

## Tiêu chuẩn thí nghiệm

# Xác định tính trương nở hoặc lún một chiều của đất dính<sup>1</sup>

## ASTM D 4546-03

### 1 PHẠM VI ÁP DỤNG

1.1 Các phương pháp thí nghiệm này bao gồm 3 phương pháp thay thế nhau trong phòng thí nghiệm nhằm xác định độ trương nở hoặc độ lún của mẫu đất dính nguyên dạng hay chế bị.

**Chú thích 1** – Tham khảo mục 5 để quyết định chọn phương pháp thí nghiệm phù hợp nhất với các ứng dụng cụ thể.

1.2 Các phương pháp thí nghiệm này có thể dùng để xác định (a) Độ trương nở hoặc độ lún của mẫu dưới một áp lực thẳng đứng đã biết, hoặc (b) một áp lực thẳng đứng cần thiết để duy trì thể tích mẫu đất không bị thay đổi đối với mẫu không nở hông.

1.3 Các trị số biểu thị bằng hệ đơn vị SI được lấy làm chuẩn. Các trị số biểu thị bằng hệ đơn vị inch-pound chỉ là gần đúng.

1.4 Tất cả các giá trị đo được hoặc tính được sẽ được làm tròn số theo qui định của tiêu chuẩn D 6026.

1.4.1 Phương pháp sử dụng để lựa chọn cách thức thu nhận số liệu, tính toán, hoặc báo cáo trong tiêu chuẩn này không liên quan trực tiếp đến độ chính xác của các số liệu cung cấp cho công tác thiết kế hoặc cho mục đích khác hoặc cả hai. Việc áp dụng kết quả nhận được từ thí nghiệm trong tiêu chuẩn này nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn.

1.5 *Tiêu chuẩn này không đề cập các vấn đề an toàn liên quan đến việc sử dụng nó. Trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này là phải lập nội quy thích hợp về an toàn và các thực hành y tế cần thiết cũng như xác định những hạn chế cần điều chỉnh cho phù hợp trước khi sử dụng.*

### 2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

2.1 *Tiêu chuẩn ASTM:*

- D 422, Phương pháp thí nghiệm xác định thành phần hạt của đất.
- D 653, Thuật ngữ liên quan đến đất, đá, và các dung dịch của chúng.
- D 698, Phương pháp thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng của đất, lực đầm 12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 KN-m/m<sup>3</sup>)<sup>2</sup>
- D 854, Phương pháp thí nghiệm xác định khối lượng riêng của đất.
- D 1557, Phương pháp thí nghiệm đầm chặt cải tiến trong phòng của đất, lực đầm 56 000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 KN-m/m<sup>3</sup>)

- D 1587, Hướng dẫn lấy mẫu đất bằng ống mẫu thành mỏng
- D 2216, Phương pháp thí nghiệm xác định độ ẩm của đất, đá trong phòng thí nghiệm.
- D 2435, Phương pháp thí nghiệm nén cố kết một trục của đất
- D 3550, Hướng dẫn lấy mẫu đất bằng dao vòng
- D 3740, Hướng dẫn các yêu cầu tối thiểu đối với các cơ quan thí nghiệm và giám sát các thí nghiệm đất, đá sử dụng trong công tác thiết kế và thi công.
- D 3877, Phương pháp thí nghiệm xác định độ co ngót, độ trương nở và áp lực trương nở một chiều của hỗn hợp đất trộn vôi
- D 4220, Hướng dẫn bảo quản và vận chuyển mẫu đất
- D 4318, Thí nghiệm xác định giới hạn chảy, giới hạn dẻo và chỉ số dẻo của đất
- D 6026, Hướng dẫn sử dụng các số sau dấu phẩy có nghĩa trong số liệu địa kỹ thuật.

<sup>1</sup> Tiêu chuẩn này thuộc quyền sở hữu của Ủy ban ASTM D18 về Đất và đá và do tiểu ban D18.05 về các đặc tính cấu trúc của đất, trực tiếp chịu trách nhiệm.

Phiên bản hiện tại được duyệt ngày 10 tháng 1 năm 2003, xuất bản tháng 2 năm 2003. Phiên bản gốc được duyệt năm 1985. Phiên bản trước phiên bản hiện tại được duyệt năm 1996 là D 4546-96.

<sup>2</sup> Tuyển tập ASTM, chương 04.08.

### 3 THUẬT NGỮ

- 3.1 Các định nghĩa: Tham khảo thuật ngữ trong tiêu chuẩn D 653 cho các định nghĩa chung.
- 3.2 Các định nghĩa và thuật ngữ riêng của tiêu chuẩn
- 3.2.1 Độ trương nở (L) – Là mức tăng chiều cao  $\Delta h$ , của mẫu đất có chiều cao  $h$  trong ống mẫu sau khi bão hòa nước.
- 3.2.2 Phần trăm trương nở hoặc độ lún, %: Là phần trăm độ tăng hoặc giảm của tỷ lệ thay đổi về chiều cao  $\Delta h$  so với chiều cao ban đầu của mẫu đất  $h$ ,  $h \times 100$  hoặc  $(\Delta h/h) \times 100$
- 3.2.3 Độ lún, L - Là độ giảm chiều cao  $\Delta h$ , của mẫu đất có chiều cao ban đầu  $h$
- 3.2.4 Độ trương nở, L – Là mức tăng cao độ của mẫu đất sau khi hút nước.
- 3.2.5 Độ trương nở tự do, % - Là phần trăm trương nở  $(\Delta h/h) \times 100$  khi mẫu đất hút nước dưới áp lực  $\sigma_{se}$
- 3.2.6 Độ trương nở sơ cấp, L – Là độ trương nở trong một thời gian ngắn, nó được xác định bằng giao điểm của phần thẳng của đồ thị trương nở - log $t$  với đường tiếp tuyến của đường cong trương nở thứ cấp của đồ thị này (hình 1)
- 3.2.7 Độ trương nở sơ cấp, L – Là độ trương nở kéo dài theo thời gian, nó được đặc trưng bởi phần đường thẳng của đồ thị trương nở - log  $t$ , sau khi đã kết thúc quá trình trương nở sơ cấp.

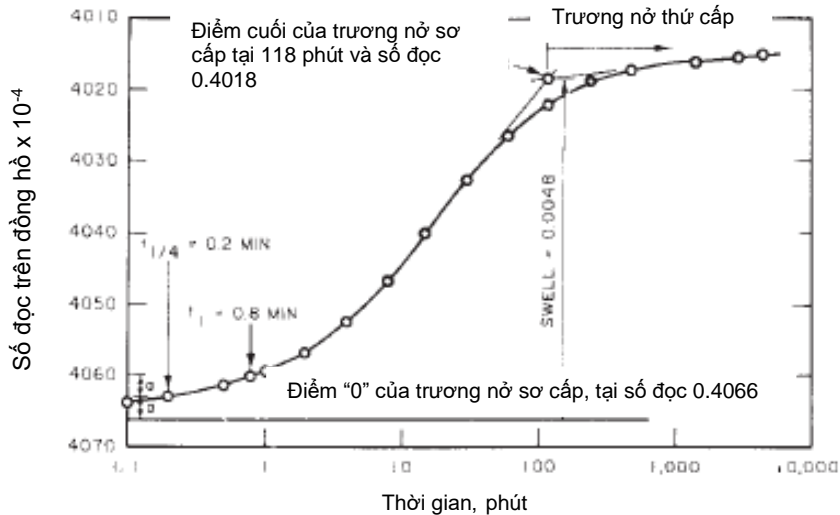
- 3.2.8 Chỉ số trương nở - Là độ dốc của đường cong nửa lôgarit biểu diễn quan hệ giữa áp lực phục hồi và độ rỗng của đất.
- 3.2.9 Áp lực trương nở,  $FL^{-2} - (1)$ : Là áp lực ngăn cản mẫu không bị trương nở như cách xác định ở phương pháp C, hoặc  $(2)$ : Là áp lực cần thiết để đưa mẫu về trạng thái ban đầu (hệ số rỗng, chiều cao), sau khi đã trương nở như ở phương pháp A hoặc B

**Chú thích 2** – Áp lực trương nở của mẫu không nguyên dạng của phương pháp C có thể bằng hoặc lớn hơn một chút so với áp lực trương nở xác định bằng phương pháp A.

---

#### 4 TÓM TẮT PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

- 4.1 Ba phương pháp thí nghiệm sau đây yêu cầu mẫu đất phải được giữ chặt các mặt bên và chịu tải trọng thẳng đứng dọc trục trong thiết bị nén cố kết có bão hòa nước.
- 4.1.1 Phương pháp A - Mẫu được nhúng ngập nước và để trương nở theo chiều thẳng đứng dưới một áp lực tĩnh (áp lực này ít nhất là 1kPa (20 lbf/ft<sup>2</sup>) được gia tải bằng các tấm nặng lên trên lớp đá thấm và để gia tải của mẫu, cho đến khi kết thúc quá trình trương nở sơ cấp. Mẫu được gia tải sau khi kết thúc quá trình trương nở sơ cấp cho đến khi nhận được tỉ lệ độ rỗng / chiều cao như ban đầu.
- 4.1.2 Phương pháp B - Một áp lực thẳng đứng được đặt lên mẫu trước khi cho nước vào trong buồng cố kết. Độ lớn của áp lực này tương đương với tải trọng bản thân của đất nền hoặc tải trọng công trình, hoặc cả hai. Tuy nhiên độ lớn của áp lực này phụ thuộc vào mục đích ứng dụng của kết quả thí nghiệm. Mẫu được tiếp xúc với nước. Điều này có thể dẫn đến mẫu bị trương nở, trương nở sau đó co ngót, co ngót, hoặc co ngót sau đó trương nở. Tổng độ trương nở hoặc lún của mẫu được đo ứng với áp lực đã tác dụng lên mẫu sau khi độ biến dạng mẫu là không đáng kể.
- 4.1.3 Phương pháp C - Mẫu được giữ tại chiều cao không đổi bằng cách điều chỉnh áp lực thẳng đứng sau khi mẫu đã được nhúng ngập vào nước để đạt đến áp suất trương nở, sau đó mới thực hiện qua trình cố kết mẫu theo tiêu chuẩn D 2435. Các số liệu thu được dùng để đánh giá độ trương nở tiềm năng của đất.



Hình 1 – Thời gian – Đường cong biểu thị độ trương nở

## 5 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

5.1 Độ trương nở hay độ lún của đất xác định được nhờ phương pháp thí nghiệm này có thể được sử dụng để đánh giá độ trương nở hoặc độ lún tại một độ ẩm cuối cùng và tại một điều kiện tải trọng nhất định. Độ ẩm ban đầu và hệ số rỗng ban đầu của đất có thể đại diện cho đất tại hiện trường ngay trước khi thi công. Việc lựa chọn phương pháp thí nghiệm, áp lực thí nghiệm, điều kiện ngập nước là mô hình nghiên cứu ảnh hưởng của việc làm ướt và khô đất tại hiện trường trước khi thi công, cũng như ảnh hưởng của điều kiện tải trọng đến công trình.

5.2 Các loại đất chứa khoáng vật Montmorillonit thường trương nở mạnh và thường được xác định thông qua thí nghiệm này.

**Chú thích 3:** Các khoáng vật Montmorillonit chứa các cation hóa trị 2 thường trương nở ít hơn khi chứa các cation hóa trị 1. Điều này cho ta biết loại cation cũng như khả năng trao đổi ion của các Montmorillonit

5.3 Các mẫu thí nghiệm trong phòng nên mô phỏng những điều kiện càng giống với điều kiện của đất tại hiện trường ở trạng thái tự nhiên hoặc đầm chặt càng tốt, bởi khối lượng thể tích và độ ẩm sẽ ảnh hưởng đến áp lực trương nở của đất. Các mẫu đất đầm chặt khác nhau, như bằng đầm tĩnh hay nhào nhện... cũng sẽ ảnh hưởng đến tính chất trương nở/lún của đất.

5.4 Các phương pháp thí nghiệm sau sẽ áp dụng cho mẫu nguyên dạng hoặc mẫu chế bị, hoặc cả hai:

5.4.1 Phương pháp A – Phương pháp này xác định (a) Độ trương nở tự do, (b) Phần trăm trương nở đối với các cấp áp lực thẳng đứng đến áp lực trương nở và (c) áp lực trương nở.

- 5.4.2 Phương pháp B – Phương pháp này xác định (a) Phần trăm trương nở hoặc lún dưới các cấp áp lực thẳng đứng tương đương với tải trọng bản thân hoặc các tải trọng khác đến áp lực trương nở và (b) áp lực trương nở.
- 5.4.3 Phương pháp C – Phương pháp này xác định (a) Áp lực trương nở, (b) áp lực tiền cố kết và (c) Phần trăm độ trương nở hoặc độ lún trong khoảng thay đổi của áp lực thẳng đứng

**Chú thích 4** – Phương pháp A và C đưa ra đánh giá độ trương nở bền vững với độ trương nở đo được. Phương pháp A cho phép đánh giá độ trương nở nhỏ hơn độ trương nở đo được. Không nên dùng phương pháp A để đánh giá áp lực trương nở và các chỉ tiêu cố kết vì sự hút nước khi mẫu không bị giam giữ trong khuôn để làm xáo trộn kết cấu của đất.

**Chú thích 5** – Các thông tin về độ chính xác và độ lệch của tiêu chuẩn này : Độ chính xác của thí nghiệm phụ thuộc vào tài năng của những người thí nghiệm viên thực hiện thí nghiệm và sự thích hợp của các thiết bị và dụng cụ thí nghiệm. Những cơ quan đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của tiêu chuẩn D 3740 về cơ bản được xem là đủ năng lực thực hiện các thí nghiệm này. Tuy nhiên những người sử dụng phương pháp này phải lưu ý rằng bản thân tiêu chuẩn D3740 không đảm bảo chắc chắn rằng sẽ cho kết quả thí nghiệm chính xác. Độ chính xác của thí nghiệm phụ thuộc vào nhiều yếu tố và tiêu chuẩn D3740 cung cấp các phương tiện để đánh giá một số trong các yếu tố đó.

## 6 NHỮNG QUAN HỆ TƯƠNG HỒ

- 6.1 Những đánh giá về độ trương nở và độ lún của đất được xác định bằng các phương pháp thí nghiệm trên đây là chìa khóa quan trọng trong việc thiết kế sàn nhà và đánh giá điều kiện làm việc của chúng. Tuy vậy, khi đánh giá đã phát hiện ra rằng độ trương nở và các thông số khác nhận được từ các phương pháp thí nghiệm này nhằm mục đích đánh giá độ trương nở của nền hay đất đã được đảm bảo chặt chẽ đại diện cho nhiều điều kiện hiện trường, bởi vì:
- 6.1.1 Độ trương nở và áp lực chặn theo phương ngang không đề cập đến trong thí nghiệm
- 6.1.2 Độ trương nở tại hiện trường thường xảy ra dưới áp lực không đổi, phụ thuộc vào lượng nước có sẵn. Trong phòng thí nghiệm, độ trương nở được đánh giá dựa vào sự thay đổi thể tích của mẫu đất khi thay đổi áp lực tác dụng khi mẫu bị ngâm trong nước. Phương pháp B được đưa ra nhằm khắc phục hạn chế này.
- 6.1.3 Tốc độ trương nở theo kết quả thí nghiệm cho thấy không phải lúc nào cũng là chỉ số tin cậy để đánh giá độ trương nở tại hiện trường, do những hiện tượng nứt nẻ đất, đá tại chỗ và sự mô phỏng không đầy đủ lượng nước sẵn có trong vùng đất đó. Lượng nước thực tế trong nền móng có thể thay đổi theo chu kì, thường gián đoạn, hoặc phụ thuộc vào thực trạng tại chỗ như hệ thống mương, rãnh ...
- 6.1.4 Độ trương nở thứ cấp hay trương nở dài hạn có thể có giá trị đáng kể đối với một vài loại đất, do đó khi đánh giá nên chú ý thêm vào độ trương nở thứ cấp.
- 6.1.5 Hàm lượng hóa chất của nước ngầm cũng làm thay đổi thể tích của mẫu và áp lực trương nở. Tức là nếu nước tại hiện trường chứa nhiều ion canxi sẽ ít trương nở hơn so với nước chứa nhiều ion Natri hoặc thậm chí so với nước mưa.

- 6.1.6 Sự xáo trộn của các mẫu đất tồn tại trong tự nhiên cũng làm giảm ý nghĩa của kết quả thí nghiệm.

## 7 DỤNG CỤ, THIẾT BỊ VÀ VẬT LIỆU

- 7.1 Thiết bị cố kết - Thiết bị này phải tuân theo các yêu cầu thiết bị sử dụng cho thí nghiệm cố kết một chiều theo tiêu chuẩn D 2435. Thiết bị phải đủ khả năng tạo ra một áp lực tác dụng lên mẫu (1) ít nhất bằng 200% áp lực thiết kế, hoặc (2) áp lực cần thiết để giữ chiều cao ban đầu của mẫu khi ngâm mẫu trong nước (trong phương pháp C).

- 7.1.1 Độ cứng của thiết bị cố kết có ảnh hưởng đến độ trương nở quan sát được, đặc biệt khi dùng phương pháp C. Do đó các thiết bị có độ cứng cao nên dùng cho phương pháp C (Xem D2435)

**Chú thích 6** - Một sự thay đổi nhỏ thể tích đất có thể làm giảm đáng kể áp lực trương nở. Do đó, trong phương pháp C, độ chuyển vị xảy ra trong quá trình xác định áp lực trương nở càng nhỏ càng tốt để giảm thiểu giá trị hiệu chỉnh trong mục 13.2.5. Các đại lượng đo, đặc biệt là áp lực trương nở nên dựa trên các thông số hiệu chỉnh lực các thông số nén.

- 7.2 Đá thấm – Đá phải tròn, nhẵn, độ lỗ rỗng đủ nhỏ để giảm thiểu sự xâm nhập của đất vào trong đá khi không dùng giấy thấm và giảm sự dịch chuyển không cần thiết khi đặt mẫu lên mặt đá thấm (chú thích 7). Các dịch chuyển này đặc biệt quan trọng khi nếu sự chuyển vị và độ lớn của lực tác dụng đứng có giá trị nhỏ.

- 7.2.1 Đá thấm phải phơi khô gió.

- 7.2.2 Đá thấm được lắp khít với vòng đỡ của thiết bị cố kết để tránh bị trượt ra trượt vào dưới tác dụng của áp lực thẳng đứng. Kích thước thích hợp của đá thấm được trình bày trong mục 5.3 của tiêu chuẩn D2435.

**Chú thích 7** – Kích thước lỗ rỗng thích hợp là  $10 \mu m$ , nếu không dùng giấy lọc. Không nên dùng giấy lọc trong thí nghiệm đo độ trương nở/lún của đất sét cứng và khi đo áp lực trương nở bằng phương pháp C.

- 7.3 Màng plastic, nhôm lá hoặc khăn giấy ẩm nên phủ hờ trên mặt mẫu, vòng đai và đá thấm trước nhúng vào nước nhằm giảm thiểu sự thoát hơi nước ra khỏi mẫu.

## 8 LẤY MẪU ĐẤT

- 8.1 Sự xáo trộn mẫu đất cho thí nghiệm từ các mẫu đất sẽ giảm mạnh ý nghĩa của kết quả thí nghiệm, Tiêu chuẩn D 1587 và D 3550 bao gồm các hướng dẫn phương pháp và dụng cụ lấy mẫu nhằm thu được các mẫu nguyên dạng thỏa mãn yêu cầu của thí nghiệm

- 8.2 Không nên bảo quản mẫu trong ống lấy mẫu đối với đất có tính trương nở, ngay cả khi độ giảm ứng suất là cực tiểu. Sự xâm nhập của các dung dịch gỉ, dung dịch khoan hay nước tự do vào mẫu đất có thể gây nên ảnh hưởng bất lợi đến kết quả thí nghiệm trong phòng. Nước và ô xi thoát ra từ mẫu có thể là nguyên nhân tạo thành gỉ ngay

trong thành ống mẫu và có thể làm cho mẫu dính chặt vào thành ống. Vì vậy ống lấy mẫu nên chế tạo bằng đồng thau, thép không gỉ hoặc được quét sơn chống gỉ ở bên trong để giảm mức độ ăn mòn theo quy định của tiêu chuẩn D 1587.

- 8.3 Nếu mẫu phải bảo quản trước khi thí nghiệm thì nên đẩy mẫu ra khỏi ống mẫu càng sớm càng tốt. Sau đó bịt kín mẫu để giảm thiểu độ giảm ứng suất và tránh thất thoát độ ẩm. Khi đẩy mẫu ra khỏi ống mẫu phải đẩy theo hướng đã lấy mẫu để giảm thiểu sự xáo trộn mẫu. Nếu không thể đẩy mẫu ra khỏi ống lấy mẫu ngay thì phải quản lý và chuyển về phòng thí nghiệm theo hướng dẫn của tiêu chuẩn D 4220, nhóm D.
- 8.4 Sau khi đẩy mẫu ra khỏi ống mẫu, mẫu còn dính dung dịch khoan trên bề mặt, do đó phải lau sạch các vết dính đó. Phải gọt bỏ lớp ngoài của mẫu trụ một lớp dày từ 3 – 6 mm (0.1 đến 0.3 in.) để tránh các mùn khoan hoặc dung dịch khoan thấm vào mẫu sẽ làm thay đổi khả năng trương nở, áp lực trương nở và các thông số kỹ thuật khác của đất. Đồng thời sự gọt bỏ lớp ngoài của mẫu như vậy cũng loại trừ vài yếu tố nhiễu ở lớp ngoài do ma sát của thành ống gây nên. Việc dùng xà phòng hoặc không khí khi khoan thay cho dung dịch khoan sẽ làm giảm bớt sự xâm nhập nước vào mẫu.
- 8.5 Hộp để bảo quản mẫu có thể là hộp các tông hoặc kim loại, đường kính lớn hơn 25mm (1 in.) và dài hơn 40 đến 50mm (1.5 đến 2.0 in.) so với kích thước mẫu bên trong.
- 8.6 Các mẫu bảo quản trong hộp phải được gắn kín hoàn toàn trong sáp. Để gắn kín mẫu đất, nhiệt độ của sáp phải cao hơn từ 8 đến 14°C (15 đến 25°F) so với nhiệt độ nóng chảy của nó. Nước sáp quá nóng sẽ ngấm vào các mao quản của đất, làm nứt nẻ mẫu. Để tránh hiện tượng này có thể dùng lá nhôm, vải hoặc ni lông bao bọc quanh mẫu để ngăn ngừa sáp nóng chảy chui vào mẫu. Nên đặt vào đáy của hộp chứa mẫu một lớp sáp dày khoảng 113 mm (0.5 in.), rồi để đông đặc dần. Tiếp sau đó cho mẫu vào hộp chứa đã phủ một đầu bằng sáp, đậy chặt bằng sáp phía trên, để nguội trước khi vận chuyển mẫu.

**Chú thích 8** – Sáp nên dùng để gắn bảo quản các loại đất dễ trương nở gồm hỗn hợp Parafin trộn nền tinh thể nhỏ với tỉ lệ 1:1 hoặc 100% bằng sáp ong.

- 8.7 Tiến hành thí nghiệm càng sớm càng tốt ngay sau khi nhận được mẫu. Nếu không phải bảo quản mẫu trong buồng ẩm và có thể bọc sáp và ghi nhãn trước khi bảo quản. Có thể cắt mẫu thí nghiệm bào dây cắt mẫu. Nên dùng các dụng cụ sạch và sắc để gọt mẫu cho đúng kích cỡ. Có thể đẩy một phần mẫu ra khỏi ống mẫu rồi cắt bằng một dao sắc để giảm thiểu sự xáo trộn mẫu.

## 9 CHUẨN BỊ MẪU THÍ NGHIỆM

- 9.1 Mẫu nguyên dạng hoặc mẫu chế bị trong phòng đều có thể sử dụng cho thí nghiệm này. Các mẫu chế bị phải được đầm chặt sao cho càng giống hết nhau càng tốt.

**Chú thích 9** – Phương pháp đầm chặt, như nhào trộn hoặc đầm có thể ảnh hưởng đến thuộc tính biến thiên thể tích khi chuẩn bị mẫu có độ ẩm tối ưu. Đầm các mẫu chế bị theo qui trình của tiêu chuẩn D 698 và D1557. Các đất trương nở có thể xử lý bằng cách trộn vôi và đầm mẫu theo tiêu chuẩn D 3877.

9.2 Gọt mẫu theo qui trình của tiêu chuẩn D 2435. Một vòng định hướng và một vòng mở rộng được chỉ ra trong tiêu chuẩn D 3877 vào thiết bị cố kết nhằm giúp đỡ quá trình trương nở của đất. Để thay thế, có thể sử dụng một đĩa mỏng, cứng có thể đặt vào đáy của vòng chứa mẫu trong khi đầm chặt hay gọt mẫu. Lật ngược vòng đựng mẫu lên và tháo bỏ đĩa này nhằm tạo ra một khoảng trống cho mẫu trương nở. Thao tác cẩn thận phòng tránh các nguy cơ gây xáo trộn mẫu cũng như giảm thiểu sự thay đổi độ ẩm và khối lượng thể tích trong quá trình vận chuyển và chuẩn bị mẫu. Tránh làm rung, méo hay nén mẫu.

**Chú thích 10** – Các mẫu thí nghiệm nên hụt hơn 5mm (0.2 in.) so với vòng cao 25 mm (1.0 in.).

---

## 10 HIỆU CHUẨN

10.1 Hiệu chỉnh máy nén cố kết theo tiêu chuẩn D 2435.

10.2 Đo sự nén của dụng cụ với một đĩa đồng, đồng thau hoặc thép cứng thay thế cho mẫu đất. Đĩa có thể có cùng chiều cao với mẫu và có đường kính nhỏ hơn 1 mm so với đường kính dao vòng. Đặt giấy thấm giữa đĩa kim loại và đá thấm (nếu sử dụng giấy thấm trong thí nghiệm). Để một thời gian để nước có thể thoát ra khỏi giấy thấm trong mỗi lần gia tải và giảm tải.

**Chú thích 11** – Khi sử dụng giấy thấm, việc hiệu chỉnh phải giống như độ chính xác của áp lực lúc tăng và giảm tải khi ép do việc nén giấy không đàn hàn, vì vậy việc hiệu chỉnh phải thực hiện cho từng thí nghiệm. Nếu không dùng giấy thấm thì chỉ cần hiệu chỉnh thiết bị theo chu kì.

---

## 11 ĐẶC TÍNH LIÊN QUAN CỦA ĐẤT

11.1 Xác định độ ẩm ban đầu (tự nhiên) của đất theo tiêu chuẩn D 2216. Khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô và hệ số rỗng của đất được xác định theo tiêu chuẩn D 2435. Xác định tỷ trọng của đất theo tiêu chuẩn D 854. Giới hạn chảy, giới hạn dẻo và chỉ số dẻo xác định theo tiêu chuẩn D 4318 và thành phần hạt của đất xác định theo tiêu chuẩn D 422 là cơ sở để phân loại và hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm trên các loại đất khác nhau.

---

## 12 TRÌNH TỰ

12.1 Lắp vòng chứa mẫu, giấy thấm (nếu sử dụng) và đá thấm đã để khô gió dưới giá chịu áp lực. Đặt mẫu và đá thấm bằng một tấm ni lông, một khăn ẩm hoặc một lá nhôm nhằm giảm thiểu sự thay đổi độ ẩm và thể tích do hiện tượng bay hơi. Các vật liệu này sẽ được gỡ bỏ sau khi mẫu đã được ngâm trong nước. Đặt một áp lực tức thời,  $\delta_{se}$  với áp lực ít nhất là 1 kPa (20 lbf/ft<sup>2</sup>). Trong vòng 5 phút sau khi đặt áp lực hiệu chỉnh đồng hồ đo biến dạng về "0"

12.2 Đồ thị biểu diễn kết quả của 3 phương pháp thí nghiệm khác nhau được chỉ ra trong hình 2, bao gồm các hiệu chỉnh của máy nén. Các phương pháp thí nghiệm này được thực hiện theo tiêu chuẩn D2435, ngoại trừ các điểm sau:

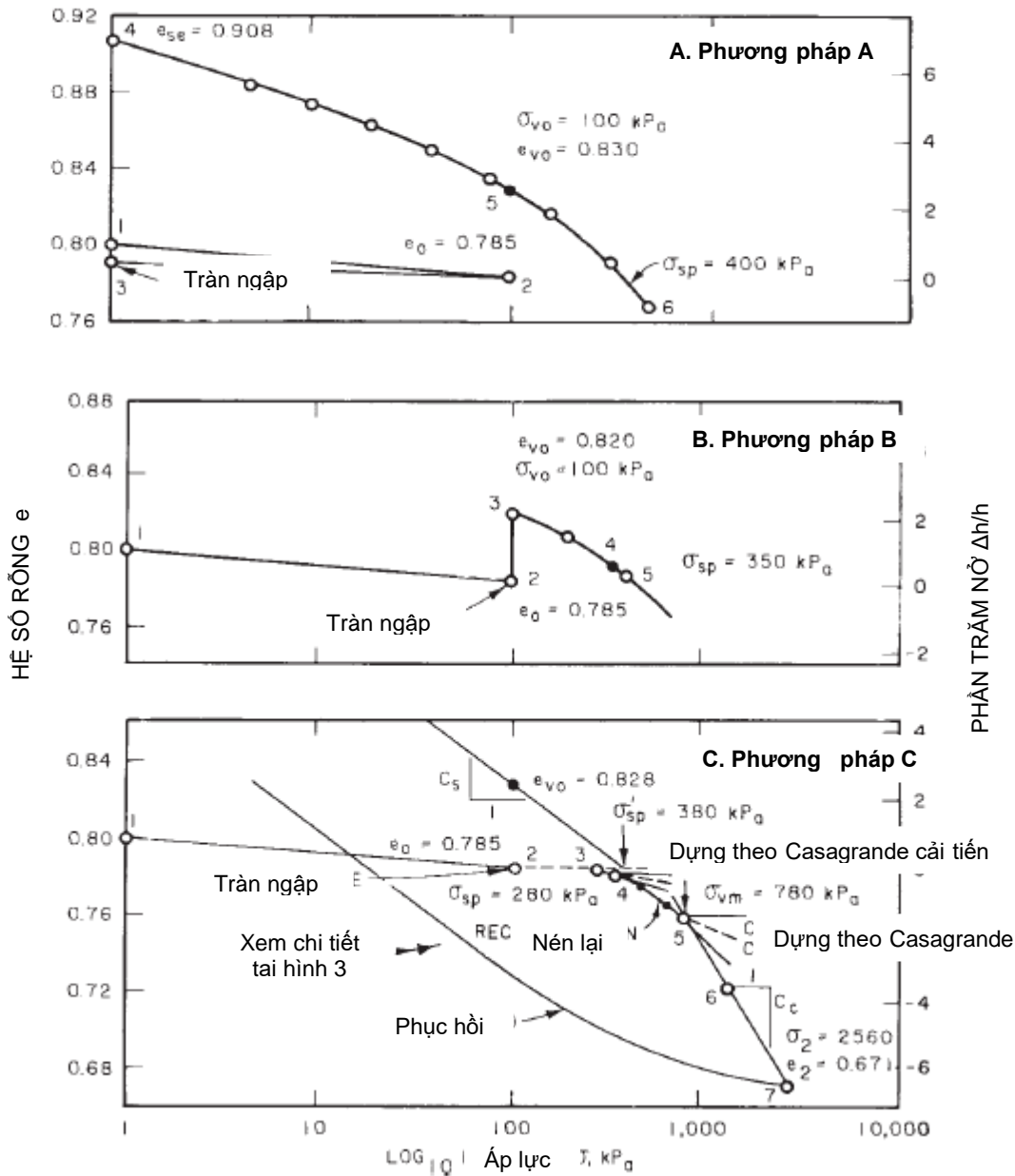
12.2.1 **Phương pháp A** – Sau biến dạng ban đầu do áp lực tĩnh gây ra, ngâm mẫu vào trong nước và đọc các số đọc biến dạng sau các khoảng thời gian khác nhau. Đọc tại các thời điểm 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 15.0 và 30.0 phút và 1, 2, 4, 8, 24, 48 và 72 giờ thông thường là thỏa mãn. Tiếp tục đọc cho đến khi quá trình trương nở sơ cấp kết thúc, xác định được bằng phương pháp được chỉ ra trong hình 1. Sau khi kết thúc trương nở, gia tải các áp lực thẳng đứng khoảng 5, 10, 20, 40, 80 ... kPa (100, 200, 400, 800, 1600... lbf/ft<sup>2</sup>), duy trì mỗi cấp áp lực cho đến khi mẫu phục hồi đạt tỷ lệ hệ số rỗng / chiều cao mẫu ban đầu. Khoảng thời gian duy trì mỗi cấp áp lực bằng khoảng thời gian mà mẫu đạt 100% cố kết sơ cấp (Xem mục 11.2 hoặc 11.6 của tiêu chuẩn D2435)

**Chú thích 12** - Một vài điểm trương nở thứ cấp sẽ được ghi lại nhằm xác định điểm kết thúc của quá trình trương nở sơ cấp trên biểu đồ.

**Chú thích 13** – Thời gian duy trì cho một cấp áp lực điển hình là 1 ngày.

**Chú thích 14** – Có thể tạo áp lực thẳng đứng để mẫu phục hồi đạt tỷ lệ hệ số nhỏ hơn tỷ lệ hệ số rỗng (điểm 6, Hình 2 (Phương pháp A)) bởi vì không xác định được cường độ chính xác của áp lực thẳng đứng để làm cho mẫu phục hồi đạt tỷ lệ hệ số rỗng. Các đơn vị áp lực được lắp đặt các máy điều chỉnh khí nén là biện pháp phù hợp cho mục đích này.

12.2.2 Phương pháp A có thể cải tiến bằng cách đặt một lực thẳng đứng ban đầu  $\delta_1$  trên mẫu tương đương với áp lực thẳng đứng trong đất tại hiện trường trong vòng 5 phút sau khi đặt tải trọng tĩnh  $\delta_{se}$  và hiệu chỉnh đồng hồ biến dạng về vị trí "O". Đọc số đọc biến dạng trong vòng 5 phút và dỡ bỏ áp lực thẳng đứng  $\delta_1$ , ngoại trừ trọng tĩnh  $\delta_{se}$ . Ghi lại biến dạng trong vòng 5 phút sau khi dỡ bỏ áp lực thẳng đứng  $\delta_1$ , ngâm ngập mẫu vào nước và tiếp tục thí nghiệm như qui trình của mục 12.3.1. Cải tiến này nhằm cung cấp hệ số hiệu chỉnh cho số đọc biến dạng tại áp lực tĩnh  $\delta_{se}$  cố gắng mô phỏng giống với hệ số rỗng của đất tại hiện trường.



Hình 2 – Đường cong hệ số rỗng – Log (áp lực)

12.2.3 **Phương pháp B** – Đặt một lực thẳng đứng vượt quá áp lực tức thời trong vòng 5 phút sau khi đặt lực tức thời. Ghi lại biến dạng trong vòng 5 phút sau khi đặt áp lực này. Mẫu được ngâm ngập nước sau khi đọc số đọc biến dạng và ghi lại các số đọc biến dạng theo thời gian tương tự như mục 12.3.1 cho đến khi quá trình trương nở sơ cấp kết thúc. Tiếp tục thí nghiệm như mục 12.3.1.

12.2.4 **Phương pháp C** – Đặt một lực thẳng đứng ban đầu  $\delta_1$  trên mẫu tương đương với áp lực thẳng đứng trong đất tại hiện trường hoặc áp lực trương nở trong vòng 5 phút sau khi đặt áp lực tức thời. Ghi lại biến dạng trong vòng 5 phút sau khi đặt áp lực này và ngay lập tức ngâm ngập mẫu vào nước. Tăng từng cấp áp lực mà để ngăn chặn được quá trình trương nở (Xem chú thích 14). Các số đọc biến dạng theo thời gian khi mẫu ngâm trong nước tại áp lực  $\delta_1$  phải giữ trong khoảng 0.005 mm (0.002 in.) và không lớn hơn 0.010 mm (0.0004 in.). Gia tải lên mẫu theo qui trình của 12.3.1, cho đến khi

mẫu không có khuynh hướng trương nở nữa (thông thường là ngấm qua đêm). Các cấp áp lực phải đủ lớn để có thể xác định được điểm cực đại của đường cong cố kết và xác định được độ dốc đường cong nén lún tức thời. Đường cong cố kết phục hồi cũng được xác định và chỉ ra trong hình 2 (phương pháp C). Thời gian phục hồi khi dỡ tải từng cấp áp lực sẽ áp dụng như mục 10.6 của tiêu chuẩn D 2435.

**Chú thích 15** - Sự sử dụng các tấm tăng tải nhỏ, như các tấm chì sẽ cung cấp một lực vừa đủ để ngăn ngừa sự trương nở của đất.

## 13 TÍNH TOÁN

- 13.1 Tính tỉ số hệ số rỗng/chiều cao ban đầu của đất, độ ẩm, khối lượng thể tích ướt, khối lượng thể tích khô, độ bão hòa theo tiêu chuẩn D2435. Hệ số rỗng hay phần trăm trương nở được tính dựa trên số đọc cuối cùng cho mỗi cấp trương nở khi tăng hoặc giảm tải. Hệ số rỗng hay phần trăm trương nở được vẽ trên đồ thị logarit của áp lực thẳng đứng, ví dụ cho 3 phương pháp như tại hình 2. Phần trăm trương nở có quan hệ với chiều cao ban đầu của mẫu,  $h_0$ , được quan sát khi tác dụng một áp lực thẳng đứng  $\delta$  (Xem 4.1.2). Đồ thị số học biểu diễn quan hệ giữa hệ số rỗng hay phần trăm trương nở với áp lực thẳng đứng cũng có ý nghĩa áp dụng trong thực tiễn.
- 13.2 Các số liệu tại các điểm từ đường cong  $e - \log_{10} \delta$  (Hình 2) có thể sử dụng để đánh giá các thông số trương nở hay lún của mẫu đất thí nghiệm.
- 13.2.1 **Phương pháp A** - Độ trương nở tự do tại áp lực tức thời với hệ số rỗng ban đầu  $e_0$ , được tính như sau (Xem hình 2 - phương pháp A):

$$\frac{\Delta h}{h_0} \times 100 = \frac{e_{se} - e_0}{1 + e_0} \times 100 = \left( \frac{\gamma_{do}}{\gamma_{dse}} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

Trong đó:

$\Delta h$  = Độ thay đổi chiều cao mẫu

$h_0$  = Chiều cao ban đầu của mẫu

$e_{se}$  = Hệ số rỗng sau khi trương nở dưới áp lực tức thời

$e_0$  = Hệ số rỗng ban đầu của mẫu

$\gamma_{do}$  = Khối lượng thể tích khô tại hệ số rỗng  $e_0$

$\gamma_{dse}$  = Khối lượng thể tích khô tại hệ số rỗng  $e_{se}$

**Chú thích 16** – Hình 2 – Phương pháp A biểu diễn độ trương nở tự do tại áp lực tức thời  $\delta_{se} = 1 \text{ kPa}$  ( $20 \text{ lbf/ft}^2$ )

$$\frac{\Delta h}{h_0} \times 100 = \frac{0.908 - 0.785}{1.000 + 0.785} \times 100 = 6.9\% \quad (2)$$

Phần trăm trương nở 6.9% có thể đọc trực tiếp từ trục bên phải của hình 2 –phương pháp A với  $e_{se} = 0.908$ , điểm 4.

13.2.2 Độ trương nở tại áp lực thẳng đứng  $\bar{\delta}$ , đến áp lực trương nở  $\bar{\delta}_{sp}$ , tương ứng với  $e_o$  hoặc một áp lực thẳng đứng ban đầu  $\bar{\delta}_{vo}$ , như sau (Xem hình 2 - Phương pháp A)

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{e - e_o}{1 + e_o} \times 100 = \left( \frac{\gamma_{do}}{\gamma_d} - 1 \right) \times 100 \quad (3)$$

Trong đó:

$e$  = Hệ số rỗng tại áp lực thẳng đứng, và

$\gamma_d$  = Khối lượng thể tích khô tại hệ số rỗng  $e$

**Chú thích 17** – Hình 2 (Phương pháp A) biểu diễn độ trương nở như sau:

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{0.830 - 0.785}{1.000 + 0.785} \times 100 = 2.5\%$$

Trong đó:

$$e = e_{vo} = 0.830$$

$$\bar{\delta} = \bar{\delta}_{vo} = 100 \text{ kPa (2000 lbf/ft}^2\text{)}$$

Áp lực trương nở,  $\bar{\delta}_{sp}$  nhận được tại 400 kPa (8350 lbf/ft<sup>2</sup>) khi  $e_o=0.785$

13.2.3 Hình 2 có thể biểu diễn mối quan hệ giữa khối lượng thể tích khô  $\gamma_d$  với lôgarit áp lực  $\bar{\delta}$  thay thế cho quan hệ giữa hệ số rỗng  $e$  và lôgarit áp lực nếu tỷ trọng đất không được xác định. Độ trương nở của bất kỳ sự thay đổi nào của khối lượng thể tích khô trong giới hạn của các kết quả thí nghiệm có thể xác định tương tự như đã mô tả trong mục 13.2.1.

13.2.4 **Phương pháp B** – Độ trương nở tại áp lực thẳng đứng  $\bar{\delta}_{vo}$ , gia tải sau áp lực tức thời (Xem 4.1.2) tương ứng với  $e_o$  được tính như sau (Xem hình 2 - phương pháp B):

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{e_{vo} - e_o}{1 + e_o} \times 100 = \left( \frac{\gamma_{dvo}}{\gamma_{dvo}} - 1 \right) \times 100 \quad (4)$$

Trong đó:

$e_{vo}$  = Hệ số rỗng sau khi ổn định trương nở tại áp lực thẳng đứng  $\bar{\delta}_{vo}$ , và

$\gamma_{dvo}$  = Khối lượng thể tích khô tại hệ số rỗng  $e_{vo}$

**Chú thích 18** – Hình 2 (phương pháp B) biểu diễn dưới dạng phần trăm trương nở, như sau:

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{0.820 - 0.785}{1.000 + 0.785} \times 100 = 2.0\%$$

Trong đó:

$$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_{vo} = 100 \text{ kPa (2000 lbf/ft}^2\text{)}$$

$$\bar{\sigma}_{sp} = \text{Áp lực trương nở} = 350 \text{ kPa (7300 lbf/ft}^2\text{)} \text{ với } e_o = 0.785.$$

Tính độ lún tương tự như trên nếu mẫu bị lún dưới áp lực tác dụng thẳng đứng trong nước dâng.

- 13.2.5 Phương pháp C – Áp lực trương nở  $\bar{\sigma}_{sp}$  (điểm 3, hình 2, phương pháp C) phải được hiệu chỉnh bằng một qui trình thích hợp. Sự xáo trộn đất hoặc quá trình hiệu chỉnh áp lực thẳng đứng có thể làm thể tích mẫu tăng lên, điều này dẫn đến áp lực trương nở lớn nhất quan sát được bị giảm đi.

**Chú thích 19** – Trình tự hiệu chỉnh thích hợp bao gồm các bước trên dựa vào áp lực tiền cố kết  $\sigma_{vm}$ . Trình tự xác định đối với đất có điểm gãy nằm bên trên “đường cong nén bản thân” khi đường cong nén lại chưa rõ ràng, như sau: (a) Chọn điểm cong nhất của đường cong (điểm 5), hình 2 (phương pháp C). (b) Từ điểm này vẽ một đường thẳng nằm ngang, song song với trục hoành, và một đường tiếp tuyến với đường cong này. Sau đó kẻ đường phân giác của hai đường này đi qua điểm cong nhất của đường cong. (c) Vẽ đường thẳng của phần đường cong nén bản thân kéo dài lên cắt đường phân giác trên tại một điểm. Hoành độ của điểm này là giá trị của áp lực tiền cố kết  $\sigma_{vm}$ , hoặc 780 kPa (hình 2, phương pháp C). Áp lực trương nở được lấy là áp lực tiền cố kết. Độ dốc của đường cong phục hồi của đất này thường nhỏ hơn nhiều so với đường cong nén.

**Chú thích 20** – Trình tự xác định có thể sử dụng đối với đất mà điểm gãy nằm trên đường cong nén lại, hình 2 (phương pháp C). Trình tự xác định như sau:

(a) Chọn điểm cong nhất của đường cong (điểm 4), hình 2 (phương pháp C)

(b) Từ điểm này vẽ một đường thẳng nằm ngang, song song với trục hoành, và một đường tiếp tuyến với đường cong này. Sau đó kẻ đường phân giác của hai đường này đi qua điểm cong nhất của đường cong,

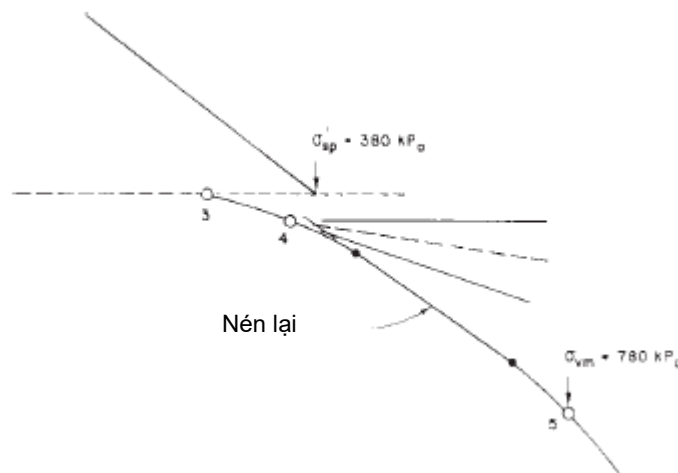
(c) Kéo dài đường nén lại cắt qua đường phân giác. Điểm cắt này được gọi là áp lực trương nở đã hiệu chỉnh,  $\sigma'_{sp}$ , giá trị này bằng 380 kPa trong ví dụ tại hình 2 (phương pháp C). Chi tiết của phương pháp xác định này được minh họa tại hình 3.  $\sigma'_{sp}$  trong trường hợp này nhỏ hơn  $\sigma_{vm}$ . Nếu đường cong nén lại khó xác định, vẽ một đường thẳng song song với đường cong phục hồi với hệ số rỗng lớn hơn  $e_o$  cắt qua đường phân giác. Sự tăng tải theo chu kỳ có thể cần thiết để xác định các đường cong nén lại.

- 13.2.6 Vẽ một đường cong thích hợp song song với đường phục hồi (hay đường nở) cho các hệ số rỗng lớn hơn  $e_o$  đi qua điểm áp lực trương nở đã hiệu chỉnh  $\bar{\sigma}'_{sp}$  tại hệ số rỗng ban đầu  $e_o$  nhận được tại điểm 3, hình 2, phương pháp C, nhận được phần trăm trương nở ứng với áp lực thẳng đứng  $\bar{\sigma}'_{sp}$  và  $e_o$  trong phạm vi biến đổi của kết quả thí nghiệm.

**Chú thích 21** - Phần trăm độ trương nở tính theo phương pháp C ứng với áp lực

$$\bar{\sigma}_{vo} = 100 \text{ kPa (2000 lbf/ft}^2\text{)} \text{ là:}$$

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{e_{vo} - e_o}{1 + e_o} \times 100 = \frac{0.828 - 0.785}{1.000 + 0.785} = 2.4\%$$



**Hình 3** – Hình học chi tiết cho Phương pháp C

13.2.7 Phần trăm độ lún (giá trị âm của độ trương nở) có thể đánh giá từ hệ số rỗng  $e_2$  vượt quá áp lực trương nở đã hiệu chỉnh như sau:

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{e_2 - e_o}{1 + e_o} \times 100 \quad (5)$$

**Chú thích 22** – Hình 2 (Phương pháp C), biểu diễn độ lún như sau:

$$\frac{\Delta h}{h_o} \times 100 = \frac{0.671 - 0.785}{1.000 + 0.785} \times 100 = -6.4\%$$

Trong đó:

$$e_2 = 0.671, \text{ và}$$

$$\delta_2 = 2560 \text{ kPa (53 000 lbf/ft}^2\text{)}$$

## 14 BÁO CÁO: SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM / BẢNG BIỂU

- 14.1 Phương pháp luận sử dụng để chỉ rõ các bảng biểu được đưa ra dưới đây, được hiệu chỉnh trong 1.4.
- 14.2 Báo cáo cần các thông tin chính sau:
- 14.2.1 Các thông tin theo yêu cầu của tiêu chuẩn D 2435.
- 14.2.2 Các điểm lệch hướng so với qui trình, bao gồm sự thay đổi của các áp lực nén.
- 14.2.3 Độ trương nở hay độ lún dưới tác dụng của áp lực thẳng đứng và áp lực trương nở  $\delta_{sp}$ , hoặc áp lực trương nở đã hiệu chỉnh  $\delta'_{sp}$ . Hệ số nén,  $C_c$  và hệ số trương nở  $C_s$

phải được ghi vào báo cáo nếu chúng được đánh giá. Các điểm lệch hướng so với qui trình tính toán các thông số và qui trình hiệu chỉnh đã sử dụng để xác định phần trăm trương nở hoặc độ lún và áp lực trương nở  $\sigma_{sp}$ , phải được ghi vào trong báo cáo.

14.2.4 Loại nước sử dụng để ngâm mẫu.

## 15 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ SAI SỐ

15.1 Độ chính xác – Các số liệu về độ chính xác của phương pháp thí nghiệm này đang được đánh giá. Hơn nữa, tiểu ban D18.05 đang tìm kiếm các số liệu tin cậy từ những người sử dụng phương pháp thí nghiệm này.

15.2 Độ lệch – Không có một giá trị tham khảo nào được thông qua cho thí nghiệm này, do đó không xác định được độ lệch của phương pháp.

## 16 CÁC TỪ KHÓA

16.1 Đất giãn nở, độ trương nở, thí nghiệm trong phòng, độ lún, áp lực trương nở, hệ số trương nở.

## TÓM TẮT CÁC THAY ĐỔI

Theo Ban D18, một vài đoạn của tiêu chuẩn có những thay đổi so với lần xuất bản cuối cùng (D4546-96) :

- (1) Đoạn mới 1.5 và 1.5.1. được thêm vào nêu địa chỉ mục ý nghĩa. Các đoạn khác được đánh số lại.
- (2) Thuật ngữ “sự thấm hút bề mặt” được thay thế bằng “ độ hút nước” trong mục 3.2.1, 3.2.4, và 3.2.5.
- (3) Tiêu chuẩn thực hành D 6026 được thêm vào trong phần các tài liệu tham khảo.
- (4) Tiêu chuẩn D 2216 được thêm vào mục 11.1.
- (5) Phần 14 được sắp xếp lại và các mục nhỏ được đánh số lại.

*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](mailto:service@astm.org) (e-mail); hoặc qua website của ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)).*