụ thuộc vào lực dọc trục, tính theo cm (5 SD tại chiều cao ban đầu).

13.4.2 Tính chiều cao mẫu, H_n , tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$H_n = H_0 - \Delta H_n \quad (14)$$

trong đó:

H_n = chiều cao mẫu, tính theo cm (4 SD), và

H_0 = chiều cao ban đầu của mẫu, tính theo cm (4 SD tại chiều cao ban đầu).

13.4.3 Tính hệ số rỗng, e_n , tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$e_n = \frac{H_n - H_s}{H_s} \quad (15)$$

trong đó:

e_n = hệ số rỗng, (chính xác đến 0.001).

13.4.4 Tính biến dạng dọc trục, ϵ_n , tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\epsilon_{a,n} = \frac{H_0 - H_n}{H_0} \times 100 \quad (16)$$

trong đó:

$\epsilon_{a,n}$ = biến dạng dọc trục, tính theo % (chính xác đến 0.01).

13.4.5 Tính áp lực đáy dư, $\Delta u_{m,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\Delta u_{m,n} = u_{m,n} - \sigma_{c,n} \quad (17)$$

trong đó:

$\Delta u_{m,n}$ = áp lực đáy dư, kPa (4 SD tại ứng suất dọc trục lớn nhất),

$u_{m,n}$ = áp lực đáy, kPa (4 SD tại ứng suất dọc trục lớn nhất), và

$\sigma_{c,n}$ = áp lực buồng, kPa (4 SD tại ứng suất dọc trục lớn nhất).

13.4.6 Tính ứng suất dọc trục tổng, $\sigma_{a,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\sigma_{a,n} = \frac{f_{a,n}}{A} \times 10000 \quad (18)$$

trong đó:

$\sigma_{a,n}$ = ứng suất dọc trục tổng, kPa (4 SD tại ứng suất dọc trục lớn nhất), và

$f_{a,n}$ = Lực thực, kN (4 SD tại lực dọc trục lớn nhất), và

Chú thích 20 - Nếu lực dọc trục tác dụng được đo ở bên ngoài của buồng, thì phép đo phải được hiệu chỉnh đối với lực gây ra bởi áp lực phụ tác động lên piston.

Chú thích 21 – Các phương trình sau đây dựa trên tính số gia tăng lên giữa các số đọc riêng biệt. Khi các số đọc được lấy thường xuyên hơn, thì chữ số thập phân cho kết quả sẽ giảm và sự phân tán (âm) sẽ tăng lên. Có thể giảm hiệu ứng này bằng làm mịn các số đo trước khi tính hoặc thực hiện phép tính trên số gia lớn hơn (ví dụ, sử dụng $n+2$ và $n-2$). Sử dụng Tiêu chuẩn thực hành D 6026 nhằm xác định số chữ số thập phân thích hợp để báo cáo cho mỗi trị số.

Chú thích 22 - Giả thiết của trường hợp tuyến tính là đất có hệ số nén thể tích (m_v) là hằng số. Lý thuyết tuyến tính sẽ được trình bày ở phần sau theo các tham số tính toán.

13.4.7 Tính tốc độ biến dạng, ϵ_n , cho mỗi lần hoặc theo dòng số liệu như sau:

$$\epsilon_n = \frac{\Delta H_{n+1} - \Delta H_{n-1}}{H_0} \cdot \frac{1}{t_{n+1} - t_{n-1}} \quad (19)$$

trong đó:

ϵ_n = tốc độ biến dạng, tính theo *biến dạng/s* (SD sẽ phụ thuộc vào các trị số), và

t = thời gian tính bằng s.

Chỉ số dưới ($n+1$) biểu thị thời gian hay dòng số liệu tiếp theo, và chỉ số ($n-1$) biểu thị thời gian và dòng số liệu trước đó.

13.4.8 Tính hàm F_n để xác định điều kiện tạm thời là đủ nhỏ để đi đến phương trình trạng thái ổn định như sau :

$$F_n = \frac{(\sigma_{a,n} - \sigma_{a,l}) - (\Delta u_{m,n} - \Delta u_{m,l})}{\sigma_{a,n} - \sigma_{a,l}} \quad (20)$$

trong đó:

F_n = hàm để đánh giá sự quan trọng của biến dạng tạm thời, không thứ nguyên (SD sẽ phụ thuộc vào các trị số)

Chú thích 23 – Phương trình trạng thái ổn định dựa trên sự phân bố biến dạng trong mẫu độc lập theo thời gian, bất kỳ dòng số liệu nào có F nhỏ hơn 0.4 thì các phương trình này là gần đúng. Độ lớn sai số tăng khi F giảm. Phương pháp thí nghiệm này bỏ qua tất cả các số liệu mà có F_3 nhỏ hơn 0.4.

13.4.9 Nếu $F_n > 0.4$, thì tính ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình, $\sigma'_{a,n}$, tại thời điểm bất kỳ hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$\sigma'_{a,n} = \left(\sigma_{a,n} - \frac{2}{3} \cdot \Delta u_{m,n} \right) \quad (21)$$

trong đó:

$\sigma'_{a,n}$ = ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình, kPa (4 SD tại ứng suất dọc trục lớn nhất).

13.4.10 Nếu $F_n > 0.4$, thì tính hệ số thấm, k_n , cho một thời gian nhất định hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$k_n = \frac{\epsilon_n \cdot H_n \cdot H_0 \cdot \gamma_w}{2 \cdot \Delta u_{m,n}} \times \frac{1}{10000} \quad (22)$$

trong đó:

k_n = hệ số thấm, tính theo m/s (SD sẽ phụ thuộc vào các trị số), và

γ_w = trọng lượng đơn vị của nước, ở nhiệt độ 20°C, kN/m³ (4 SD).

13.4.11 Nếu $F_n > 0.4$, thì tính chỉ số nén thể tích, $m_{v,n}$, cho một thời gian nhất định hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$m_{v,n} = \frac{\epsilon_{n+1} - \epsilon_{n-1}}{\sigma'_{a,n+1} - \sigma'_{a,n-1}} \times \frac{1}{100} \quad (23)$$

trong đó:

$m_{v,n}$ = hệ số nén thể tích, tính theo m²/kN (SD sẽ phụ thuộc vào các trị số).

13.4.12 Nếu $F_n > 0.4$, thì tính hệ số cố kết, $c_{v,n}$, cho một thời gian nhất định hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$c_{v,n} = \frac{k_n}{m_{v,n} \cdot \gamma_w} \quad (24)$$

trong đó:

$c_{v,n}$ = hệ số cố kết, tính theo m²/s (SD sẽ phụ thuộc vào các trị số).

13.4.13 Nếu $F_n > 0.4$, thì tính hệ số áp lực lỗ rỗng, $R_{u,n}$, cho một thời gian nhất định hoặc theo dòng số liệu như sau :

$$R_{u,n} = \frac{\Delta u_{m,n}}{\sigma_{v,n}} \quad (25)$$

13.4.14 Nếu trị số của ứng suất hiệu quả không thay đổi đáng kể giữa các số đọc liên tiếp, khoảng thời gian tính toán có thể tăng lên.

14 BÁO CÁO : BẢNG/MẪU SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM

14.1 Phương pháp luận được sử dụng để chỉ rõ số liệu nào là được ghi vào bảng/mẫu số liệu thí nghiệm, như đưa ra dưới đây, bao gồm mục 1.9.

14.2 Phải ghi lại các thông tin (số liệu) tổng quát tối thiểu sau đây :

14.2.1 Thông tin nhận dạng mẫu, chẳng hạn như Dự án No., Lỗ khoan No., Mẫu No., chiều sâu, v.v.

14.2.2 Lựa chọn mẫu bất kỳ và chuẩn bị thực hiện, chẳng hạn như lấy các hạt sỏi và các vật liệu khác ra khỏi mẫu, hoặc nhận dạng sự có mặt của chúng (các túi cát).

14.2.3 Nếu mẫu là nguyên trạng, khôi phục, đắp lại hoặc cắt bằng một cách đặc biệt, thì phải cung cấp thông tin về phương pháp khôi phục, phương pháp đắp lại, ngày và thời gian thí nghiệm.

14.2.4 Miêu tả và phân loại theo Tiêu chuẩn thực hành D 2488 hoặc theo Phương pháp thí nghiệm D 2487 khi có sẵn các giới hạn Atterberg và phần trăm lọt qua sàng #200. Tỷ trọng của đất, các giới hạn Atterberg, và sự phân bố kích cỡ hạt đã có sẵn là tạo thêm nguồn số liệu khi không đo được từ mẫu thí nghiệm.

14.3 Phải ghi lại số liệu tối thiểu về mẫu thí nghiệm như sau :

14.3.1 Độ ẩm trung bình của mẫu cắt ra.

14.3.2 Trọng lượng đơn vị của mẫu nguyên trạng, độ ẩm, hệ số rỗng, và độ bão hòa.

14.3.3 Tỷ trọng đo được (Phương pháp thí nghiệm D 854) và trị số giả định.

14.3.4 Khối lượng ban đầu, chiều cao ban đầu, và đường kính ban đầu.

14.3.5 Phải ghi lại điều kiện thí nghiệm tối thiểu sau đây :

14.3.5.1 Trị số áp lực phụ (u_b), biến dạng ($\epsilon_{a,s}$) và áp lực tiếp xúc ($\sigma'_{a,s}$) tại thời điểm cuối làm bão hòa bằng áp lực phụ.

14.3.5.2 Tốc độ biến dạng (s) trong khi chất và dỡ tải.

14.3.5.3 Hệ số áp lực lỗ rỗng (R_u) tại thời điểm cuối giai đoạn chất tải thí nghiệm.

14.3.6 *Kết quả có kết :*

14.3.6.1 Lập bảng thời gian hoặc thời gian đã trôi qua, hệ số rỗng, biến dạng dọc trục, ứng suất tổng thẳng đứng, hệ số nén thể tích, hệ số thấm, hệ số cố kết, tốc độ biến dạng, hệ số áp lực lỗ rỗng, và hàm F .

- 14.3.6.2 Vẽ biểu đồ hệ số rỗng theo log của ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình hoặc biến dạng dọc trục theo log của ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình.
- 14.3.6.3 Vẽ biểu đồ hệ số cố kết theo log của ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình.
- 14.3.6.4 Vẽ biểu đồ hệ số áp lực lỗ rỗng theo log của ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình.
- 14.3.6.5 Vẽ biểu đồ hệ số thấm theo hệ số rỗng.
- 14.3.6.6 Xuất phát từ trình tự được phác thảo, bao gồm trình tự chất tải đặc biệt.

15 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ SAI SỐ

- 15.1 *Độ chính xác* – Không giới thiệu về độ chính xác của số liệu thí nghiệm do đặc tính tự nhiên của đất hoặc đá được kiểm tra theo tiêu chuẩn này. Tại thời điểm này không thể thực hiện được hoặc chi phí quá đắt để có 10 hoặc hơn nữa các phòng thí nghiệm tham gia vào một chương trình thí nghiệm lặp. Ngoài ra, không thể thực hiện được hoặc chi phí quá đắt để thực hiện nhiều mẫu thí nghiệm mà các mẫu này có cùng đặc trưng vật lý đồng nhất. Bất cứ sự sai khác nào trong kết quả được quan sát đều có thể là do sự sai khác của của người thực hiện hay công tác thí nghiệm trong phòng.
- 15.2 Tiểu ban D 18.12 rất mong chờ các đề xuất nhằm giải quyết vấn đề này để tạo ra sự phát triển trong một kết luận có độ chính xác hợp lý.
- 15.3 *Độ lệch* – Không có bất kỳ một giá trị tham khảo nào được chấp nhận trong phương pháp thí nghiệm này; vì vậy, không thể xác định được độ lệch

16 CÁC TỪ KHOÁ

- 16.1 Tính chịu nén, hệ số nén, CRS, hệ số cố kết, thí nghiệm cố kết, thiết bị đo cố kết, hệ số thấm, ứng suất tiền cố kết, độ lún.

PHỤ LỤC

(Thông tin không bắt buộc)

X1.1 PHƯƠNG TRÌNH KHÔNG TUYẾN TÍNH

X1.1 Hàm, F :

$$F_n = \frac{(\log \sigma_{a,n} - \log \sigma_{a,l}) - (\Delta u_{m,n} - \Delta u_{m,l})}{(\log \sigma_{a,n} - \log \sigma_{a,l})} \quad (\text{X1.1})$$

X1.2 Ứng suất dọc trục hữu hiệu trung bình:

$$\sigma'_{a,n} = (\sigma_{a,n}^3 - 2 \cdot \sigma_{a,n}^2 \cdot \Delta u_{m,n} + \sigma_{a,n} \cdot \Delta u_{m,n}^2)^{\frac{1}{3}} \quad (\text{X1.2})$$

X1.3 Hệ số cố kết:

$$c_{v,n} = - \frac{H_0 \cdot H_n \cdot \log \left(\frac{\sigma_{a,n+1}}{\sigma_{a,n-1}} \right)}{2 \cdot (t_{n+1} - t_{n-1}) \cdot \log \left(\frac{\Delta u_{m,n}}{\sigma_{a,n}} \right)} \quad (\text{X1.3})$$

X1.4 Hệ số thấm:

$$k_n = - \frac{0.434 \cdot \epsilon_n \cdot H_0 \cdot H_n \cdot \gamma_w}{2 \cdot \sigma'_{a,n} \cdot \log \left(\frac{\Delta u_{m,n}}{\sigma_{a,n}} \right)} \quad (\text{X1.4})$$

TÓM TẮT CÁC THAY ĐỔI

Ủy ban D18 chỉ ra vị trí của những thay đổi với tiêu chuẩn này từ lần xuất bản cuối của D 4186 – 89 (được phê duyệt năm 1998)^{ε1} mà có thể ảnh hưởng đến việc sử dụng tiêu chuẩn này.

- (1) Trong phần tổng quan tiêu chuẩn này đã được sửa đổi kéo dài và những sự thay đổi sau đây được xem là khá quan trọng.
- (2) Mục phân loại bổ sung được thêm vào Mục 1.
- (3) Tham khảo từ Tiêu chuẩn thực hành D 6026 được thêm vào Mục 1.
- (4) Mở rộng thảo luận hệ đơn vị SI trong Mục 1.
- (5) Các tài liệu bổ sung được tham chiếu trong Mục 2.
- (6) Các định nghĩa mới trong Mục 3.2.

- (7) Các định nghĩa bổ sung trong Mục 3.3.
- (8) Thay đổi đo “áp lực lỗ rỗng” thành đo “áp lực đáy” trong suốt tiêu chuẩn.
- (9) Tóm tắt phương pháp được bổ sung thành Mục 4.
- (10) Thí nghiệm tiêu chuẩn được miêu tả trong Mục 4.3.
- (11) Giới hạn tỷ số áp lực lỗ rỗng lớn nhất đã được thay đổi trong Mục 4.4.
- (12) Giới hạn hiệu ứng tạm thời được bổ sung ở Mục 4.5.
- (13) Tham khảo Tiêu chuẩn thực hành D 3740 được bổ sung ở Chú thích 2.
- (14) Thảo luận tốc độ biến dạng được bổ sung trong Mục 5.2.
- (15) Giả thiết về tính chịu nén của hệ áp lực đáy được bổ sung vào mục 5.4.7.
- (16) Miêu tả về mô hình được bổ sung vào Mục 5.5.
- (17) Áp dụng cho đất thoát nước tự do được bổ sung vào Mục 5.6.
- (18) Sử dụng đĩa high-air entry được bổ sung vào Mục 5.7.
- (19) Các qui định về điện tử được bổ sung trong Mục 6.1.
- (20) Các qui định mới về thiết bị gia tải dọc trục trong mục 6.2.
- (21) Các qui định mới về thiết bị đo biến dạng dọc trục trong mục 6.3.
- (22) Sửa đổi thiết bị duy trì áp lực phụ trong Mục 6.4.
- (23) Các qui định mới về thiết bị đo áp lực phụ trong Mục 6.5.
- (24) Bổ sung qui định về van thoát đáy trong Mục 6.4.
- (25) Các qui định mới về thiết bị đo áp lực đáy trong Mục 6.6.
- (26) Các qui định mới về thiết bị đo biến dạng trong Mục 6.7.
- (27) Phân loại sự diễn giải cố kết trong Mục 6.8.
- (28) Thay đổi về các qui định đai chứa mẫu trong Mục 6.8.2.
- (29) Phân loại sự diễn giải về đá thấm trong Mục 6.9.
- (30) Miêu tả mới về màng lọc trong Mục 6.10.
- (31) Bổ sung miếng đệm thụt vào trong Mục 6.14.
- (32) Yêu cầu mới về hiệu chuẩn trong Mục 7.
- (33) Phân loại diễn giải về công tác lấy mẫu trong Mục 8.
- (34) Sửa đổi trình tự chuẩn bị mẫu trong Mục 9.

- (35) Mục mới về xác định về chỉ số đặc trưng của đất trong Mục 10.
- (36) Sửa đổi về trình tự lắp đặt thiết bị được bổ sung trong Mục 11.5.
- (37) Sửa đổi trình tự lắp đặt trong Mục 12.
- (38) Sửa đổi trình tự làm bão hoà trong Mục 12.8.
- (39) Giới hạn mới để kiểm tra sự bão hoà trong Mục 12.8.3.
- (40) Đặt giới hạn mới về hệ số áp lực lỗ rỗng trong Mục 12.9.
- (41) Qui định mới đối với sự thay đổi tốc độ biến dạng trong Mục 12.9.1.
- (42) Kiểm tra mới sự rò rỉ trong Mục 12.11.
- (43) Miêu tả các giai đoạn mới của thí nghiệm trong Mục 12.12.
- (44) Qui định mới về tốc độ ghi số liệu trong Mục 12.12.
- (45) Trình tự mới để kết thúc thí nghiệm và tháo mẫu trong Mục 12.17.
- (46) Qui định về số thập phân bổ sung vào các phương trình trong suốt Mục 13.
- (47) Sửa đổi tính đặc trưng mẫu trong Mục 13.2.
- (48) Thay đổi phương pháp tính đối với đặc trưng cố kết trong Mục 13.4.
- (49) Bổ sung tính tốc độ biến dạng trong Mục 13.4.7.
- (50) Bổ sung tính điều kiện tạm thời trong Mục 13.4.8.
- (51) Yêu cầu mới để loại ra tất cả số liệu trong giai đoạn tạm thời trong Mục 13.4.9 đến 13.4.13.
- (52) Sửa đổi tính hệ số thấm đối với khoảng biến dạng lớn trong Mục 13.4.10.
- (53) Bổ sung tính hệ số nén thể tích trong Mục 13.4.11.
- (54) Tính mới hệ số cố kết trong Mục 13.4.12.
- (55) Bổ sung tính hệ số áp lực lỗ rỗng trong Mục 13.4.13.
- (56) Sửa đổi đối với các yêu cầu báo cáo trong Mục 14.
- (57) Bổ sung Hình 1.
- (58) Bổ sung phương trình không tuyến tính vào Phụ lục X1.

Hiệp hội ASTM không có chức năng đánh giá hiệu lực của các quyền sáng chế đã xác nhận cùng với bất kỳ một hạng mục nào đề cập trong tiêu chuẩn này. Người sử dụng tiêu chuẩn này phải chú ý rằng việc xác định hiệu lực của bất kỳ quyền sáng chế nào và nguy cơ xâm phạm các quyền này hoàn toàn là trách nhiệm của Hiệp hội.

Tiêu chuẩn này được Ủy ban kỹ thuật có trách nhiệm duyệt lại vào bất kỳ lúc nào và cứ 5 năm xem xét một lần và nếu không phải sửa đổi gì, thì hoặc được chấp thuận hoặc thu hồi lại. Mọi

ý kiến đều được khuyến khích nhằm sửa đổi tiêu chuẩn này hoặc các tiêu chuẩn bổ sung và phải được gửi thẳng tới Trụ sở chính của ASTM. Mọi ý kiến sẽ nhận được xem xét kỹ lưỡng trong cuộc họp của Ủy ban kỹ thuật có trách nhiệm và người đóng góp ý kiến cũng có thể tham dự. Nếu nhận thấy những ý kiến đóng góp không được tiếp nhận một cách công bằng thì người đóng góp ý kiến có thể gửi thẳng đến địa chỉ của Ủy ban tiêu chuẩn của ASTM sau đây:

Tiêu chuẩn này được bảo hộ bởi ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Để in riêng tiêu chuẩn (một bản hay nhiều bản) phải liên lạc với ASTM theo địa chỉ trên hoặc 610-832-9585 (điện thoại), 610-832-9555 (Fax), hoặc service@astm.org (e-mail); hoặc qua website của ASTM (www.astm.org).