

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 8722:2012

ĐẤT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG LÚN ƯỚT CỦA ĐẤT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

*Soil for hydraulic engineering construction - Laboratory test method for determination of collapsed compression characteristics of soil*

### Lời nói đầu

TCVN 8722:2012 được chuyển đổi từ Tiêu chuẩn 14 TCN 138:2005 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 8722:2012 do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

**ĐẤT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG LÚN ƯỚT CỦA ĐẤT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM**

***Soil for hydraulic engineering construction - Laboratory test method for determination of collapsed compression characteristics of soil***

### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định các đặc trưng lún ướt của đất trong phòng thí nghiệm, dùng cho xây dựng công trình thủy lợi, áp dụng cho đất hạt mịn (đất sét và đất bụi) và đất cát pha sét hoặc bụi, không chứa sạn sỏi, có kết cấu nguyên trạng, hoặc bị phá hoại nhưng sau đó đã được đầm chặt với độ chặt và độ ẩm yêu cầu.

### 2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này

TCVN 8217:2009, *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phân loại.*

TCVN 8732:2012, *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Thuật ngữ và định nghĩa.*

TCVN 2683:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp lấy, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu.*

TCVN 4196:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 4202:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 4200:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm.*

### 3. Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và đơn vị đo

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và đơn vị đo nêu trong TCVN 8217:2009, TCVN 8732:2012 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1. Lún ướt (collapsed compression)

Là hiện tượng lún đặc biệt, được hiểu là sự lún thêm đáng kể của đất xảy ra rất mau lẹ, khi đất bị làm ướt (bão hòa nước) dưới tải trọng giữ nguyên; vì vậy, còn được gọi là "lún sập".

#### 3.2. Hệ số lún ướt tương đối của đất (coefficient of relative collapsed compression of soil)

Tỉ số giữa lượng lún do lún ướt của mẫu đất thí nghiệm dưới tải trọng nén nào đó và chiều cao ban đầu của mẫu đất, ký hiệu là  $a_m$ , biểu thị bằng số thập phân và lấy chính xác đến 0,001. Với đất có trị số  $a_m \geq 0,01$  dưới tải trọng nào đó, thì được coi là đất có tính lún ướt dưới tải trọng đó.

#### **4. Quy định chung**

**4.1.** Mẫu đất lấy về dùng cho thí nghiệm này phải đảm bảo đại biểu cho đất được nghiên cứu và yêu cầu chất lượng theo như quy định trong TCVN 2683:2012. Mẫu thí nghiệm được lấy ra từ mẫu đất nguyên trạng, hoặc từ mẫu đất không nguyên trạng (kết cấu bị phá hoại) nhưng sau đó đã được đầm chặt đồng đều và đạt khối lượng thể tích đơn vị đất khô và độ ẩm theo yêu cầu.

**4.2.** Nước dùng cho thí nghiệm phải là nước sạch đã khử khoáng, hoặc nước máy.

**4.3.** Có hai phương pháp xác định đặc trưng lún ướt của đất; phương pháp thí nghiệm một đường cong nén và phương pháp thí nghiệm hai đường cong nén; áp dụng phương pháp nào là tùy theo yêu cầu cụ thể.

**4.4.** Việc thí nghiệm phải đảm bảo được áp dụng và tiến hành theo quy định của tiêu chuẩn này. Toàn bộ số liệu và kết quả thí nghiệm phải được ghi chép đầy đủ vào bảng và sổ ghi chép thí nghiệm (xem bảng A.1 Phụ lục A).

#### **CHÚ THÍCH:**

Đối với đất có trạng thái từ dẻo mềm trở lên (độ sệt  $I_L > 0.5$ ) hoặc có độ bão hòa nước  $S_t \geq 0.85$ , thì không cần yêu cầu xác định đặc trưng lún ướt.

#### **5. Các phương pháp thí nghiệm**

##### **5.1. Phương pháp thí nghiệm một đường cong nén (quy định)**

###### **5.1.1. Nguyên tắc**

Phương pháp này được áp dụng khi có yêu cầu xác định hệ số lún ướt tương đối của đất dưới một trị số áp lực nén (cấp áp lực nén) cụ thể:

- Mỗi mẫu đất, được tiến hành thí nghiệm nén lún một mẫu, dưới 4 cấp đến 5 cấp áp lực nén, trong đó có 1 cấp đến 2 cấp áp lực, có trị số lớn hơn trị số áp lực nén yêu cầu xác định hệ số lún ướt (thông thường được áp dụng các cấp áp lực nén lần lượt bằng 50; 100; 200; 300 và 400 KPa.

- Tiến hành thí nghiệm nén lún mẫu đất trong điều kiện không nở hông, theo phương pháp nén lún ổn định, bắt đầu từ cấp áp lực nén nhỏ nhất đến cấp áp lực nén yêu cầu xác định hệ số lún ướt tương đối; tại cấp áp lực này, sau khi lún ổn định và đã ghi lại lượng lún của đất trên đồng hồ đo lún, vẫn giữ nguyên áp lực nén, dùng nước máy hoặc nước sạch đã khử khoáng chế vào hộp chứa mẫu đất thí nghiệm cho đến khi mặt nước gần ngang với bề mặt mẫu đất để làm cho đất ướt nước hoàn toàn, rồi tiếp tục quan trắc lún theo định kỳ cho đến khi độ lún đạt đến ổn định, ghi lại lượng lún của đất trên đồng hồ đo lún, rồi mới tiếp tục nén mẫu dưới các cấp áp lực còn lại.

- Tính toán kết quả và biểu diễn quan hệ giữa hệ số rỗng của đất và áp lực nén tương ứng (đường quan hệ  $e - P$ ) trên một đường cong nén (xem hình a Hình B.1 Phụ lục B)

###### **5.1.2. Thiết bị, dụng cụ**

**5.1.2.1.** Thiết bị thí nghiệm nén lún một chiều (xem hình A.1 Phụ lục A) và các thiết bị, dụng cụ thí nghiệm độ ẩm và khối lượng thể tích của đất được nêu trong các tiêu chuẩn viện dẫn nêu trong điều 2.

**5.1.2.2.** Cối chế bị mẫu thí nghiệm từ đất bị phá hoại kết cấu (xem Hình A.2 Phụ lục A) và nước máy hoặc nước sạch đã khử khoáng.

###### **5.1.3. Các bước tiến hành**

###### **5.1.3.1 Hiệu chuẩn thiết bị, dụng cụ thí nghiệm**

**5.1.3.1.1.** Máy nén và các dụng cụ thí nghiệm phải được hiệu chỉnh định kỳ theo quy định của phòng thí nghiệm (6 tháng hoặc một năm/một lần). Trước khi sử dụng phải kiểm tra, hiệu chuẩn máy nén: đảm bảo bàn máy nằm ngang, hệ thống đòn bẩy gia tải ở trạng thái thăng bằng, các chi tiết của hộp nén sạch sẽ và có thể lắp ráp chúng dễ dàng, dao vòng chứa mẫu đất thí nghiệm đảm bảo tròn trĩnh và không bị xước, các viên đá xốp thấm nước tốt, đồng hồ đo biến dạng lún nhạy cảm và có độ chính xác đến 0,01 mm, có bảng hiệu chỉnh biến dạng của máy dưới các cấp áp lực nén sử dụng.

**5.1.3.1.2.** Lau sạch dao vòng lấy mẫu, đo đường kính trong và chiều cao của dao vòng chính xác đến 0,1 mm, cân khối lượng của dao vòng ( $m_o$ ) chính xác đến 0,1 g, tính dung tích dao vòng chính xác đến 0,1 cm<sup>3</sup>. Lau sạch khuôn chế bị mẫu thí nghiệm, đo đường kính trong và chiều cao của khuôn chính xác đến 0,1 mm; phải đảm bảo kích thước của khuôn bằng kích thước của dao vòng lấy mẫu.

### **5.1.3.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm**

**5.1.3.2.1.** Chuẩn bị mẫu thí nghiệm từ mẫu đất có kết cấu nguyên trạng, tiến hành theo trình tự:

- Cẩn thận bóc bỏ lớp bọc mẫu, lấy ra mẫu đất và đặt thẳng đứng cho đầu trên lên trên;
- Ghi số hiệu mẫu đất và mô tả đất tóm tắt vào sổ thí nghiệm;
- Ghi số hiệu mẫu thí nghiệm, số dao vòng và số hiệu máy nén vào sổ thí nghiệm;
- Cắt bỏ từ 5 đến 7 mm đất đầu mẫu, gạt bằng bề mặt; dùng mỡ hoặc dầu để bôi trơn mặt trong dao vòng, rồi đặt dao vòng có đầu vát sắc mép lên trên trung tâm mặt mẫu. Sau đó, gạt dần đất thừa xung quanh dao vòng, rồi ấn dao vòng cho ngập đều vào đất khoảng 4 mm đến 5 mm; cứ tiếp tục như vậy cho đến khi được trụ đất nhô cao hơn dao vòng 3 mm đến 4 mm, đảm bảo đầy đặn;
- Gọt và gạt bằng bề mặt hai đầu mẫu đất trong dao vòng cho sát ngang với bề mặt dao vòng;
- Lau sạch mặt ngoài dao vòng, rồi cân khối lượng của dao vòng và mẫu đất chính xác đến 0,1 g; đồng thời lấy mẫu đại biểu để xác định độ ẩm của đất, theo như quy định trong 14 TCN 125 - 2002.

**5.1.3.2.2.** Chuẩn bị mẫu thí nghiệm từ mẫu đất bị phá hủy kết cấu, tiến hành theo trình tự sau:

- Đem phơi khô gió đất ở trong phòng, rồi dùng chày gỗ và các dụng cụ thích hợp để nghiền rời, làm phân tán đất;
- Sàng đất qua sàng lỗ 2 mm, đảm bảo sau khi sàng, các hạt trên sàng còn lại (nếu có) đều sạch hết các hạt bụi bám dính;
- Đựng đất lọt sàng vào khay để sử dụng thí nghiệm. Trộn đất thật đều rồi lấy mẫu xác định độ ẩm khô gió của đất, theo như quy định trong 14 TCN 125 - 2002 đây nắp khay đựng đất trong khi chờ đợi kết quả xác định độ ẩm khô gió;
- Cân lấy một lượng  $m_d$  (g) đất khô gió đã được chuẩn bị, cho vào hộp đựng thích hợp có nắp đậy, dùng để chế tạo mẫu có khối lượng thể tích khô theo yêu cầu; lượng đất  $m_d$  (g), tính theo công thức 1:

$$m_d = \gamma_{c,yc} \times V (1 + 0,01W_{kg}) \quad (1)$$

trong đó:

$\gamma_{c,yc}$  là khối lượng thể tích đơn vị đất khô yêu cầu chế tạo của mẫu thí nghiệm, g/cm<sup>3</sup>;

V là dung tích khuôn chế bị mẫu, bằng thể tích dao vòng chứa mẫu thí nghiệm, cm<sup>3</sup>;

$W_{kg}$  là độ ẩm khô gió của đất, % khối lượng.

- Lấy một lượng  $m_n$  (cm<sup>3</sup>) nước máy hoặc nước sạch đã khử khoáng chế vào mẫu đất làm cho đất có độ ẩm yêu cầu; lượng nước  $m_n$  được tính theo công thức 2:

$$m_n = \gamma_{c,yc} \times V \times \frac{W_{yc} - W_{kg}}{100} \quad (2)$$

trong đó:

$W_{yc}$  là độ ẩm yêu cầu chế bị của mẫu thí nghiệm, % khối lượng;

$W_{kg}$  là độ ẩm khô gió của đất, % khối lượng;

Các kí hiệu khác: như trên.

- Trộn đều mẫu đất với nước trong hộp đựng, rồi đặt nó vào bình giữ ẩm để ủ ẩm cho đất qua đêm hoặc sau 8 h đến 10 h mới đem ra chế tạo mẫu;

- Dùng mỡ hoặc dầu luyn bôi trơn mặt trong của khuôn mẫu, rồi lắp ráp cối chế bị mẫu (xem hình A.2 Phụ lục A);

- Lấy ra mẫu đất đã được ủ ẩm, trộn lại cho đều, rồi cho đất vào khuôn và đầm chặt tạo mẫu trong khuôn, cần đảm bảo mẫu đất được đầm chặt đồng đều;

- Dùng pit tông đẩy mẫu ra khỏi khuôn, rồi lắp mẫu đất vào dao vòng thí nghiệm nén.

### 5.1.3.3. Tiến hành nén mẫu thí nghiệm, theo dõi và ghi chép số liệu.

**5.1.3.3.1.** Lắp dao vòng chứa mẫu vào hộp nén: lắp vòng bảo vệ (2) vào hộp ngoài (1); đặt một tấm đá xốp thấm nước vào trong cho sát với đáy của hộp ngoài; đặt lên bề mặt mỗi đầu của mẫu đất một tờ giấy thấm nước đã được tẩm ướt, rồi lắp dao vòng chứa mẫu vào vòng bảo vệ (2); lắp vòng chụp định hướng (4) lên vòng bảo vệ (2); đặt một tấm đá xốp thấm nước lên bề mặt mẫu đất, rồi đặt tấm nén (6) lên trên tấm nén này (xem Hình A.1 Phụ lục A). Sau đó, đặt hộp nén vào vị trí làm việc sao cho đỉnh đầu bi của tấm nén tiếp xúc chính tâm với dầm trên của khung truyền tải.

#### CHÚ THÍCH:

Việc lắp mẫu và các chi tiết của hộp nén phải đảm bảo bề mặt của chúng tiếp xúc với nhau hoàn toàn, viên đá thấm bên trên cùng với tờ giấy thấm và tấm nén nằm lọt đều trên bề mặt mẫu đất.

**5.1.3.3.2.** Lắp đặt bộ phận gây áp lực nén thẳng đứng theo trình tự; đặt khung truyền tải lên đỉnh đầu bi của tấm nén, rồi điều chỉnh cho đòn bẩy nằm ngang bằng cách dịch chuyển quả đổi trọng đến vị trí thích hợp. Sau đó, đặt một quả cân khoảng 100g lên đầu mút đòn bẩy để làm cho mẫu đất, các tấm đá thấm, tấm nén và các chi tiết của bộ phận gia tải đảm bảo tiếp xúc hoàn toàn với nhau; cắm cọc dẫn đo lún (7) lên đầu bi của tấm nén.

**5.1.3.3.3.** Lắp thẳng đứng đồng hồ đo lún vào giá đỡ, rồi điều chỉnh sao cho đuôi đồng hồ đặt lên đúng tâm bề mặt cọc dẫn (7) và có thể dịch chuyển cùng với cọc dẫn một khoảng từ 5 mm đến 6 mm khi đất bị lún. Sau đó, chỉnh cho kim đồng hồ chỉ vào số không (0).

**5.1.3.3.4.** Nhẹ nhàng đặt tải trọng của cấp áp lực nén thứ nhất vào quang chất tải, lấy ra quả cân 100 g đã dùng cân chỉnh máy trước đó, đồng thời bấm đồng hồ giây và theo dõi, ghi lại lượng lún của mẫu đất theo thời gian sau: 10; 20; 30; 40; 50 s (giây); 1; 2; 4; 8; 15; 30 min (phút); 1; 2; 3; 4; 8; 12 và 24 h (giờ) kể từ khi chất tải, rồi kết thúc thí nghiệm cấp áp lực này. Sau đó, nén mẫu ở các cấp áp lực tiếp theo, theo 5.1.3.3.5.

#### CHÚ THÍCH:

Trong thời gian nén mẫu, tuyệt đối không được đụng chạm vào các bộ phận hộp mẫu, đồng hồ đo lún và bộ phận gia tải; cũng không được có chấn động, dù là nhẹ, có ảnh hưởng đến thí nghiệm mẫu.

**5.1.3.3.5.** Thí nghiệm nén mẫu ở cấp áp lực thứ hai, rồi từng cấp áp lực tiếp theo và cấp áp lực cần phải xác định hệ số lún ướt tương đối của đất. Thời gian thí nghiệm từng cấp là 24 h và quan trắc định kỳ như nêu tại 5.1.3.3.4;

**5.1.3.3.6.** Sau khi quan trắc được độ lún ổn định của mẫu dưới cấp áp lực cần xác định hệ số lún ướt tương đối, giữ nguyên tải trọng nén, dùng nước máy hoặc nước sạch đã khử khoáng chế vào hộp chứa mẫu cho đến gần ngang bề mặt mẫu đất, rồi theo dõi và ghi chép lượng lún của mẫu đất theo thời gian như trên, cho đến sau 24 h, kể từ khi đất bị làm ướt nước (tương tự như quan trắc lún của mẫu đất dưới một cấp áp lực nén tác dụng);

**5.1.3.3.7.** Tăng tải trọng của cấp áp lực nén tiếp theo và quan trắc lún của mẫu đất như nêu trong 5.1.3.3.4. Tiếp tục như vậy đối với các cấp áp lực còn lại.

**CHÚ THÍCH:**

Toàn bộ các số liệu thu được của các bước nêu từ 5.1.3.3.4 đến 5.1.3.3.7 cần được điền đầy đủ vào sổ ghi chép thí nghiệm (xem Bảng A.1 Phụ lục B).

**5.1.3.3.8.** Kết thúc thí nghiệm: hút ra hết nước trong hộp chứa mẫu, rồi dỡ tải trọng, tháo dỡ đồng hồ đo lún, dỡ khung chất tải ra khỏi hộp nén, tháo ra mẫu đất ở trong dao vòng và lấy mẫu đại biểu để xác định độ ẩm của đất, làm vệ sinh thiết bị.

#### **5.1.3.4. Chỉnh lý số liệu và tính toán kết quả**

**5.1.3.4.1.** Tính toán hiệu chỉnh lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất thí nghiệm ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó và dưới cấp áp lực được xác định hệ số lún ướt nhưng chưa làm cho đất ướt nước,  $\Delta h_i$  (mm), theo công thức 3:

$$\Delta h_i = \Sigma \Delta H_i - Y_i \quad (3)$$

trong đó:

$\Delta h_i$  là lượng lún ổn định tích lũy đã được hiệu chỉnh của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó, mm;

$\Sigma \Delta H_i$  là tổng lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, dưới cấp áp lực nén

$P_i$  đang xét, đọc được trên đồng hồ đo lún, mm;

$Y_i$  là lượng biến dạng của máy dưới cấp áp lực nén  $P_i$  đang xét, mm;

Và cũng bằng cách như trên, tính toán hiệu chỉnh lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất sau khi bị làm ướt nước dưới cấp áp lực nén được xác định hệ số lún ướt và dưới các cấp áp lực nén tiếp tục sau đó, theo công thức 3', nghĩa là:

$$\Delta h_i' = \Sigma \Delta H_i' - Y_i \quad (3')$$

trong đó:

$\Delta h_i'$  là lượng lún ổn định tích lũy (đã được hiệu chỉnh) của mẫu đất dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó, sau khi đất bị làm ướt nước, mm;

$\Sigma \Delta H_i'$  là tổng lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó, sau khi đất bị làm ướt nước, đọc được trên đồng hồ đo lún, mm;

$Y_i$  là lượng biến dạng của máy dưới cấp áp lực nén  $P_i$  đang xét, mm.

**5.1.3.4.2.** Tính độ ẩm tự nhiên,  $W_0$  (% khối lượng) của mẫu đất thí nghiệm được chuẩn bị từ mẫu nguyên trạng, theo công thức 4:

$$W_0 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100 \quad (4)$$

trong đó:

$m_1$  khối lượng hộp và đất ẩm, g;

$m_2$  khối lượng hộp và đất ẩm sau khi sấy khô, g;

$m_3$  khối lượng hộp, g.

CHÚ THÍCH:

Độ ẩm của mẫu đất, sau khi kết thúc thí nghiệm nén, cũng sử dụng công thức 4 để tính.

**5.1.3.4.3.** Tính khối lượng thể tích đơn vị đất tự nhiên,  $\gamma_w$  (g/cm<sup>3</sup>) và khối lượng thể tích đơn vị đất khô,  $\gamma_c$  (g/cm<sup>3</sup>) của mẫu thí nghiệm được chuẩn bị từ mẫu nguyên trạng, theo các công thức 5 và 6:

$$\gamma_w = \frac{m_1 - m_2}{V} \quad (5)$$

$$\text{và } \gamma_c = \frac{\gamma_w}{1 + (0,01 \times W_0)} \quad (6)$$

trong đó:

$m_1$  là khối lượng dao vòng và đất ẩm, g;

$m_2$  là khối lượng dao vòng, g;

$V$  là dung tích dao vòng (chính là thể tích của mẫu thí nghiệm), cm<sup>3</sup>;

$W_0$  là độ ẩm của đất, xác định được ở 5.1.3.2.1.

CHÚ THÍCH:

Đối với mẫu đất chế bị, trị số độ ẩm và khối lượng thể tích khô đã được ấn định khi chuẩn bị mẫu, theo như yêu cầu.

**5.1.3.4.4.** Tính hệ số rỗng ban đầu,  $e_0$ , của mẫu đất thí nghiệm, theo công thức 7:

$$e_0 = \frac{\rho_s - \gamma_c}{\gamma_c} \quad (7)$$

trong đó:

$\rho_s$  là khối lượng riêng của đất, g/cm<sup>3</sup>;

$\gamma_c$  là khối lượng thể tích đơn vị đất khô, xác định được tại 5.1.3.4.3, g/cm<sup>3</sup>.

**5.1.3.4.5.** Tính độ bão hòa nước ban đầu,  $S_r$ , của mẫu đất thí nghiệm, theo công thức 8:

$$S_r = \frac{\rho_s \times W_0}{e_0} \quad (8)$$

trong đó: các kí hiệu như trên.

**5.1.3.4.6.** Tính hệ số rỗng  $e_i$  của mẫu đất sau khi lún ổn định dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó khi đất chưa bị làm ướt nước, theo công thức 9:

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \times \frac{\Delta h_i}{h_0} \quad (9)$$

trong đó:

$e_0$  là hệ số rỗng ban đầu của mẫu đất thí nghiệm;

$h_0$  là chiều cao ban đầu của mẫu đất thí nghiệm, mm;

$\Delta h_i$  là lượng lún ổn định tích lũy đã được hiệu chỉnh của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, sau khi lún ổn định dưới cấp áp lực nén  $P_i$  đang xét, mm;

**5.1.3.4.7.** Tính hệ số rỗng  $e_i$  của mẫu đất sau khi lún ổn định, đối với đất bị làm ướt nước dưới cấp áp lực được xác định hệ số lún ướt và dưới các cấp áp lực nén tiếp tục sau đó, theo công thức 9':

$$e_i' = e_0 - (1 + e_0) \times \frac{\Delta h_i'}{h_0} \quad (9')$$

trong đó:

$\Delta h_i'$  là lượng lún ổn định tích lũy đã được hiệu chỉnh của mẫu đất sau khi bị làm ướt nước dưới cấp áp lực được xác định hệ số lún ướt và dưới các cấp áp lực tiếp tục sau đó, mm;

Các kí hiệu khác: như trước.

**CHÚ THÍCH:**

Như vậy, dưới cấp áp lực được xác định hệ số lún ướt, mẫu đất thí nghiệm có hai trị số hệ số rỗng: một trị số hệ số rỗng  $e_i$ , ứng với lượng lún ổn định của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị và một trị số rỗng  $e_i'$ , ứng với lượng lún ổn định của mẫu đất bị làm ướt nước cũng dưới áp lực nén đó được giữ nguyên.

**5.1.3.4.8.** Tính hệ số lún ướt tương đối  $a_m$  của đất, dưới cấp áp lực nén được xét, theo công thức 10:

$$a_m = \frac{\Delta h_i' - \Delta h_i}{h_0} \quad (10)$$

trong đó:

$\Delta h_i$  là lượng lún ổn định tích lũy đã hiệu chỉnh của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, dưới cấp áp lực nén xác định hệ số lún ướt, mm;

$\Delta h_i'$  là lượng lún ổn định tích lũy đã được hiệu chỉnh của mẫu đất thí nghiệm, sau khi đất bị làm ướt nước nhân tạo dưới áp lực nén đó được giữ nguyên, mm;

Biểu thị trị số của hệ số lún ướt tương đối  $a_m$  chính xác đến 0,001. Nếu đất có hệ số lún ướt  $a_m \geq 0,01$ , thì đất đó được coi là có tính lún ướt dưới tải trọng đang xét;

**5.1.3.4.9.** Vẽ biểu đồ nén lún ướt của đất, trục tung biểu thị hệ số rỗng  $e$ , trục hoành biểu thị áp lực nén  $P$  (xem hình a Hình B.1 phụ lục B).

#### **5.1.4. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Báo cáo kết quả thí nghiệm gồm các thông tin sau:

- Tên công trình: hạng mục công trình;
- Số hiệu hố thăm dò (hố khoan, hố đào);
- Số hiệu mẫu đất và vị trí lấy mẫu. Ngày, tháng, năm lấy mẫu;
- Đặc điểm của đất (mô tả tóm tắt về nguồn gốc, loại đất, màu sắc, kết cấu, thành phần, chất lẫn...);
- Phương pháp thí nghiệm áp dụng;
- Mẫu đất thí nghiệm số:.....kích thước....., kết cấu (nguyên trạng hoặc chế bị);
- Hệ số lún ướt tương đối  $a_m$  của đất dưới cấp áp lực nén được xét,  $a_m = \dots\dots\dots$
- Các bảng, biểu ghi chép thí nghiệm, kèm theo biểu đồ biểu diễn đường cong nén lún;
- Các thông tin khác có liên quan (thành phần hạt, độ ẩm và khối lượng thể tích ban đầu, khối lượng riêng, độ bão hòa, chỉ số dẻo).

#### **5.2. Phương pháp thí nghiệm hai đường cong nén**

### **5.2.1. Nguyên tắc**

Đối với mỗi mẫu đất nguyên trạng hoặc chế bị, phải chuẩn bị đồng thời hai mẫu thí nghiệm đảm bảo có thành phần, kết cấu và độ ẩm như nhau. Áp dụng phương pháp nén lún ổn định, theo như quy định trong TCVN 4200:2012, để thí nghiệm mẫu; trong đó, một mẫu được thí nghiệm với đất ở độ ẩm ban đầu (tự nhiên hoặc chế bị), còn mẫu thứ hai thì thí nghiệm với đất đã được làm bão hòa nước hoàn toàn. Cả hai mẫu thí nghiệm đều được nén lún với cùng các cấp áp lực thẳng đứng có trị số lần lượt thường là 50; 100; 200; 300 và 400 KPa. Biểu diễn hai đường cong nén lún của đất (đường cong nén lún của đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị và đường cong nén lún của đất đã bão hòa nước) trên cùng một biểu đồ (xem hình b Hình B.1 Phụ lục B).

### **5.2.2. Thiết bị, dụng cụ**

Như đã được quy định trong 5.1.2.

### **5.2.3. Các bước tiến hành**

#### **5.2.3.1. Hiệu chuẩn thiết bị, dụng cụ thí nghiệm**

Như đã nêu trong 5.1.3.1.

#### **5.2.3.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm**

**5.2.3.2.1.** Chuẩn bị mẫu thí nghiệm từ mẫu đất có kết cấu nguyên trạng: theo như 5.1.3.2.1 để chuẩn bị đồng thời hai mẫu thí nghiệm. Sau đó, làm bão hòa nước cho một mẫu, đảm bảo kim hãm hoàn toàn sự trương nở của đất; còn một mẫu thì được giữ nguyên độ ẩm ban đầu

**5.2.3.2.2.** Chuẩn bị mẫu thí nghiệm từ mẫu đất bị phá hủy kết cấu: theo như 5.1.3.2.2 để chuẩn bị đồng thời hai mẫu thí nghiệm. Sau đó, làm bão hòa nước cho một mẫu, đảm bảo kim hãm hoàn toàn sự trương nở của đất; còn một mẫu thì được giữ nguyên độ ẩm ban đầu.

#### **5.2.3.3. Tiến hành thí nghiệm**

**5.2.3.3.1.** Đối với mẫu đất được chuẩn bị có độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị theo yêu cầu, trình tự các bước thí nghiệm như sau:

**5.2.3.3.1.1.** Lắp ráp mẫu đất thí nghiệm vào thiết bị thí nghiệm nén lún, theo như đã nêu từ 5.1.3.3.1 đến 5.1.3.3.3;

**5.2.3.3.1.2.** Tiến hành thí nghiệm nén mẫu và quan trắc lún, từ cấp áp lực đầu tiên cho đến cấp áp lực cuối cùng, theo như nêu trong 5.1.3.3.4.

CHÚ THÍCH:

Cần dùng khăn ẩm phủ xung quanh mặt trên của hộp chứa mẫu để tránh cho mẫu đất không bị bốc hơi mất nước trong quá trình thí nghiệm.

**5.2.3.3.2.** Đối với mẫu đất được chuẩn bị có độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị theo yêu cầu, nhưng sau đó đã được làm bão hòa nước hoàn toàn trước khi thí nghiệm, trình tự các bước thí nghiệm theo như nêu trong 5.2.3.3.1.1 và 5.2.3.3.1.2.

CHÚ THÍCH:

Sau khi chất tải cấp áp lực thứ nhất, thì chế nước vào hộp chứa mẫu cho đến gần ngang với bề mặt mẫu đất.

#### **5.2.3.4. Chinh lý số liệu và tính toán kết quả**

##### **5.2.3.4.1. Chinh lý số liệu và tính toán kết quả thí nghiệm mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị**

**5.2.3.4.1.1.** Tính toán hiệu chỉnh lượng lún ổn định tích lũy  $\Delta h_i$  (mm) của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, dưới cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó, theo như công thức 3 nêu trong 5.1.3.4.1;

**5.2.3.4.1.2.** Tính độ ẩm tự nhiên  $W_0$  (% khối lượng) của mẫu đất thí nghiệm được chuẩn bị từ mẫu nguyên trạng, theo công thức 4 nêu trong 5.1.3.4.2;



**5.2.3.4.1.3.** Tính khối lượng thể tích đơn vị của đất tự nhiên  $\gamma_w$  (g/cm<sup>3</sup>) và khối lượng thể tích đơn vị đất khô  $\gamma_c$  (g/cm<sup>3</sup>) của mẫu đất thí nghiệm được chuẩn bị từ mẫu đất nguyên trạng, theo công thức 5 và 6 nêu trong 5.1.3.4.3;

**CHÚ THÍCH:**

Đối với mẫu đất chế bị, độ ẩm và khối lượng thể tích đối với đất khô lấy theo như yêu cầu.

**5.2.3.4.1.4.** Tính hệ số rỗng ban đầu  $e_0$ , của mẫu đất thí nghiệm, theo công thức 7 nêu trong 5.1.3.4.4;

**5.2.3.4.1.5.** Tính độ bão hòa nước ban đầu của mẫu thí nghiệm,  $S_r$ , theo công thức 8 nêu trong 5.1.3.4.5;

**5.2.3.4.1.6.** Tính hệ số rỗng  $e_i$  của mẫu đất thí nghiệm, sau khi nén lún ổn định dưới từng cấp áp lực  $P_i$  nào đó, theo công thức 9 nêu trong 5.1.3.4.6;

**5.2.3.4.1.7.** Vẽ biểu đồ nén lún, đường cong quan hệ giữa hệ số rỗng  $e$  và áp lực nén  $P$  (1) của mẫu đất thí nghiệm ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị (xem hình b tại Hình B.1 Phụ lục B).

#### **5.2.3.4.2. Chinh lý số liệu và tính toán kết quả thí nghiệm mẫu đất ở độ ẩm bão hòa**

Tính toán theo trình tự tương tự từ 5.2.3.4.1.1 đến 5.2.3.4.1.7, với các số liệu thí nghiệm mẫu đất ở độ ẩm bão hòa, vẽ biểu đồ quan hệ giữa hệ số rỗng  $e$  và áp lực nén  $P$  (xem hình b tại Hình B.1 Phụ lục B).

#### **5.2.3.4.3. Tính toán hệ số lún ướt tương đối của đất**

Hệ số lún ướt tương đối của đất ứng với mỗi cấp áp lực nén  $P_i$  nào đó, tính theo công thức 11:

$$a_{mi} = \frac{\Delta h_i' - \Delta h_i}{h_0} \quad (11)$$

trong đó:

$\Delta h_i'$  là lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất thí nghiệm ở độ ẩm bão hòa, dưới áp lực nén  $P_i$ , mm;

$\Delta h_i$  là lượng lún ổn định tích lũy của mẫu đất thí nghiệm ở độ ẩm tự nhiên hoặc chế bị, cũng dưới áp lực nén  $P_i$  đang xét, mm;

$h_0$  là chiều cao ban đầu của mẫu đất thí nghiệm, mm;

Biểu thị trị số của  $a_{mi}$  chính xác đến 0,001. Nếu đất có trị số  $a_{mi} \geq 0,01$  bắt đầu ở cấp áp lực nào, thì được coi là đất có tính lún ướt từ cấp áp lực đó trở đi.

#### **5.2.3.5. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Báo cáo kết quả thí nghiệm gồm các thông tin sau:

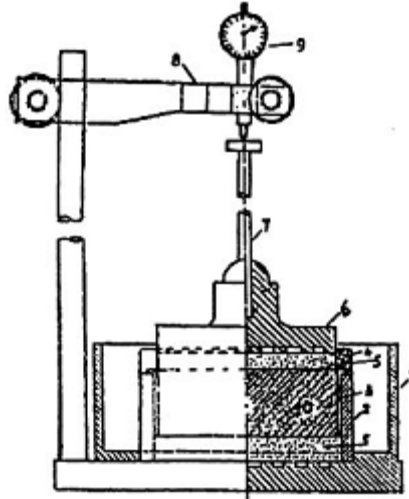
- Tên công trình, hạng mục công trình;
- Số hiệu hố thăm dò (hố khoan, hố đào);
- Số hiệu mẫu đất và vị trí lấy mẫu. Ngày, tháng, năm lấy mẫu;
- Đặc điểm của đất (mô tả tóm tắt về nguồn gốc, loại đất, màu sắc, kết cấu, thành phần, chất lẫn);
- Phương pháp thí nghiệm áp dụng;
- Mẫu đất thí nghiệm số....., kích thước....., kết cấu (nguyên trạng hoặc chế bị);
- Hệ số lún ướt tương đối của đất ứng với từng cấp áp lực nén áp dụng;
- Các bảng biểu ghi chép thí nghiệm, kèm theo biểu đồ biểu kiến các đường cong nén lún;

- Các thông tin khác có liên quan (thành phần hạt, độ ẩm và khối lượng thể tích ban đầu, khối lượng riêng, độ bão hòa, chỉ số dẻo).

### Phụ lục A

(Tham khảo)

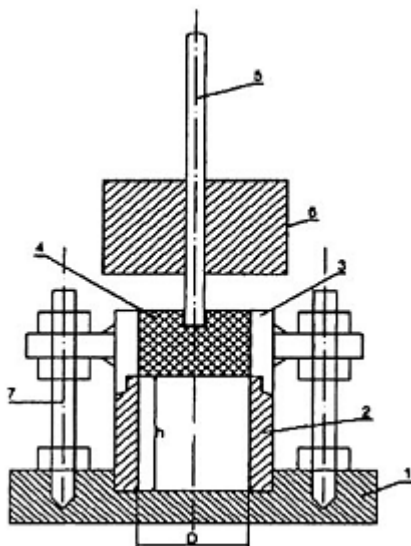
### Thiết bị thí nghiệm



#### CHÚ DẪN

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| 1 Hộp ngoài            | 6 Tấm (mũ) đặt tải |
| 2 Vòng bảo vệ          | 7 Cọc dẫn đo lún   |
| 3 Dao vòng chứa mẫu    | 8 Giá lắp đồng hồ  |
| 4 Vòng chụp định hướng | 9 Đồng hồ đo lún   |
| 5 Đá thấm nước         | 10 Mẫu đất         |

**Hình A1 - Hộp nén - thiết bị nén lún 1 chiều**



#### CHÚ DẪN

- |                  |
|------------------|
| 1 Đế             |
| 2 Khuôn mẫu      |
| $h$ - chiều cao  |
| $D$ - đường kính |
| 3 Ống chụp       |
| 4 Tấm nén        |
| 5 Cản dẫn hướng  |
| 6 Quả tạ         |
| 7 Bu lông        |

## Hình A2 - Sơ họa cối chế bị mẫu đất

### Phụ lục B

(Quy định)

#### Bảng B.1 Bảng ghi chép thí nghiệm nén lún ướt - Phương pháp một đường cong nén

Số hiệu mẫu đất:..... Công trình:.....Hố khoan:.....

Vị trí mẫu đất:.....Ngày lấy mẫu:.....

Mẫu thí nghiệm số.....	Khối lượng riêng $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Ghi chú
Đường kính mẫu (mm).....		
Chiều cao mẫu (mm).....	Hệ số rỗng e	
Diện tích tiết diện ngang (cm <sup>2</sup> ).....	Độ bão hòa $S_R$ (%)	
Kết cấu mẫu (nguyên trạng/chế bị).....	Giới hạn chảy $W_L$ (% khối lượng).....	
Độ ẩm ban đầu $W$ , % khối lượng.....	Giới hạn dẻo $W_P$ (% khối lượng).....	
Khối lượng thể tích ẩm $\gamma_w$ , (g/cm <sup>3</sup> ) .....	Chỉ số dẻo $I_P$ (%)	
Khối lượng thể tích khô $\gamma_c$ (g/cm <sup>3</sup> ).....	Chỉ số chảy (độ sệt) $I_L$ .....	

Áp lực nén P, KPa														
P <sub>1</sub> (KPa) Biến dạng lún (mm)			P <sub>2</sub> (KPa) Biến dạng lún (mm)			P <sub>3</sub> (KPa) Biến dạng lún (mm)						P <sub>4</sub> (KPa) Biến dạng lún (mm)		
						Nén ở $W_{TN}$			Đã làm ướt nước					
Thời gian t (phút)	Số đọc độ lún (mm)	Lượng lún tích lũy (đã trừ biến dạng máy) $\Delta h$ (mm)	Thời gian t (phút)	Số đọc độ lún (mm)	Lượng lún tích lũy (đã trừ biến dạng máy) $\Delta h$ (mm)	Thời gian t (phút)	Số đọc độ lún (mm)	Lượng lún tích lũy (đã trừ biến dạng máy) $\Delta h$ (mm)	Thời gian t (phút)	Số đọc độ lún (mm)	Lượng lún tích lũy (đã trừ biến dạng máy) $\Delta h$ (mm)	Thời gian t (phút)	Số đọc độ lún (mm)	Lượng lún tích lũy (đã trừ biến dạng máy) $\Delta h$ (mm)

Ngày.....tháng.....năm.....

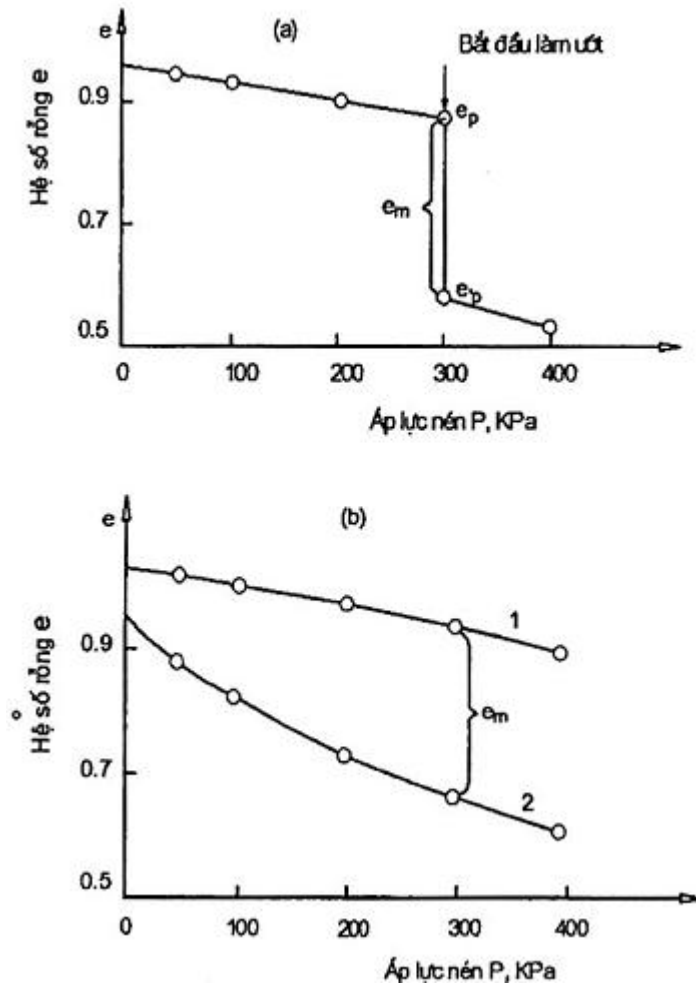
Người thí nghiệm: .....

Người kiểm tra: .....

CHÚ THÍCH:

Theo phương pháp hai đường cong nén, bảng ghi chép thí nghiệm có phần chung tương tự như trên; còn phần thứ hai được lập cho hai trường hợp: trường hợp thí nghiệm nén với mẫu đất có độ ẩm tự nhiên hoặc độ ẩm chế bị, và trường hợp thí nghiệm với mẫu đất đã được làm bão hòa nước hoàn toàn. Cả hai trường hợp đều nén lún ổn định dưới các áp lực nén áp dụng như nhau.

### Biểu đồ quan hệ giữa hệ số rỗng của đất ( $e$ ) và áp lực nén lún ( $P$ )



#### CHÚ DẪN

- Biểu đồ khi thí nghiệm theo phương pháp một đường cong nén.
  - Biểu đồ khi thí nghiệm theo phương pháp hai đường cong nén.
- $e_m$  là lượng giảm hệ số rỗng của đất khi bị làm ướt nước cấp áp lực nén đang xét.

**Hình B1 - Các đường cong nén lún ướt của đất**

#### MỤC LỤC

Lời nói đầu

TCVN 8722:2012, Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định các đặc trưng lún ướt của đất trong phòng thí nghiệm

1 Phạm vi áp dụng

2 Tài liệu viện dẫn

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và đơn vị đo

4 Quy định chung

5 Các phương pháp thí nghiệm

5.1 Phương pháp thí nghiệm một đường cong nén (quy định)

5.2 Phương pháp thí nghiệm hai đường cong nén

Phụ lục A

Phụ lục B