

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12662:2019

(ISO 17313:2004)

Xuất bản lần 1

**CHẤT LƯỢNG ĐẤT – XÁC ĐỊNH HỆ SỐ THẨM THỦY LỰC
CỦA VẬT LIỆU XÓP BẢO HÒA SỬ DỤNG THIẾT BỊ
ĐO ĐỘ THẨM MÀNG ĐÀN HỒI**

*Soil quality – Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials
using a flexible wall permeameter*

HÀ NỘI - 2019

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Thuật ngữ và định nghĩa.....	5
3 Ý nghĩa và ứng dụng.....	6
4 Dịch thấm.....	6
5 Thiết bị và dụng cụ.....	6
6 Mẫu thử.....	10
7 Cách tiến hành.....	10
8 Biểu thị kết quả.....	14
9 Báo cáo thử nghiệm.....	17
Thư mục tài liệu tham khảo.....	17

Lời nói đầu

TCVN 12662:2019 hoàn toàn tương đương ISO 17313:2004.

TCVN 12662:2019 do Viện Vật liệu Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Chất lượng đất – Xác định hệ số thấm thủy lực của vật liệu xốp bão hòa sử dụng thiết bị đo độ thấm màng đàn hồi

Soil quality – Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a flexible wall permeameter

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp thử trong phòng thí nghiệm xác định hệ số thấm thủy lực của vật liệu xốp bão hòa nước sử dụng thiết bị đo độ thấm màng đàn hồi.

Tiêu chuẩn áp dụng cho các mẫu ở dạng nguyên trạng hoặc đầm nén có hệ số thấm thủy lực trong khoảng từ 1×10^{-5} m/s (1×10^{-3} cm/s) đến 1×10^{-11} m/s (1×10^{-9} cm/s). Các loại đất điển hình trong trường hợp này là đất sét, sét lẫn cát, phù sa, than bùn, bùn...

2 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

2.1

Hệ số thấm thủy lực (Hydraulic conductivity)

k

Tốc độ của dòng nước chảy tầng qua một đơn vị diện tích mặt cắt ngang của khối vật liệu xốp, dưới một đơn vị gradient thủy lực và điều kiện nhiệt độ tiêu chuẩn (thường ở 20 °C).

2.2

Thể tích rỗng của dòng chảy (Pore volume of flow)

Lượng tích lũy dòng chảy vào mẫu thử chia cho thể tích rỗng của mẫu.

2.3

Gradient thủy lực (Hydraulic gradient)

Sự thay đổi áp suất thủy lực của nước trên một đơn vị chiều dài của dòng chảy.

3 Ý nghĩa và ứng dụng

Phương pháp thử này áp dụng cho dòng nước chảy tầng, một chiều từ đáy lên tới đỉnh của khối vật liệu xốp, ví dụ như đất và đá.

Hệ số thấm thủy lực của vật liệu xốp nói chung sẽ giảm khi tăng lượng không khí trong các lỗ rỗng của vật liệu. Phương pháp thử áp dụng cho vật liệu xốp bão hòa nước chứa rất ít không khí.

Phương pháp thử xác định tính thấm nước của vật liệu xốp với nước. Có thể xác định tính thấm với các loại chất lỏng khác, ví dụ chất thải hóa học, với quy trình thử nghiệm tương tự phương pháp thử trên. Tuy nhiên, phương pháp thử này chỉ sử dụng dịch thấm là nước.

Giả định rằng Định luật Darcy có giá trị và hệ số thấm thủy lực không bị ảnh hưởng bởi gradient thủy lực. Định luật Darcy có giá trị áp dụng khi đo hệ số thấm thủy lực của mẫu thử tại ba giá trị gradient thủy lực và các hệ số thấm thủy lực đo được là tương đương nhau (nằm trong khoảng 25 %). Tuy nhiên khi gradient thủy lực tác động lên mẫu thử thay đổi, ứng suất trong mẫu thử sẽ thay đổi, và nếu mẫu thử có thể nén được, thể tích của mẫu thử sẽ thay đổi. Do đó ngay cả hệ số thấm thủy lực tuân theo định luật Darcy, hệ số thấm thủy lực có thể thay đổi khi gradient thủy lực thay đổi.

Thông thường, hệ số thấm thủy lực được đo trong phòng thí nghiệm sẽ khác với hệ số thấm thủy lực đo khi thử nghiệm hiện trường với quy mô lớn. Nguyên nhân do các mẫu với kích thước được mô tả trong tiêu chuẩn này đại diện cho mẫu đất đồng nhất, ít khi sử dụng mẫu đất không đồng nhất, bị nứt hoặc phân tầng. Vì vậy để có kết quả đại diện khi đo hệ số thấm thủy lực trong các trường hợp trên, phải xem xét thực hiện các thử nghiệm với quy mô hoặc kích thước mẫu thử lớn.

4 Dịch thấm

4.1 Nước thấm

Nếu không có quy định cụ thể thì phải sử dụng nước máy làm dịch thấm. Trong báo cáo thử nghiệm phải ghi rõ loại nước được sử dụng.

4.2 Nước đã khử khí

Nước đã khử khí phải được sử dụng để tránh đưa không khí, cũng như hỗ trợ việc loại bỏ không khí trong mẫu thử càng nhiều càng tốt. Để tránh quá trình hòa tan không khí trở lại trong nước, nước đã khử khí phải tránh tiếp xúc với không khí trong một thời gian dài.

5 Thiết bị và dụng cụ

5.1 Hệ thống thủy lực

Hệ thống thủy lực bao gồm hệ thống cột nước không đổi (Phương pháp A), cột nước giảm dần (Phương pháp B và C), hoặc lưu lượng không đổi (Phương pháp D) nhưng phải đáp ứng các yêu cầu như sau:

a) Cột nước không đổi (Phương pháp A)

Hệ thống phải có khả năng duy trì áp suất thủy lực không đổi. Áp suất phải được đo bằng áp kế, cảm biến áp suất hoặc các dụng cụ đo có độ chính xác phù hợp.

b) Cột nước giảm dần (Phương pháp B và C)

Hệ thống phải có khả năng đo tổn thất áp suất. Tổn thất áp suất phải được đo bằng áp kế, cảm biến áp suất, thước tỷ lệ 3 cạnh, ống pipet chia độ, hoặc các dụng cụ đo có độ chính xác phù hợp. Các thử nghiệm với hệ thống cột nước giảm dần được thực hiện với mực nước ra không đổi (Phương pháp B) hoặc mực nước ra tăng dần (Phương pháp C).

c) Lưu lượng không đổi (Phương pháp D)

Hệ thống phải có khả năng duy trì mực nước ra không đổi qua mẫu thử với sai số trong khoảng $\pm 5\%$ hoặc nhỏ hơn. Lưu lượng phải được đo bằng ống chia định lượng, ống pipet chia độ, hoặc các dụng cụ đo có sai số phù hợp.

Hệ thống thủy lực phải được thiết kế để loại bỏ được nhanh chóng và hoàn toàn bóng khí tự do trong dòng chảy.

Hệ thống thủy lực phải có khả năng đặt áp suất ngược lên mẫu thử để mẫu đạt trạng thái bão hòa. Áp suất ngược có thể được cấp bởi nguồn cấp khí nén, quả nặng tác động của pittong, hoặc bất kỳ phương pháp nào có khả năng cấp và kiểm soát áp suất ngược với độ chính xác yêu cầu.

Các phương pháp thử nói trên được coi là tương đương. Sai số của kết quả thử phụ thuộc vào dụng cụ đo sử dụng.

5.2 Hệ thống đo dòng chảy

Phải đo cả thể tích dòng chảy vào và dòng chảy ra, trừ khi không có sự rò rỉ, tính liên tục của dòng chảy và trạng thái của mẫu ở dạng cố kết hoặc trương nở bằng các cách khác nhau. Thể tích dòng chảy phải được đo bằng bình tích trữ có chia độ, pipet chia độ hoặc cột chứa nước có kết nối với cảm biến áp suất hoặc các dụng cụ đo áp dụng cột có sai số cho phép.

Tổn thất áp suất trong ống, van, tấm bịt xốp, và giấy lọc có thể dẫn đến sai số, và sai số phải nhỏ hơn 10% tổn thất áp suất của mẫu thử.

5.3 Hệ thống tạo áp của buồng thấm

Hệ thống tích áp bao gồm một bình chứa được nối với buồng thấm, nước đã khử khí sẽ điền đầy một phần của bình chứa, phần phía trên của bình chứa được nối với nguồn cấp khí nén hoặc nguồn cấp áp khác. Áp suất khí phải được kiểm soát bằng bộ điều chỉnh áp suất và được đo bằng các dụng cụ như áp kế, cảm biến áp suất hoặc các dụng cụ đo khác với độ chính xác yêu cầu. Hệ thống thủy lực được tích áp bởi quả nặng tác động của pittong, hoặc bất kỳ dụng cụ nào có thể cấp và kiểm soát được áp suất buồng thấm với độ chính xác yêu cầu.

5.4 Buồng thám

Buồng thám, trong đó mẫu thử và tấm bịt xốp được bao kín bởi một màng làm kín cả xung quanh, cả phần nắp và chân đế, chịu được áp suất chất lỏng.

Buồng thám (5) trong hệ thống đo độ thấm điển hình ở Hình 1. Buồng thám cho phép quan sát sự thay đổi về chiều cao (h_0) của mẫu đất.

Để tạo điều kiện dễ dàng loại bỏ khí, cả hệ thống thủy lực, các đường ống dẫn đến đến mẫu thử, phần nắp và chân đế phải đạt trạng thái bão hòa. Đường ống dẫn phải được kiểm soát bằng van ổn định thể tích, ví dụ như van cầu, và phải được thiết kế sao cho giảm thiểu các khoảng không gian trống trong đường ống dẫn.

5.5 Nắp và chân đế

Phần nắp và chân đế phải không thấm nước và cứng, dùng để giữ mẫu thử và đưa dịch thấm thấm qua mẫu thử.

5.6 Màng đàn hồi, được sử dụng để bọc kín mẫu thử, chống rò rỉ chất lỏng ra ngoài.

Màng phải được kiểm tra trước khi sử dụng, màng sẽ phải bị loại bỏ nếu xuất hiện lỗi hoặc có lỗ trên màng. Để giảm thiểu ứng suất trong mẫu thử, đường kính hoặc chiều rộng của màng khi không kéo căng phải bằng 90 – 95 % kích thước tương ứng của mẫu thử. Màng phải làm kín hoàn toàn phần chân đế và nắp mẫu thử bằng các vòng chống thấm để không tạo lực ép lên mẫu thử, đường kính bên trong nhỏ hơn 90 % đường kính của phần chân đế và nắp, hoặc sử dụng phương pháp khác đảm bảo độ kín tương tự.

5.7 Tấm bịt xốp, được chế tạo từ carbit silic, nhôm oxide, hoặc các loại vật liệu khác không bị ăn mòn bởi mẫu thử hoặc dịch thấm.

Bề mặt đĩa phải phẳng, mịn, không có vết nứt, xước, và có hình dạng đồng nhất. Bề mặt đĩa phải được kiểm tra thường xuyên để đảm bảo không bị bit tắc. Hệ số thủy lực của tấm bịt xốp phải lớn hơn nhiều so với mẫu thử.

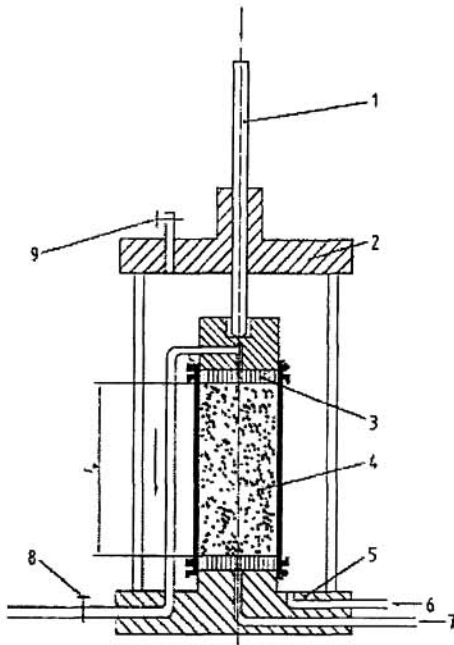
5.8 Giấy lọc (tùy chọn), để ngăn không cho vật liệu của mẫu thử rơi vào các lỗ trên tấm bịt xốp.

Nếu cần thiết, phải đặt một hoặc nhiều tấm giấy lọc giữa mẫu thử với tấm bịt xốp phía trên và phía dưới. Giấy lọc phải có hệ số sức cản thủy lực rất nhỏ không đáng kể.

5.9 Dụng cụ (gồm đầm và khuôn) thích hợp để đầm nén tạo mẫu thử theo phương pháp do bên yêu cầu quy định.

5.10 Máy đùn mẫu

Khi vật liệu làm mẫu thử ở dạng đất lồi, phải tách đất lồi ra từ thiết bị lấy mẫu bằng cách sử dụng máy đùn.

**CHÚ DẪN**

1. Cột quan sát thay đổi chiều cao
2. Buồng thấm
3. Tấm bịt xốp
4. Mẫu thử
5. Buồng thấm
6. Đường cấp áp buồng thấm
7. Đường ống dẫn nước vào
8. Đường ống dẫn nước ra
9. Van

Hình 1 – Sơ đồ hệ thống đo độ ẩm điển hình

5.11 Dụng cụ cắt mẫu thử đạt kích thước yêu cầu

Tùy thuộc vào chất lượng và đặc điểm của mẫu thử, có thể sử dụng các dụng cụ cắt khác nhau. Có thể sử dụng các dụng cụ như sau:

- a) Máy tiện;
- b) Cưa dây thép với dây thép có đường kính 0,3 mm;
- c) Bay;
- d) Dao;
- e) Giũa thép thô với mẫu thử là đất sét cứng,
- f) Khung hoặc khuôn ghép để cắt tại các đáy mẫu thử.
- g) Thước thẳng bằng thép để cắt đáy mẫu thử.

5.12 Dụng cụ gá mẫu thử trong buồng thấm, bao gồm dụng cụ căng màng hoặc ống hình trụ căng màng, dụng cụ để căng và đặt các vòng chống thấm lên phần chân đế và nắp để làm kín màng.

5.13 Thiết bị ổn nhiệt

Nhiệt độ của thiết bị đo độ ẩm, mẫu thử và bình chứa dịch thấm phải không được chênh lệch nhau quá ± 3 °C. Thông thường, thử nghiệm được thực hiện trong phòng có nhiệt độ tương đối ổn định. Nếu nhiệt độ phòng không ổn định, các dụng cụ thử phải được đặt trong bể nước, buồng cách nhiệt hoặc các thiết bị có khả năng duy trì nhiệt độ ổn định. Phải đo và ghi lại nhiệt độ theo định kỳ.

6 Mẫu thử

6.1 Kích thước mẫu thử

Các mẫu thử phải có đường kính tối thiểu 70 mm và chiều cao tối thiểu 25 mm. Đường kính và chiều cao của mẫu thử ít nhất phải lớn hơn 6 lần kích thước hạt lớn nhất trong mẫu thử. Nếu sau khi kết thúc thử nghiệm, bằng mắt thường quan sát thấy các hạt có kích thước lớn hơn quy định, phải ghi lại các thông tin này trong báo cáo thử nghiệm.

6.2 Mẫu thử nguyên trạng

Các mẫu thử được lấy bằng cách sử dụng dao vòng hoặc mẫu khoan rút lõi, khi thử nghiệm không cần cắt gọt, chỉ cắt phần bề mặt đáy theo hướng vuông góc với trục dọc của mẫu thử, để mẫu thử giữ nguyên đặc tính ban đầu của đất. Nếu quá trình lấy mẫu gây xáo trộn đất thì phải cắt bỏ các phần vật liệu bị xáo trộn. Nếu việc loại bỏ các hạt sỏi hoặc quá trình cắt mẫu tạo ra các lỗ trống trên bề mặt mẫu thử, thì các lỗ trống này phải được điền đầy bằng vật liệu đã bị loại bỏ trong quá trình cắt. Các mặt đáy của mẫu thử phải được cắt và không được miết phẳng (việc miết phẳng có thể làm kín các vết nứt, các cạnh mặt bên hoặc các phần phụ khác ảnh hưởng đến dòng chảy của nước). Các mẫu thử phải được cắt trong môi trường hạn chế sự thay đổi về độ ẩm, thường được tiến hành trong phòng có thể duy trì độ ẩm cao. Mẫu thử phải được xác định khối lượng, kích thước và phải đặt ngay vào buồng thấm. Độ ẩm của phần mẫu bị cắt cũng phải được xác định.

6.3 Mẫu thử đầm nén trong phòng thí nghiệm

Vật liệu thử nghiệm phải được chuẩn bị và đầm nén bên trong khuôn theo quy định của bên yêu cầu. Các tầng đất cũng như các hạt vật liệu phải có kích thước không vượt quá 1/6 chiều cao hoặc đường kính của mẫu thử. Sau khi đầm nén, phải tháo khuôn, làm phẳng các bề mặt đáy. Xác định khối lượng và kích thước của mẫu thử, sau đó phải đặt ngay vào buồng thấm. Độ ẩm của phần mẫu bị cắt cũng phải được xác định.

6.4 Các phương pháp chuẩn bị mẫu khác

Các phương pháp chuẩn bị mẫu thử khác được phép tiến hành nếu có yêu cầu cụ thể. Phương pháp chuẩn bị mẫu phải được ghi rõ trong báo cáo thử nghiệm.

Sau khi xác định chiều cao, đường kính, khối lượng và độ ẩm của mẫu thử, phải tiến hành tính toán khối lượng thể tích khô của mẫu thử. Ngoài ra, phải ước tính độ bão hòa ban đầu của mẫu thử (thông tin này có thể sử dụng sau này, trong giai đoạn cấp áp suất ngược).

7 Cách tiến hành

7.1 Lắp đặt mẫu thử

7.1.1 Cắt 02 tấm giấy lọc có hình dạng tương tự, xấp xỉ mặt cắt ngang của mẫu thử. Ngâm hai tấm bịt xốp và các tấm giấy lọc vào bình có chứa nước thấm trước khi sử dụng.

7.1.2 Đặt màng vào dụng cụ căng màng. Bôi một lớp mỏng mỡ gốc silicon làm kín khí lên các mặt cạnh của phần nắp. Đặt một tấm bịt xốp lên phần chân đế và đặt một tấm giấy lọc nếu sử dụng trên tấm bịt xốp, tiếp theo sẽ đặt là mẫu thử. Đặt tiếp tấm giấy lọc thứ hai nếu sử dụng tấm bịt xốp trên đỉnh mẫu thử, tiếp theo sẽ đặt tấm bịt xốp và phần nắp. Kéo màng xung quanh mẫu thử, sử dụng dụng cụ căng màng hoặc dụng cụ căng vòng chống thấm phù hợp khác, đặt một hoặc nhiều vòng chống thấm làm kín màng ở phần chân đế và một hoặc thêm nhiều vòng chống thấm làm kín màng ở phần nắp.

7.1.3 Gắn ống cấp nước vào phần nắp (nếu chưa gắn ống sẵn), lắp lại buồng thấm, và cấp nước đã khử khí hoặc chất lỏng khác vào buồng thấm. Gắn bình tích áp vào đường cấp áp của buồng thấm, và gắn hệ thống thủy lực vào đường ống dẫn vào và đường ống dẫn ra. Cấp nước đã khử khí hoặc chất lỏng thích hợp vào bình tích áp và cấp nước thấm đã khử khí vào hệ thống thủy lực. Đặt một áp suất hông nhỏ có giá trị từ 7 kPa đến 35 kPa vào buồng thấm, và đặt một áp suất có giá trị nhỏ hơn áp suất hông vào cả đường ống dẫn vào và đường ống dẫn ra. Cho nước thấm chảy qua hệ thống dẫn. Sau khi đuổi hết toàn bộ không khí hiện có trong dòng chảy, đóng van điều khiển lại. Trong toàn bộ thời gian làm bão hòa nước hệ thống và mẫu thử hoặc trong khi đo hệ số thấm thủy lực, ứng suất hiệu quả lớn nhất phải không được tăng quá giá trị có thể làm mẫu bị cố kết.

7.2 Ngâm mẫu thử

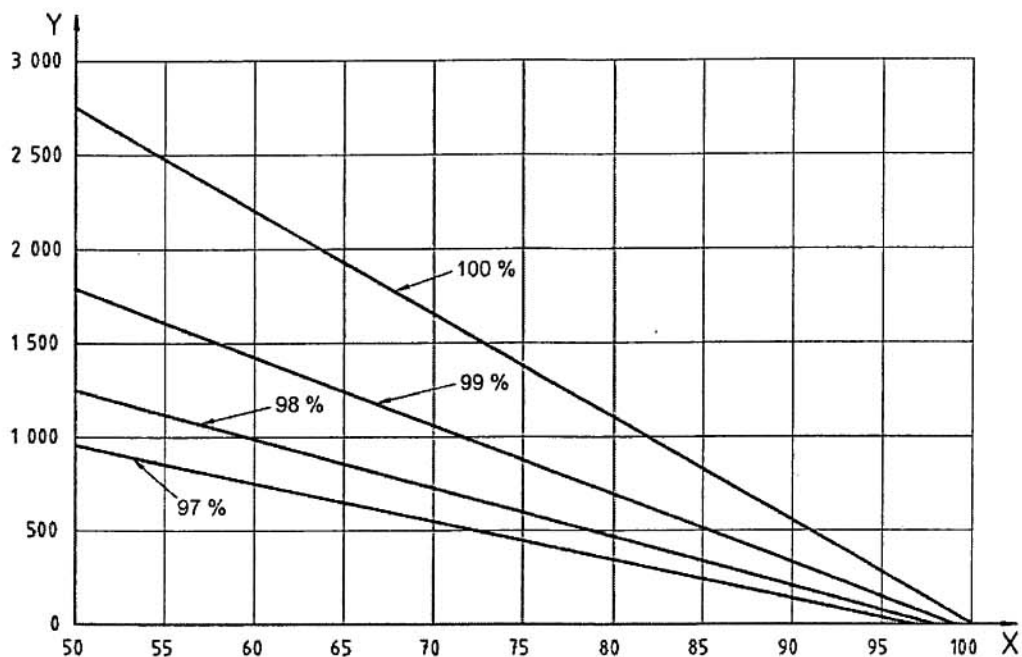
Để hỗ trợ cho quá trình bão hòa, mẫu thử được tạo chân không một phần từ mặt trên của mẫu. Đặt áp suất khí quyển vào phần đế của mẫu thử thông qua đường ống dẫn vào, và thiết lập mức độ chân không để tạo ra một gradient thủy lực qua mẫu thử, mức độ chân không này nhỏ hơn mức độ chân không khi sử dụng khi đo độ thấm.

7.3 Bão hòa mẫu dùng áp suất ngược

Mẫu được bão hòa bằng cách sử dụng áp suất ngược. Hình 2 chỉ dẫn giá trị áp suất ngược cần thiết để mẫu đạt mức bão hòa yêu cầu.

Cách tiến hành như sau:

- a) Mở các van đường ống và xả hết bọt khí ra khỏi hệ thống, cách tiến hành trình bày ở Mục 7.1.3. Trong quá trình thử nghiệm, khi sử dụng các dụng cụ đo cảm biến áp suất hoặc các dụng cụ đo khác, phải xả khí trước khi đo áp suất lỗ rỗng hoặc gradient thủy lực. Ghi và lưu lại giá trị khối lượng của mẫu ban đầu nếu được kiểm soát.
- b) Điều chỉnh áp suất hông đạt giá trị dùng để bão hòa mẫu. Tiến hành tạo áp suất ngược bằng cách tăng đồng thời áp suất buồng thấm cùng với áp suất đầu vào và đầu ra theo từng bước nhỏ. Giá trị lớn nhất của bước tăng áp suất ngược phải đủ nhỏ sao cho ứng suất hiệu quả bên trong mẫu không vượt quá giá trị khiến mẫu thử bị cố kết. Tùy thuộc vào đặc tính của mẫu thử, duy trì bước tăng áp này trong thời gian từ vài phút đến vài giờ để tạo dòng chảy.



CHÚ DẪN:

Y: Áp suất ngược yêu cầu, kPa ;

X: Mức bão hòa ban đầu, %.

Hình 2 – Chỉ dẫn giá trị áp suất ngược cần thiết để mẫu đạt mức bão hòa yêu cầu

7.4 Cố kết mẫu

Mẫu sẽ được cố kết khi đạt ứng suất hiệu quả được xác định theo yêu cầu kỹ thuật. Quá trình cố kết có thể xảy ra theo các giai đoạn sau:

- Ghi lại chiều cao mẫu thử, nếu được đo, trước khi đặt áp suất cố kết và ghi theo định kỳ trong quá trình cố kết.
- Tăng áp suất buồng đến giá trị cần thiết để đạt ứng suất hiệu quả đã xác định trước, để bắt đầu cố kết. Nước có thể thoát ra từ phần đáy hoặc đỉnh của mẫu thử, hoặc đồng thời ở cả hai đầu của mẫu thử.
- (Tùy chọn) Trước khi bắt đầu thử nghiệm đo hệ số thấm thủy lực, có thể ghi thể tích dòng chảy ra. Hoặc đo sự thay đổi chiều cao của mẫu thử để xác nhận đã kết thúc quá trình cố kết ban đầu.

7.5 Độ thấm

7.5.1 Gradient thủy lực

Nếu có thể, gradient thủy lực được sử dụng để đo hệ số thấm thủy lực phải có giá trị tương đương với giá trị dự kiến xảy ra ngoài hiện trường. Ở ngoài hiện trường, các gradient thủy lực thường từ nhỏ hơn 1 cho đến 5. Tuy nhiên, với vật liệu có hệ số thấm thủy lực nhỏ (nhỏ hơn khoảng 1×10^{-8} m/s), thời

gian thử nghiệm có thể kéo dài nếu sử dụng các gradient thủy lực có giá trị nhỏ. Một số các gradient thủy lực có giá trị lớn hơn thường được sử dụng trong phòng thử nghiệm để tăng tốc độ thử nghiệm, nhưng cần tránh sử dụng gradient thủy lực quá lớn vì áp suất thẩm cao có thể gây cố kết vật liệu, vật liệu trong mẫu thử có thể bị rửa trôi, hoặc các hạt mịn có thể bị rửa trôi theo dòng chảy và gây tắc đáy thoát nước của mẫu thử. Các tác động này có thể làm tăng hoặc giảm hệ số thẩm thủy lực. Nếu bên yêu cầu không đưa ra giá trị gradient thủy lực thì thực hiện theo hướng dẫn tại Bảng 1.

Bảng 1 – Hướng dẫn xác định gradient thủy lực theo hệ số thẩm thủy lực

Hệ số thẩm thủy lực m/s	Gradient thủy lực lớn nhất khuyến nghị
Từ 10^{-5} đến 10^{-6}	2
Từ 10^{-6} đến 10^{-7}	5
Từ 10^{-7} đến 10^{-8}	10
Từ 10^{-8} đến 10^{-9}	20
$< 10^{-9}$	50

7.5.2 Điều kiện thử ổn định

Đánh giá hệ số thẩm thủy lực theo định luật Darcy bằng cách xác định lưu lượng vào và dòng chảy ra trong giai đoạn thử nghiệm ngắn là không đúng, cần phải kéo dài cho đến khi đạt trạng thái ổn định và được xác nhận theo hướng dẫn ở Điều 7.5.3 và 7.5.5.

7.5.3 Thử nghiệm cột nước không đổi (Phương pháp A)

Đo và ghi lại tổn thất áp suất qua mẫu thử. Tổn thất áp suất qua mẫu thử phải giữ không đổi. Đo và ghi lại theo chu kỳ thể tích dòng chảy ra. Đo và ghi lại tất cả sự thay đổi chiều cao của mẫu thử nếu được kiểm soát.

Tiếp tục quá trình thẩm cho đến khi đạt được ít nhất 4 giá trị hệ số thẩm thủy lực sau một khoảng thời gian khi:

- Tỷ lệ giữa lưu lượng ra trên lưu lượng dòng chảy vào nằm trong khoảng từ 0,75 – 1,25.
- Hệ số thẩm thủy lực ổn định.

Hệ số thẩm thủy lực phải được coi là ổn định nếu đo được 4 hoặc nhiều hơn 4 hệ số thẩm thủy lực liên tiếp nằm trong khoảng $\pm 25\%$ giá trị trung bình với $k \leq 1 \times 10^{-10}$ m/s hoặc $\pm 50\%$ của giá trị trung bình với $k < 1 \times 10^{-10}$ m/s, và đồ thị của hệ số thẩm thủy lực theo thời gian không biểu diễn theo xu hướng tăng hay giảm đáng kể.

7.5.4 Thử nghiệm cột nước giảm dần (Phương pháp B và C)

7.5.4.1 Quy định chung

TCVN 12662:2019

Đo và ghi lại tổn thất áp suất qua mẫu thử. Trong thí nghiệm này, tổn thất áp suất khi đặt áp suất qua mẫu thử phải luôn lớn hơn 75 % tổn thất áp suất ban đầu (tổn thất áp suất lớn nhất) tương ứng với mỗi hệ số thấm thủy lực đo được. Đo và ghi lại theo chu kỳ tất cả sự thay đổi chiều cao của mẫu thử nếu được kiểm soát.

Tiếp tục quá trình thấm cho đến khi đạt được ít nhất 4 giá trị hệ số thấm thủy lực sau một khoảng thời gian khi:

- Tỷ lệ giữa lưu lượng ra trên lưu lượng dòng chảy vào nằm trong khoảng từ 0,75 – 1,25.
- Hệ số thấm thủy lực ổn định.

7.5.4.2 Thử nghiệm với mực nước ra không đổi (Phương pháp B)

Nếu áp suất nước tại điểm cuối dòng chảy ra của mẫu thử không đổi, đo và ghi lại theo chu kỳ cả thể tích dòng chảy vào hoặc mức nước trong cột chứa nước chảy vào; đo và ghi lại thể tích dòng chảy ra từ mẫu thử.

7.5.4.3 Thử nghiệm với mực nước ra tăng dần (Phương pháp C)

Nếu áp suất nước tại điểm cuối dòng chảy ra của mẫu thử tăng trong một khoảng thời gian, đo và ghi lại theo chu kỳ cả thể tích dòng chảy vào và dòng chảy ra hoặc sự thay đổi mực nước trong cột chứa nước chảy vào và chảy ra.

7.5.5 Thử nghiệm lưu lượng không đổi (Phương pháp D)

Đặt mực nước ra không đổi trong quá trình thấm ban đầu. Chọn lưu lượng sao cho gradient thủy lực không vượt quá giá trị quy định, nếu không quy định gradient thủy lực thì lấy giá trị khuyến nghị theo 7.5.1. Đo theo chu kỳ lưu lượng dòng chảy vào, lưu lượng ra, và tổn thất áp suất qua mẫu thử. Đo và ghi lại tất cả sự thay đổi chiều cao của mẫu thử nếu được kiểm soát. Tiếp tục quá trình thấm cho đến khi có ít nhất 4 hệ số thấm thủy lực đo được sau một khoảng thời gian khi a) tỷ lệ giữa lưu lượng ra trên lưu lượng dòng chảy vào nằm trong khoảng từ 0,75 – 1,25 và b) hệ số thấm thủy lực ổn định (xem 7.5.3).

7.6 Kích thước của mẫu thử khi kết thúc thử nghiệm

Sau khi kết thúc quá trình đo độ thấm, giảm áp suất hông, áp suất tại dòng chảy vào và dòng chảy ra sao cho mẫu thử không có sự thay đổi thể tích đáng kể. Sau đó cẩn thận tháo buồng thấm và lấy mẫu thử ra. Đo và ghi lại chiều cao, đường kính, tổng khối lượng và độ ẩm của mẫu thử khi kết thúc thử nghiệm.

8 Biểu thị kết quả

8.1 Thử nghiệm với cột nước không đổi và mực nước ra không đổi (Phương pháp A và D)

Hệ số thấm thủy lực k được tính như sau:

$$k = \frac{V.I}{A.t.h} \quad (1)$$

trong đó:

k là hệ số thấm thủy lực, tính bằng mét trên giây, (m/s);

V là thể tích nước chảy qua mẫu thử, giá trị trung bình của thể tích dòng chảy vào và dòng chảy ra, tính bằng mét khối (m^3);

l là chiều dài của mẫu dọc theo dòng chảy, tính bằng mét (m);

A là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử, tính bằng mét vuông (m^2);

t là khoảng thời gian, tính bằng giây (s), tương ứng với thể tích V chảy qua;

h là tổn thất áp suất qua mẫu thử, mét cột nước, tính bằng mét nước (m nước).

8.2 Thử nghiệm với cột nước giảm dần

8.2.1 Thử nghiệm với lưu lượng ra không đổi (Phương pháp B)

Hệ số thấm thủy lực k được tính như sau:

$$k = \frac{a_{vào} \cdot l}{A \cdot t} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad (2)$$

trong đó:

$a_{vào}$ là diện tích mặt cắt ngang của bình chứa chất lỏng chảy vào, tính bằng mét vuông (m^2);

l là chiều dài của mẫu thử (đo theo hướng của dòng chảy), tính bằng mét (m);

A là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử, tính bằng mét vuông (m^2);

t là thời gian đo, tính bằng giây (s), thời gian giữa hai lần đo h_1 và h_2 ;

h_1 là tổn thất áp suất của mẫu thử tại thời điểm t_1 , tính bằng mét nước (m nước); và

h_2 là tổn thất áp suất của mẫu thử tại thời điểm t_2 , tính bằng mét nước (m nước).

8.2.2 Thử nghiệm với mực nước ra tăng dần (Phương pháp C)

Hệ số thấm thủy lực k được tính như sau:

$$k = \frac{a_{vào} \cdot a_{ra} \cdot l}{A \cdot t \cdot (a_{vào} + a_{ra})} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad (3)$$

trong đó:

$a_{vào}$ là diện tích mặt cắt ngang của bình chứa chất lỏng chảy vào, tính bằng mét vuông (m^2);

a_{ra} là diện tích mặt cắt ngang của bình chứa chất lỏng chảy ra, tính bằng mét vuông (m^2);

l là chiều dài của mẫu thử (đo theo hướng của dòng chảy), tính bằng mét (m);

A là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử, tính bằng mét vuông (m^2);

t là thời gian đo, tính bằng giây (s), thời gian giữa hai lần đo h_1 và h_2 ;

h_1 là tổn thất áp suất của mẫu thử tại thời điểm t_1 , tính bằng mét nước (m nước) và

h_2 là tổn thất áp suất của mẫu thử tại thời điểm t_2 , tính bằng mét nước (m nước).

8.2.3 Hiệu chỉnh theo nhiệt độ

Hiệu chỉnh hệ số thấm thủy lực ở các nhiệt độ khác nhau về hệ số thấm thủy lực ở nhiệt độ 20 °C, bằng cách sử dụng hệ số hiệu chỉnh R_T ở Bảng 2 như sau:

$$k_{20} = R_T \times k \quad (4)$$

Bảng 2 – Hệ số hiệu chỉnh R_T theo độ nhớt của nước ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ (°C)	R_T	Nhiệt độ (°C)	R_T
0	1,783	25	0,889
1	1,723	26	0,869
2	1,664	27	0,850
3	1,611	28	0,832
4	1,560	29	0,814
5	1,511	30	0,797
6	1,465	31	0,780
7	1,421	32	0,764
8	1,379	33	0,749
9	1,339	34	0,733
10	1,301	35	0,719
11	1,265	36	0,705
12	1,230	37	0,692
13	1,197	38	0,678
14	1,165	39	0,665
15	1,135	40	0,653
16	1,106	41	0,641
17	1,077	42	0,629
18	1,051	43	0,618
19	1,025	44	0,607
20	1,000	45	0,598
21	0,976	46	0,585
22	0,953	47	0,575
23	0,931	48	0,565
24	0,910	49	0,556

9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- a) Đặc điểm nhận dạng của mẫu thử;
- b) Các điểm đặc biệt trong quá trình chuẩn bị và lựa chọn mẫu, ví dụ loại bỏ đá hoặc các loại vật liệu khác, hoặc chỉ ra sự có mặt chúng trong mẫu thử nếu là mẫu thử nguyên trạng.
- c) Mô tả các thông tin về phương pháp đầm nén;
- d) Kích thước ban đầu của mẫu;
- e) Hàm lượng nước ban đầu và khối lượng mẫu thử khô;
- f) Loại dịch thấm sử dụng;
- g) Giá trị áp suất ngược tổng;
- h) Ứng suất cố kết hiệu quả nhỏ nhất và lớn nhất;
- i) Chiều cao của mẫu thử sau khi kết thúc quá trình cố kết mẫu thử, nếu được kiểm soát;
- j) Khoảng gradient thủy lực đã sử dụng;
- k) Chiều dài, đường kính, độ ẩm, khối lượng khô và mức độ bão hòa của mẫu thử khi kết thúc thử nghiệm;
- l) Hệ số thấm thủy lực trung bình với 4 lần đo cuối (đo và mô tả ở Điều 7.5.3 và 7.5.4), được báo cáo đến 2 chữ số có nghĩa, ví dụ $7,1 \times 10^{-10}$ m/s, và đơn vị biểu thị là m/s (có thể biểu diễn thêm bằng các đơn vị khác nếu khách hàng yêu cầu);
- m) Đồ thị hoặc bảng biểu diễn hệ số thấm thủy lực theo thời gian hoặc thể tích rỗng của dòng chảy.

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ISO 11277, *Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation.*

[2] ISO 11465, *Soil quality – Determination of dry matter and water content on a mass basis – Gravimetric method.*

[3] ISSMGE, 1999, *Recommendations of the ISSMGE For Geotechnical Laboratory Testing.* ISBN 3-410-14048-4.
