

**TCVN 8731 : 2023**

Xuất bản lần 1

**(DỰ THẢO)**

**ĐẤT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI -  
PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ THẨM  
CỦA ĐẤT BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỔ NƯỚC VÀ MỨC  
NƯỚC TRONG HỒ ĐÀO VÀ HỒ KHOAN**

*Soil for hydraulic structures - Field determination of soil permeability using infiltrometer  
test in trial pit and permeability tests using open systems in borehole*

HÀ NỘI - 2023



## Mục lục

Trang

Lời nói đầu . . . . .	2
1 Phạm vi áp dụng . . . . .	3
2 Tài liệu viện dẫn . . . . .	3
3 Thuật ngữ và định nghĩa . . . . .	4
4 Quy định chung . . . . .	4
5 Thí nghiệm đổ nước trong hố đào.....	5
6 Thí nghiệm đổ nước trong hố khoan. . . . .	12
7 Thí nghiệm mức nước trong hố khoan. . . . .	21
8 An toàn lao động và vệ sinh môi trường. . . . .	24
Phụ lục A (Quy định) Các bảng biểu ghi chép thí nghiệm đổ nước trong hố đào và hố khoan. . . .	25
Phụ lục B (Tham khảo) Chiều sâu nước thấm vào đất sau khi kết thúc thí nghiệm . . . . .	27
Phụ lục B (Tham khảo) An toàn lao động và vệ sinh môi trường. . . . .	28
Thư mục tài liệu tham khảo . . . . .	30

## Lời nói đầu

**TCVN 8731 : 2023** thay thế TCVN 8731 : 2012.

**TCVN 8731 : 2023** do Trường Đại học Thủy lợi 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 hệ số thấm của đất bằng phương pháp đổ nước và mức nước trong hố đào và hố khoan**

*Soil for hydraulic structures - Field determination of soil permeability using infiltrometer test in trial pit and permeability tests using open systems in borehole*

## **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định hệ số thấm của đất ở hiện trường bằng bằng thí nghiệm đổ nước trong hố đào, thí nghiệm đổ nước và mức nước trong hố khoan.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại đất có kết cấu tự nhiên hoặc đầm chặt sử dụng trong xây dựng công trình thủy lợi, công trình đê điều và các công trình có chức năng tương tự.

Tiêu chuẩn này được sử dụng ở trong các giai đoạn khảo sát, thi công, nghiệm thu và kiểm tra đánh giá chất lượng công trình.

## **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các phần sửa đổi, bổ sung (nếu có):

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

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

TCVN 2683, Đất xây dựng - Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu.

TCVN 8728, Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định độ ẩm của đất tại hiện trường.

TCVN 9155, Công trình thủy lợi - Yêu cầu kỹ thuật trong khảo sát địa chất.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

#### 3.1

**Hệ số thấm K** (coefficient of permeability or hydraulic conductivity).

Là vận tốc nước thấm qua một đơn vị diện tích đất vuông góc với chiều dòng thấm, dưới tác dụng của gradient thủy lực (J) bằng một đơn vị, ký hiệu là K, tính bằng cm/s (hoặc m/ng.đêm).

#### 3.2

**Hệ số thấm đứng  $K_v$**  (vertical hydraulic conductivity).

Là hệ số thấm của đất theo phương đứng.

#### 3.3

**Hệ số thấm ngang  $K_h$**  (horizontal hydraulic conductivity).

Là hệ số thấm của đất theo phương ngang.

#### 3.3

**Lưu lượng thấm Q** (permeable flow rate).

Là thể tích nước thấm vào trong đất trong một đơn vị thời gian, dưới tác dụng của gradient thủy lực xác định, ký hiệu là Q, tính bằng  $\text{cm}^3/\text{s}$  (hoặc  $\text{m}^3/\text{ng.đêm}$ ).

**Lưu lượng thấm ổn định** (steady permeable flow rate).

Là lưu lượng nước thấm vào trong đất không đổi trong một khoảng thời gian nhất định.

#### 3.4

**Lớp đất** (soil layer).

Là một đơn vị địa tầng có cùng nguồn gốc và loại, có các đặc trưng tính chất là đồng nhất về mặt thống kê và thay đổi ngẫu nhiên hoặc có tính quy luật yếu có thể bỏ qua.

### 4. Quy định chung

**4.1** Thí nghiệm thấm tại hiện trường được tiến hành trong các công trình thăm dò (hố khoan, hố đào), trong quá trình khảo sát địa chất công trình. Việc xác định hệ số thấm đứng  $K_v$  hoặc hệ số thấm ngang  $K_h$  cần được yêu cầu rõ ràng trong đề cương thực hiện.

**4.2** Nước dùng để thí nghiệm phải là nước sạch, không màu, không mùi, không vị.

**4.3** Việc lựa chọn vị trí thí nghiệm đổ nước cần đảm bảo thí nghiệm chỉ trong phạm vi một lớp đất nhất định.

**4.4** Tùy theo loại đất và độ sâu lớp đất mà lựa chọn áp dụng phương pháp thí nghiệm khả thi và thích hợp. Thí nghiệm đổ nước trong hố đào thích hợp với lớp đất có mặt lớp xuất lộ trên mặt đất tự nhiên hoặc ở nông (thường không quá 1,5 m), thí nghiệm đổ nước trong hố khoan thích hợp với các lớp đất có mặt lớp nằm ở sâu hơn 1,5 m.

**4.5** Khi kết thúc thí nghiệm, phải hoàn trả mặt bằng như trước khi thí nghiệm bao gồm san lấp hết chỗ đất đã khoan, đào và đầm nện đủ chặt (mặt đất đầm nện ngang bằng với bề mặt trước khi thí nghiệm, đào).

## **5 Thí nghiệm đổ nước trong hố đào**

### **5.1 Nguyên tắc thí nghiệm**

Đổ nước vào vòng chắn và khống chế lớp nước trong vòng chắn không đổi ở mức 10 cm. Tiến hành quan trắc lưu lượng thấm cho đến khi đạt giá trị lưu lượng thấm ổn định, xác định giá trị đó và tính toán hệ số thấm của đất theo định luật Darcy. Tùy theo loại đất mà áp dụng phương pháp một vòng chắn hoặc hai vòng chắn.

### **5.2 Phương pháp một vòng chắn**

#### **5.2.1 Phạm vi áp dụng**

Phương pháp này được dùng để xác định hệ số thấm đứng  $K_v$ , phù hợp với các loại đất hạt thô có tính thấm tương đối lớn đến lớn ( $K > 1 \cdot 10^{-4}$  cm/s), thuộc đới không bão hòa, có mặt lớp xuất lộ hoặc ở độ sâu không quá 1,5 m để có thể đào thủ công hoặc bằng máy.

#### **5.2.2 Dụng cụ thí nghiệm**

1) Vòng chắn bằng thép, hình trụ có đường kính trong 50 cm, cao từ 20÷30 cm, thành dày từ 3÷5 mm và một đầu được cắt vát mép ngoài.

2) Thùng đo lưu lượng: Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lỗi lõm, đường kính trong từ 20÷40 cm, chiều cao từ 50÷100 cm. Hai van xả đối xứng nhau được gắn vào phần dưới của thùng đo. Một van nối thông với ống đo mực nước và một van nối với ống dẫn nước. Ống đo mực nước và bảng thang đo chia vạch mm được gắn vào thành thùng đo.

Thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc. Trước khi sử dụng, phải hiệu chuẩn để xác định lượng nước ứng với từng vạch mm trên thang đo của thùng. Lập biểu đồ quan hệ giữa số đo (mm) trên thang đo (kể từ mốc số 0 ở gần miệng thùng) với lượng nước tương ứng của thùng (cm<sup>3</sup> hoặc lít) để tiện sử dụng khi thí nghiệm. Chú ý kiểm tra van và các ống nối để đảm bảo các linh kiện này không bị rò rỉ nước.

3) Nước dùng để thí nghiệm phải phù hợp với quy định nêu trong 4.2.

4) Các dụng cụ hỗ trợ khác như sổ ghi chép, đồng hồ bấm giây, đồng hồ chỉ giờ, dụng cụ đào hố, thanh gạt phẳng, thước đo chiều dài, thùng chứa nước dự trữ, khay đựng đất, búa, thanh gỗ, đất sét dẻo, sỏi sạn.

### 5.2.3 Các bước thí nghiệm

1) San bằng mặt đất tại vị trí thí nghiệm. Đào hố có kích thước khoảng 1,0 m x 1,5 m, có độ sâu đến mặt lớp đất cần xác định hệ số thấm. Gạt bằng bề mặt đáy hố.

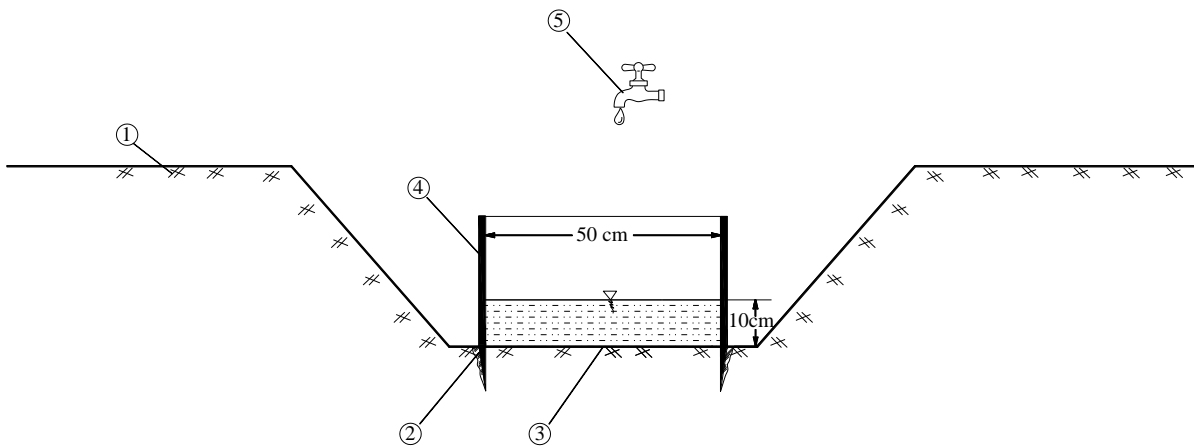
2) Đặt vòng chắn với đầu vát mép xuống đáy hố. Đặt thanh gỗ lên đầu trên của vòng chắn rồi dùng búa đóng sao cho vòng chắn ngập đều vào đất từ 5÷6 cm. Lấy đất sét ẩm nhét kín khe hở giữa đáy hố với mép ngoài của vòng chắn. Dùng dao, thanh gạt để cắt, gạt, sửa đáy hố bên trong vòng chắn cho bằng phẳng, nhưng không làm lấp bịt các lỗ hổng tự nhiên của đất.

3) Kẹp chặt thước đo vào mép trong của vòng chắn, đảm bảo thước thẳng đứng và vạch số không (0) ngang với đáy hố, đánh dấu mốc chiều cao 10 cm lên mép trong của vòng chắn. Sau đó, rải đều lên đáy hố bên trong vòng chắn một lớp sỏi sạn (kích thước hạt từ 2 ÷ 10 mm) dày từ 2÷3 cm, để chống xói đáy hố khi đổ nước.

4) Lập lát cắt địa chất hố đào thí nghiệm đổ nước.

5) Lắp đặt thiết bị cấp nước (được mô tả trong 5.2.2.2) vào vị trí thuận tiện cho việc cấp nước thí nghiệm, thùng định chuẩn chứa đầy nước được đặt và cân chỉnh cho thẳng đứng.

6) Đặt một đầu ống dẫn đã được nối với van xả của thùng chứa nước dự trữ vào đáy hố bên trong vòng chắn. Mở van xả của thùng chứa nước dự trữ cho nước chảy từ từ vào hố với tốc độ dâng mực nước không quá 0,5 cm/phút cho đến khi đạt chiều cao lớp nước là 10 cm thì khóa van lại. Cắt nguồn cấp nước từ thùng dự trữ, bỏ đầu ống dẫn nước ra khỏi hố. Sau đó, đặt một đầu ống dẫn từ thùng định chuẩn vào đáy hố bên trong vòng chắn và mở van của thùng định chuẩn để nước chảy từ từ vào hố. Quá trình cấp nước được diễn ra liên tục để đảm bảo chiều cao lớp nước trong hố luôn bằng 10 cm.



CHÚ DẪN: 1. Mặt đất tự nhiên 3. Đáy hố đào 5. Dụng cụ cấp nước  
2. Đất sét chèn khe hở 4. Vòng chắn

**Hình 1: Sơ đồ thí nghiệm đổ nước trong hố đào theo phương pháp một vòng chắn**



## 7) Quan trắc thấm:

Ghi thời gian bắt đầu quan trắc thấm (ngày, giờ, phút, giây) vào sổ thí nghiệm, đọc và ghi số đo mực nước trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn, chính xác đến 1 mm. Sau đó, liên tục theo dõi và đọc số đo mực nước của thùng cấp nước định chuẩn theo khoảng thời gian định kỳ 10÷30 phút/lần. Trong quá trình quan trắc, tính toán lưu lượng nước cấp vào đáy hố Q (cm<sup>3</sup>/s) của từng khoảng thời gian đọc số đo trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn. Tiến hành thí nghiệm cho tới khi lưu lượng thấm đạt đến giá trị ổn định thì dừng.

## 8) Khi kết thúc thí nghiệm, tiến hành thu dọn dụng cụ và lắp hồ theo quy định ở điều 4.5.

## GHI CHÚ:

*Phải có nước dự trữ để đảm bảo quá trình cấp nước liên tục trong suốt quá trình thí nghiệm.*

*Cần quan sát kiểm tra dấu hiệu nước rò rỉ qua chân vòng chắn. Nếu có rò rỉ xảy ra, cần dừng thí nghiệm để bịt chỗ rò rỉ và tiến hành thí nghiệm lại từ đầu.*

*Lưu lượng thấm được coi là đạt đến ổn định nếu như lưu lượng thấm trong ba lần đo liên tiếp không đổi hoặc giá trị lần đo cuối không chênh lệch quá 10% so với trung bình của ba lần đo liên tiếp.*

**5.2.4 Tính toán kết quả**

1) Dựa vào số đo mực nước trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn ở các thời điểm quan trắc, tính lưu lượng thấm ứng với từng khoảng thời gian trong quá trình thí nghiệm, theo công thức 1:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

trong đó:

Q là lưu lượng thấm, cm<sup>3</sup>/s;

V là lượng nước tiêu tốn do thấm (cm<sup>3</sup>), trong thời gian đo từ t<sub>1</sub> đến t<sub>2</sub>, tính theo công thức: V = V<sub>1</sub> - V<sub>2</sub>, với V<sub>1</sub> là lượng nước của thùng cấp nước định chuẩn ở thời điểm đo t<sub>1</sub> và V<sub>2</sub> là lượng của thùng ở thời điểm đo t<sub>2</sub>, được xác định theo biểu đồ quan hệ giữa số đo trên thang đo mực nước và lượng nước trong thùng;

t là khoảng thời gian giữa hai lần đo: t = (t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>), (giây).

2) Lập biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng Q và thời gian t để xác định trị số lưu lượng ổn định (Q<sub>c</sub>).

3) Tính hệ số thấm của đất, theo công thức 2:

$$K_v = \frac{Q_c}{A} \quad (2)$$

trong đó:

K<sub>v</sub> là hệ số thấm đứng của đất, cm/s;

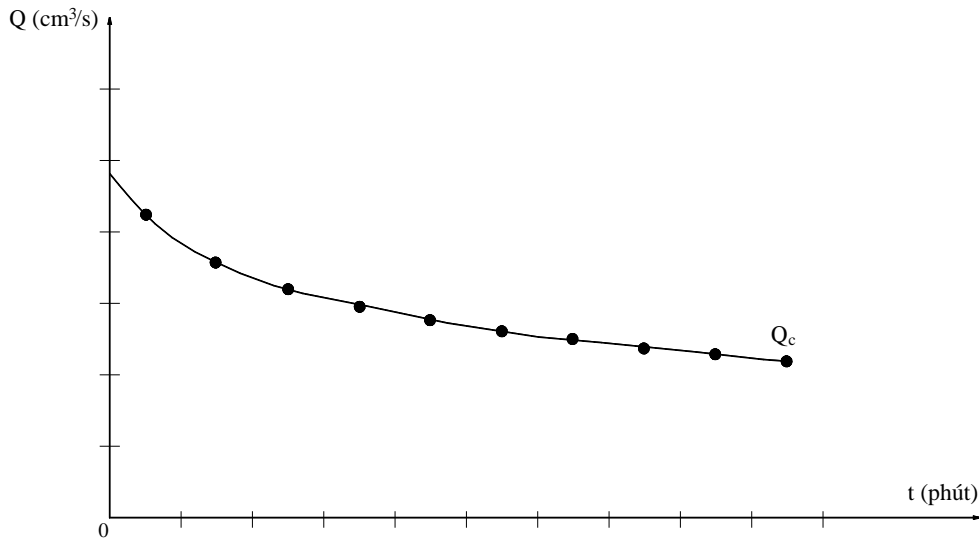
Q<sub>c</sub> là lưu lượng thấm ổn định, cm<sup>3</sup>/s;

A là tiết diện thấm, là tiết diện của vòng chắn,  $\text{cm}^2$ , tính theo công thức 2':

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (2')$$

với: d là đường kính trong của vòng chắn, cm;

$\pi$  là số Pi, lấy bằng 3,14.



Hình 2: Quan hệ giữa lưu lượng thấm và thời gian

#### GHI CHÚ:

Trong trường hợp nhận thấy có sự không tương ứng giữa hệ số thấm với đặc điểm thành phần, cấu trúc đất ở đáy hố (theo quan sát), thì sau khi thí nghiệm, cần đào (hoặc khoan) sâu dưới đáy hố từ 0,5÷1,0 m để quan sát, mô tả đất kỹ lưỡng để làm sáng tỏ lát cắt địa chất thực tế của vùng thấm và có kết luận chính xác về kết quả thí nghiệm.

Hệ số thấm của đất được tính toán theo định luật Darcy, dựa trên ba giả thiết sau đây: (a) Dòng thấm từ đáy hố đào ở trong vòng chắn hướng thẳng xuống đất, không chảy tản ra các phía, nên tiết diện thấm bằng tiết diện của vòng chắn; (b) Bỏ qua áp lực mao dẫn; (c) Do chiều cao cột nước áp lực bằng 10 cm là khá nhỏ, nên giả thiết gradient thủy lực bằng 1 tức là vận tốc thấm bằng hệ số thấm.

#### 5.2.5 Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo thí nghiệm gồm các thông tin sau:

- Tên công trình (dự án), hạng mục công trình (dự án), giai đoạn thực hiện.
- Đơn vị thí nghiệm, người thí nghiệm.
- Vị trí và số hiệu hố thí nghiệm, độ sâu hố đào, cao trình đáy hố đào.
- Tóm tắt đặc điểm của đất, kèm theo lát cắt địa chất hố đào.
- Phương pháp thí nghiệm.

- Thông số thiết bị thí nghiệm sử dụng: vòng chắn, hệ thống cấp nước.
- Thời gian tiến hành thí nghiệm: ngày, giờ..... (bắt đầu); ngày, giờ..... (kết thúc).
- Hệ số thấm đứng của đất,  $K_v$  (cm/s).
- Các thông tin khác có liên quan.

### 5.3 Phương pháp của hai vòng chắn

#### 5.3.1 Phạm vi áp dụng

Phương pháp này được dùng để xác định hệ số thấm đứng  $K_v$ , phù hợp với các loại đất hạt mịn và đất hạt mịn lẫn ít sạn sỏi có tính thấm từ vừa đến nhỏ ( $K \leq 1.10^{-4}$  cm/s), thuộc đới không bão hòa, có mặt lớp xuất lộ hoặc ở độ sâu không quá 1,5 m để có thể đào thủ công hoặc bằng máy.

#### 5.3.2 Dụng cụ thí nghiệm

1) Hai vòng chắn bằng thép, hình trụ, cao từ 20÷30 cm, thành dày từ 3÷5 mm và một đầu được cắt vát mép ngoài. Vòng chắn to đường kính trong 50 cm và vòng chắn nhỏ đường kính trong 25 cm, vòng chắn nhỏ lồng đồng tâm trong vòng chắn to và liên kết chặt với vòng chắn to bởi các thanh giằng cứng.

2) Thùng đo lưu lượng: Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lõi lõm, đường kính trong từ 20÷40 cm, chiều cao từ 50÷100 cm. Hai van xả đối xứng nhau được gắn vào phần dưới của thùng đo. Một van nối thông với ống đo mực nước và một van nối với ống dẫn nước. Ống đo mực nước và bảng thang đo chia vạch mm được gắn vào thành thùng đo.

Thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc. Trước khi sử dụng, phải hiệu chuẩn để xác định lượng nước ứng với từng vạch mm trên thang đo của thùng. Lập biểu đồ quan hệ giữa số đo (mm) trên thang đo (kể từ mốc số 0 ở gần miệng thùng) với lượng nước tương ứng của thùng (cm<sup>3</sup> hoặc lít) để tiện sử dụng khi thí nghiệm. Chú ý kiểm tra van và các ống nối để đảm bảo các linh kiện này không bị rò rỉ nước.

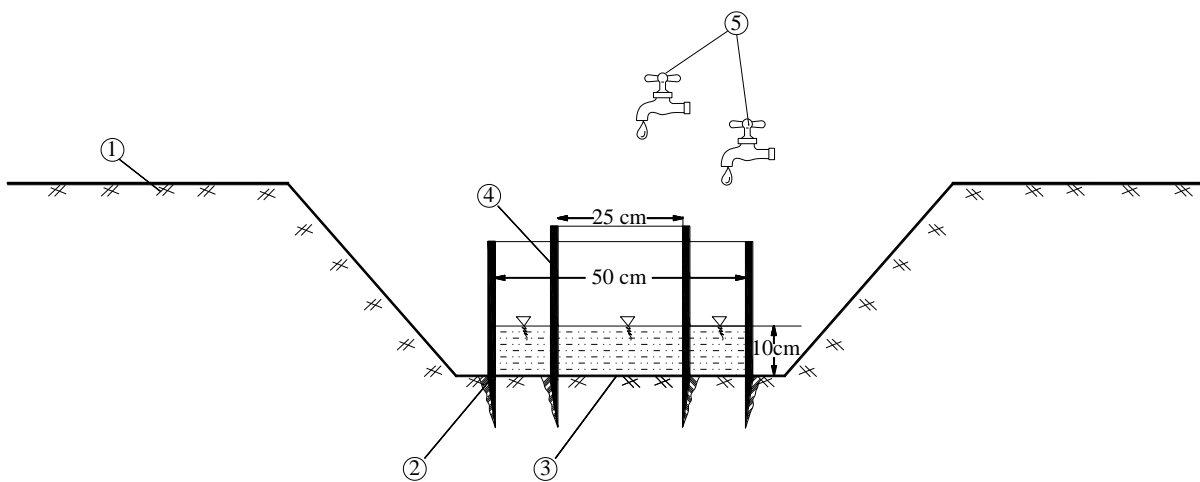
3) Thiết bị khoan, đào, dụng cụ lấy mẫu để xác định độ ẩm của đất.

4) Các dụng cụ để xác định độ ẩm của đất ở hiện trường theo TCVN 8728 gồm cân kỹ thuật, bếp ga, cón, hộp nhôm.

5) Các dụng cụ hỗ trợ khác như sổ ghi chép, đồng hồ bấm giây, đồng hồ chỉ giờ, dụng cụ đào hố, thanh gạt phẳng, thước đo chiều dài, thùng chứa nước dự trữ, khay đựng đất, búa, thanh gỗ, đất sét dẻo, sỏi sạn.

#### 5.3.3 Các bước thí nghiệm

- 1) San bằng mặt đất tại vị trí thí nghiệm. Đào hố có kích thước khoảng 1,0 m x 1,5 m, có độ sâu đến mặt lớp đất cần xác định hệ số thấm. Gạt bằng bề mặt đáy hố nhưng không làm lấp bịt các lỗ hổng tự nhiên của đất.
- 2) Đặt hai vòng chắn đồng tâm với đầu vát mép xuống đáy hố. Đặt thanh gỗ lên đầu trên của vòng chắn rồi dùng búa đóng sao cho hai vòng chắn ngập đều vào đất từ 5÷6 cm. Lấy đất sét ẩm nhét kín khe hở giữa đáy hố với mép ngoài của vòng chắn nhỏ và vòng chắn to.
- 3) Kẹp chặt một thước đo vào mép trong của vòng chắn nhỏ và một thước đo vào mép trong của vòng chắn to, đảm bảo thước thẳng đứng và vạch số không (0) ngang với đáy hố, đánh dấu mốc chiều cao 10 cm lên mép trong của vòng chắn nhỏ và vòng chắn to. Sau đó, rải đều lên đáy hố bên trong vòng chắn một lớp sỏi sạn (cỡ hạt từ 2 ÷ 10 mm) dày từ 2÷3 cm, để chống xói đáy hố khi đổ nước.
- 4) Lập lát cát địa chất hố đào thí nghiệm đổ nước.
- 5) Lắp đặt thiết bị cấp nước (được mô tả trong 5.2.2.2) vào vị trí thuận tiện cho việc cấp nước thí nghiệm, thùng định chuẩn chứa đầy nước được đặt và cân chỉnh cho thẳng đứng.
- 6) Đặt đầu ống dẫn đã được nối với van xả của thùng chứa nước dự trữ vào đáy hố bên trong vòng chắn nhỏ và khoảng trống giữa hai vòng chắn. Mở van xả của thùng chứa nước dự trữ cho nước chảy từ từ vào hố với tốc độ dâng mực nước không quá 0,5 cm/phút cho đến khi đạt chiều cao lớp nước bên trong vòng chắn nhỏ và khoảng trống giữa hai vòng chắn là 10 cm thì khóa van lại. Cắt nguồn cấp nước từ thùng dự trữ, bỏ đầu ống dẫn nước ra khỏi hố. Đặt đầu ống dẫn từ thùng định chuẩn vào đáy hố bên trong vòng chắn nhỏ và khoảng trống giữa hai vòng chắn, mở van của thùng định chuẩn để nước chảy từ từ vào hố. Quá trình cấp nước được diễn ra liên tục để đảm bảo chiều cao lớp nước bên trong vòng chắn nhỏ và khoảng trống giữa hai vòng chắn luôn bằng 10 cm.



CHÚ DẪN:            1. Mặt đất tự nhiên            3. Đáy hố đào            5. Dụng cụ cấp nước  
                              2. Đất sét chèn khe hở        4. Vòng chắn

**Hình 3: Sơ đồ thí nghiệm đổ nước trong hố đào theo phương pháp hai vòng chắn**

- 7) Quan trắc thấm

Ghi thời gian bắt đầu quan trắc thấm (ngày, giờ, phút, giây) vào sổ thí nghiệm, đọc và ghi số đo mực nước trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn, chính xác đến 1 mm. Sau đó, liên tục theo dõi và đọc số đo mực nước của thùng cấp nước định chuẩn theo khoảng thời gian định kỳ 10÷30 phút/lần. Trong quá trình quan trắc, tính toán lưu lượng nước cấp vào đáy hố bên trong vòng chắn nhỏ Q (cm<sup>3</sup>/s) của từng khoảng thời gian đọc số đo trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn. Tiến hành thí nghiệm cho tới khi lưu lượng thấm đạt đến giá trị ổn định thì dừng.

8) Thu dọn thiết bị cấp nước, mức hết nước trong hố ra và đưa các vòng chắn ra ngoài. Sau đó, khoan hoặc đào một lỗ ở tâm hố thí nghiệm sâu đến 0,5÷1 m và đào hoặc khoan một hố khác cách hố này khoảng 2÷3 m cho đến độ sâu tương ứng. Tại các lỗ khoan (hoặc đào) này, theo độ sâu, với khoảng cách trung bình từ 10÷15 cm lấy một mẫu đất để thí nghiệm độ ẩm làm cơ sở để xác định độ sâu thấm nước, H (cm), khi thí nghiệm kết thúc.

9) Khi kết thúc thí nghiệm, tiến hành thu dọn dụng cụ và lấp hố theo quy định ở điều 4.5.

#### GHI CHÚ:

*Trong quá trình thí nghiệm, phải đảm bảo cung cấp nước liên tục và đồng thời vào đáy hố bên trong vòng chắn nhỏ và khoảng trống giữa hai vòng chắn, duy trì cột nước không đổi bằng 10 cm.*

*Cần quan sát kiểm tra dấu hiệu nước rò rỉ qua chân vòng chắn. Nếu có rò rỉ xảy ra, cần dừng thí nghiệm để bịt chỗ rò rỉ và tiến hành thí nghiệm lại từ đầu.*

*Lưu lượng thấm được coi là đạt đến ổn định nếu như lưu lượng thấm trong ba lần đo liên tiếp không đổi hoặc giá trị lần cuối không chênh lệch quá 10% so với trung bình của ba lần đo liên tiếp.*

#### 5.3.4 Tính toán kết quả

1) Lập lát cát địa chất hố đào, gồm cả phần khoan lỗ kiểm tra và lát cát địa chất của lỗ khoan kiểm tra nằm ngoài hố đào.

2) Tính toán lượng nước thấm V (cm<sup>3</sup>) của từng khoảng thời gian giữa hai lần đọc số đo trên thùng cấp nước định chuẩn và lưu lượng thấm Q (cm<sup>3</sup>/s) tương ứng qua đáy hố bên trong vòng chắn nhỏ. Lập biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng (Q) và thời gian (t), xác định trị số lưu lượng thấm ổn định (Q<sub>c</sub>), tương tự như ở mục 5.2.4.2.

3) Thí nghiệm độ ẩm và xác định độ ẩm của đất từ các mẫu thí nghiệm được lấy ở các độ sâu khác nhau trong lỗ khoan (hoặc đào) kiểm tra. Lập biểu đồ quan hệ giữa độ ẩm của đất và độ sâu, xác định chiều sâu nước thấm xuống đất (H) sau khi thí nghiệm (chiều sâu tính từ đáy hố đào đến vị trí mà tại đó độ ẩm của đất giảm đột biến rõ ràng hoặc bằng độ ẩm của đất ở hố quan sát).

4) Tính hệ số thấm của đất theo công thức 3:

$$K_v = \frac{Q_c \cdot H}{A(H_o + H_k + H)} \quad (3)$$

trong đó:

$K_v$  là hệ số thấm đứng của đất, cm/s;

$Q_c$  là lưu lượng thấm ổn định,  $\text{cm}^3/\text{s}$ ;

A là diện tích tiết diện thấm,  $A = \frac{3,14 \times d^2}{4}$ ,  $\text{cm}^2$ ;

với: d là đường kính trong của vòng chắn nhỏ, cm;

$H_0$  là chiều cao cột nước thí nghiệm ở trong vòng chắn, luôn không đổi, bằng 10 cm;

H là chiều sâu nước thấm vào đất sau khi kết thúc thí nghiệm, được xác định theo 5.3.4.3, cm;

$H_k$  là cột nước mao dẫn, tùy thuộc vào loại đất xác định hệ số thấm, được lấy gần đúng theo Bảng 1.

**Bảng 1: Bảng tra cứu trị số cột nước mao dẫn của đất**

Loại đất	Cột nước mao dẫn $H_k$ (cm)
Đất sét, đất sét pha bụi	100,0
Đất sét pha cát	80,0
Đất bụi	60,0
Đất bụi pha cát	40,0
Đất cát hạt nhỏ - hạt mịn pha sét	30,0
Cát hạt nhỏ - hạt mịn	20,0
Cát hạt vừa	10,0
Cát hạt to	5,0

### 5.3.5 Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo kết quả thí nghiệm gồm các thông tin như đã nêu trong 5.2.5.

## 6 Thí nghiệm đổ nước trong hố khoan

### 6.1 Nguyên tắc thí nghiệm

Khoan tạo lỗ, phân đoạn thí nghiệm trong hố khoan, đổ nước vào trong hố khoan cho từng đoạn thí nghiệm và tính toán hệ số thấm theo định luật Darcy. Tùy theo loại đất, áp dụng phương pháp cột nước không đổi hoặc cột nước hạ dần để xác định hệ số thấm.

Với phương pháp cột nước không đổi, đổ nước liên tục vào trong hố khoan để chiều cao cột nước ( $H_0$ ) luôn không đổi, tiến hành thí nghiệm cho đến khi đạt được lưu lượng thấm ổn định ( $Q_c$ ).

Với phương pháp cột nước hạ dần, đổ nước vào trong hố khoan và xác định chiều cao cột nước ban đầu ( $H_0$ ), sau đó theo dõi quá trình hạ dần của cột nước ( $H_t$ ) theo thời gian, tiến hành thí nghiệm cho đến khi tỷ số  $H_t/H_0$  nhỏ hơn 25%.

### 6.2 Các yêu cầu kỹ thuật chung

#### 6.2.1 Đường kính hố khoan

Hố khoan để thí nghiệm đổ nước phải có đường kính (D) phù hợp với thành phần hạt của đất thí nghiệm, được áp dụng như sau:

- +) Đối với đất hạt mịn và đất cát không chứa hoặc có chứa sạn sỏi hạt nhỏ (hạt cỡ từ 2÷5 mm), D không nhỏ hơn 76 mm.
- +) Đối với đất có chứa sạn sỏi hạt trung (hạt cỡ từ 5÷20 mm), D không nhỏ hơn 150 mm.
- +) Đối với đất có chứa sạn sỏi hạt to (hạt cỡ từ 20÷60 mm), D không nhỏ hơn 250 mm.

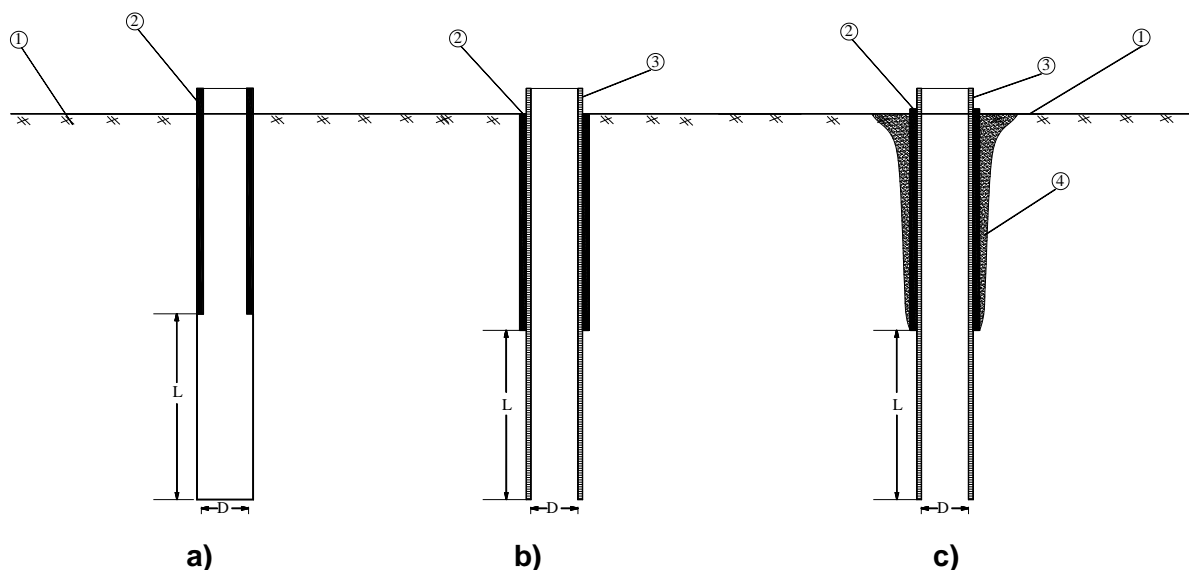
**6.2.2 Các phương pháp khoan tạo lỗ**

Khi khoan tạo lỗ để thí nghiệm đồ nước, cần áp dụng phương pháp khoan phù hợp với từng loại đất. Khoan sâu từng hiệp không quá 1 m và xem xét, mô tả đầy đủ các đặc điểm về thành phần, trạng thái, kết cấu của đất. Khi khoan trong đất kém ổn định, khoan sâu đến đâu phải hạ ống chống vách đến đó, tuyệt đối không được dùng dung dịch sét để gia cố thành vách hố. Có thể lựa chọn các phương pháp khoan như sau:

- +) Đối với loại đất có tính ổn định kém (đất hạt thô hoặc đất hạt mịn ở trạng thái dẻo mềm, dẻo chảy, chảy), có tính tan rã hoặc trương nở mạnh trong môi trường nước: Loại này phải sử dụng phương pháp khoan xoay không bơm rửa (khoan khô).
- +) Đối với loại đất có tính ổn định cao (đất hạt mịn ở trạng thái dẻo cứng, nửa cứng, cứng), có tính không tan rã và không trương nở trong môi trường nước: Loại này có thể sử dụng một trong các phương pháp sau như khoan xoay không bơm rửa (khoan khô) hoặc khoan guồng xoắn.

**6.2.3 Các phương pháp phân đoạn thí nghiệm**

Tùy theo từng đặc điểm về thành phần, kết cấu, trạng thái của đất mà lựa chọn các phương pháp phân đoạn thí nghiệm đồ nước trong hố khoan phù hợp. Phương pháp phân đoạn cần đảm bảo đoạn thí nghiệm không thay đổi về hình dạng, kích thước trong quá trình thí nghiệm, nước không được thoát ra ngoài phạm vi đoạn thí nghiệm đã được khống chế. Có thể lựa chọn các phương pháp phân đoạn thí nghiệm đồ nước như sau:



CHÚ DẪN: 1. Mặt đất tự nhiên 3. Ống lọc L: Chiều dài đoạn thí nghiệm  
 2. Ống chống 4. Vữa bentonite D: Đường kính đoạn thí nghiệm

**Hình 4: Các sơ đồ phân đoạn thí nghiệm đồ nước trong hố khoan**

+) Đối với loại đất có tính ổn định cao (đất hạt mịn ở trạng thái dẻo cứng, nửa cứng, cứng), có tính không tan rã và không trương nở trong môi trường nước: Loại này sử dụng ống chống bằng kim loại hoặc nhựa tổng hợp để phân đoạn thí nghiệm với phần còn lại của hố khoan (Hình 4a).

+) Đối với loại đất có tính ổn định kém (đất hạt thô hoặc đất hạt mịn ở trạng thái dẻo mềm, dẻo chảy, chảy), có tính tan rã hoặc trương nở mạnh trong môi trường nước: Loại này sử dụng ống chống kết hợp ống lọc để phân đoạn thí nghiệm với phần còn lại của hố khoan (Hình 4b).

+) Đối với loại đá phong hóa mạnh: Loại này sử dụng ống chống, kết hợp ống lọc và dung dịch vữa bentonite để phân đoạn thí nghiệm với phần còn lại của hố khoan (Hình 4c).

### **6.3 Phương pháp cột nước không đổi**

#### **6.3.1 Phạm vi áp dụng**

Phương pháp này được dùng để xác định hệ số thấm ngang  $K_h$ , phù hợp đối với các loại đất hạt mịn và đất hạt thô có tính thấm từ vừa đến lớn ( $1.10^{-5} \text{ cm/s} \leq K \leq 1.10^{-2} \text{ cm/s}$ ), thuộc đới không bão hòa hoặc bão hòa nước.

#### **6.3.2 Dụng cụ thí nghiệm**

1) Thiết bị khoan máy hoặc thủ công, mũi khoan và đường kính mũi khoan phù hợp với các quy định ở mục 6.2.1.

2) Ống chống bằng kim loại hoặc nhựa tổng hợp có đường kính phù hợp với đường kính mũi khoan, chiều dài phù hợp với độ sâu đoạn đo nước.

3) Ống lọc có đường kính phù hợp với đường kính lỗ khoan và chiều dài bằng chiều cao đoạn đo nước, đồng thời phải có khả năng thấm nước tốt hơn so với khả năng thấm nước của đất thí nghiệm, nhưng có thể ngăn chặn các hạt mịn chui qua theo nước.

4) Thùng đo lưu lượng: Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lỗi lõm, đường kính trong từ 20÷40 cm, chiều cao từ 50÷100 cm. Hai van xả đối xứng nhau được gắn vào phần dưới của thùng đo. Một van nối thông với ống đo mực nước và một van nối với ống dẫn nước. Ống đo mực nước và bảng thang đo chia vạch mm được gắn vào thành thùng đo.

Thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc. Trước khi sử dụng, phải hiệu chuẩn để xác định lượng nước ứng với từng vạch mm trên thang đo của thùng. Lập biểu đồ quan hệ giữa số đo (mm) trên thang đo (kể từ mốc số 0 ở gần miệng thùng) với lượng nước tương ứng của thùng ( $\text{cm}^3$  hoặc lít) để tiện sử dụng khi thí nghiệm. Chú ý kiểm tra van và các ống nối để đảm bảo các linh kiện này không bị rò rỉ nước.

5) Nước dùng để thí nghiệm phải phù hợp với quy định nêu trong 4.2.

6) Các dụng cụ hỗ trợ khác như thiết bị khoan, đồng hồ bấm giây, đồng hồ đo lưu lượng, máy bơm nước, ống dẫn, thước chữ T, thước đo mực nước, thùng chứa nước dự trữ, bentonite, sỏi sạn.



### 6.3.3 Các bước thí nghiệm

- 1) Thu thập và tham khảo tài liệu mặt cắt địa chất các hố khoan đã có ở lân cận vị trí thí nghiệm. Lựa chọn vị trí hố khoan và đoạn đồ nước thí nghiệm trong lớp đất cần nghiên cứu sao cho phù hợp với quy định trong 4.3.
  - 2) Xác định cao độ và tọa độ miệng hố khoan thí nghiệm đồ nước.
  - 3) Khoan đến đáy đoạn thí nghiệm đồ nước, việc khoan phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.2. Hạ ống chống đến đầu trên của đoạn thí nghiệm đồ nước để phân đoạn, việc phân đoạn thí nghiệm đồ nước phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.3. Đỉnh của ống chống nên cao hơn miệng hố khoan từ 20 ÷ 50 cm để thuận tiện cho quá trình thí nghiệm đồ nước.
  - 4) Vét sạch mùn khoan ở đáy hố khoan bằng dụng cụ chuyên dụng (có thể sử dụng mũi khoan thìa), đo chính xác chiều sâu hố khoan, rồi xác định chiều dài đoạn thí nghiệm đồ nước L (kể từ đáy hố), nên lấy L nhỏ hơn từ 3÷5 m.
  - 5) Đổ vào đáy hố khoan một lớp sạn sỏi (cỡ hạt từ 2 ÷ 10 mm) dày từ 2÷3 cm, để chống xói đáy hố khi đồ nước.
  - 6) Rửa hố khoan bằng cách đặt đầu ống dẫn đã được nối với van xả của thùng chứa nước dự trữ vào đáy hố khoan. Mở van xả của thùng chứa nước dự trữ để nước chảy từ từ vào hố khoan cho đến khi dâng tới đầu trên của đoạn thí nghiệm đồ nước thì dừng lại. Sau đó, dùng bơm hút nước ra, tiến hành như vậy từ 3÷4 lần.
  - 7) Tiếp tục mở van xả của thùng chứa nước dự trữ để nước chảy từ từ vào hố khoan cho đến khi dâng tới gần đỉnh ống chống thì dừng lại. Đặt thước chữ T lên trên đỉnh ống chống, đầu đo của thước đặt bên trong ống chống. Đánh dấu vị trí trên thước chữ T để duy trì mực nước ổn định trong ống chống.
  - 8) Lắp đặt thiết bị cấp nước vào vị trí thuận tiện, thùng định chuẩn chứa đầy nước được đặt và cân chỉnh cho thẳng đứng. Đặt đầu ống dẫn từ thùng định chuẩn vào bên trong ống chống và mở van để nước chảy từ từ vào trong ống chống. Điều chỉnh van xả của thùng định chuẩn để quá trình cấp nước được diễn ra liên tục và đảm bảo chiều cao cột nước trong ống chống không thay đổi theo vị trí đã định sẵn trên thước chữ T.
  - 9) Quan trắc thấm
- Ghi thời gian bắt đầu quan trắc thấm (ngày, giờ, phút, giây) vào sổ thí nghiệm, đọc và ghi số đo mực nước trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn, chính xác đến 1 mm. Sau đó, liên tục theo dõi và đọc số đo mực nước của thùng cấp nước định chuẩn theo khoảng thời gian định kỳ 10÷30 phút/lần. Trong quá trình quan trắc, tính toán lưu lượng nước cấp vào ống chống Q (cm<sup>3</sup>/s) của từng khoảng thời gian đọc số đo trên thang đo của thùng cấp nước định chuẩn. Tiến hành thí nghiệm cho tới khi lưu lượng thấm đạt đến giá trị ổn định thì dừng.

10) Kết thúc thí nghiệm, thu dọn thiết bị dụng cụ và rút ống lọc, ống chống lên khỏi hố, hút nước khỏi hố khoan và lấp hố khoan theo quy định tại 4.5.

#### GHI CHÚ:

*Phải có nước dự trữ để đảm bảo quá trình cấp nước liên tục vào ống chống để duy trì mực nước không thay đổi.*

*Lưu lượng thấm được coi là đạt đến ổn định nếu như lưu lượng thấm trong ba lần đo liên tiếp không đổi hoặc giá trị lần cuối không chênh lệch quá 10% so với trung bình của ba lần đo liên tiếp.*

*Trong trường hợp lưu lượng nước thấm lớn, dùng đồng hồ đo lưu lượng thay thế cho thùng cấp nước định chuẩn để xác định lưu lượng thấm.*

*Đối với loại đất có tính ổn định cao như quy định ở mục 6.2.3, ống chống được hạ tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

*Đối với loại đất có tính ổn định kém như quy định ở mục 6.2.3, ống chống phải hạ tới đáy hố và được thực hiện ngay sau khi khoan tạo lỗ, tiếp đó hạ ống lọc và rút ngược ống tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

*Đối với loại đá phong hóa mạnh, đường kính mũi khoan phía trên đoạn thí nghiệm phải lớn hơn đường kính ống chống từ 4÷5 cm để đảm bảo chiều dày lớp vữa bentonite lớn hơn từ 2÷3 cm. Ống chống phải hạ tới đáy hố và được thực hiện ngay sau khi khoan tạo lỗ, tiếp đó hạ ống lọc và rút ngược ống tới đầu trên của đoạn thí nghiệm. Bentonite được trộn với nước ở dạng lỏng và đưa vào khe hở bằng cách bơm ngược từ dưới lên trên.*

#### 6.3.4 Tính toán kết quả

1) Lập lát cắt địa chất hố khoan thí nghiệm đổ nước theo tài liệu khoan.

2) Tính toán lượng nước thấm  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) của từng khoảng thời gian giữa hai lần đọc số đo trên bình cấp nước định chuẩn vào ống chống. Lập biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng ( $Q$ ) và thời gian ( $t$ ), xác định trị số lưu lượng thấm ổn định ( $Q_c$ ), tương tự như ở mục 5.2.4.2.

3) Tính hệ số thấm của đất theo công thức 4:

$$K_h = \frac{Q_c}{F.H_c} \quad (4)$$

trong đó:

$K_h$  là hệ số thấm ngang của đất,  $\text{cm/s}$ ;

$Q_c$  là lưu lượng thấm ổn định,  $\text{cm}^3/\text{s}$ ;

$F$  là thông số lấy nước,  $\text{cm}$ , được xác định theo như chỉ dẫn ở Bảng 2;

$D$  là đường kính đoạn thí nghiệm,  $\text{cm}$ ;

$L$  là chiều dài đoạn thí nghiệm,  $\text{cm}$ ;

$L'$  là chiều dài đoạn thí nghiệm phía trên mực nước ngầm,  $\text{cm}$ ;

$H_c$  là chiều cao cột nước thí nghiệm được xác định như sau (Hình 4):

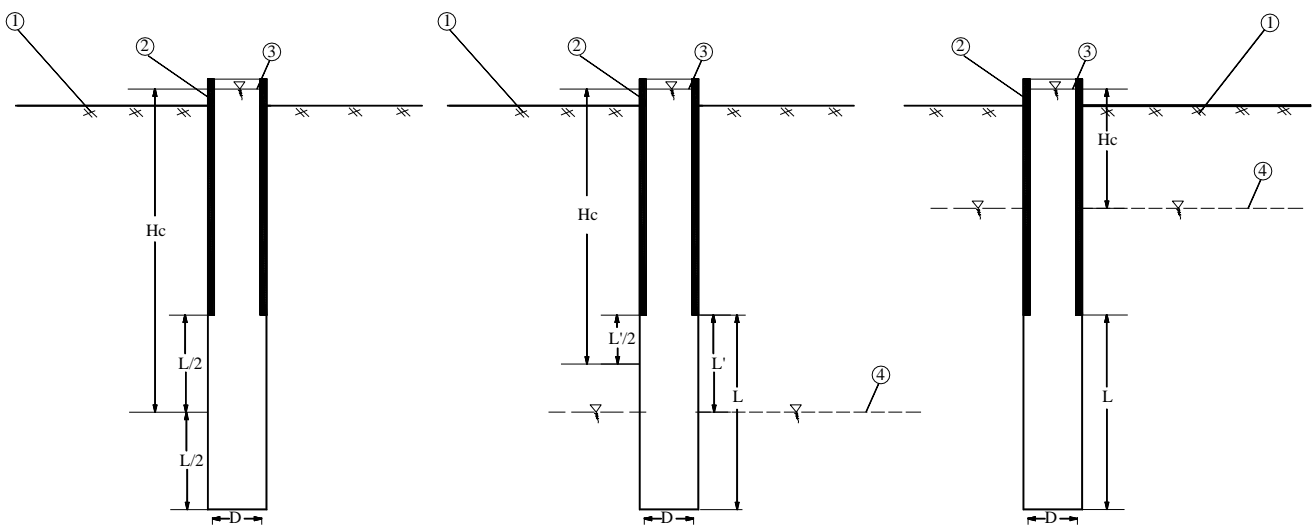
+) Nếu đoạn thí nghiệm ở trên mực nước ngầm thì  $H_c$  là khoảng cách từ mực nước trong ống chống đến điểm giữa của đoạn thí nghiệm  $L$ .

+) Nếu đoạn thí nghiệm ở dưới mực nước ngầm thì  $H_c$  là khoảng cách từ mực nước trong ống chống đến mực nước ngầm.

+) Nếu đoạn thí nghiệm có một phần ở trên mực nước ngầm với chiều dài  $L'$  thì  $H_c$  là khoảng cách từ mực nước trong ống chống đến điểm giữa của đoạn thí nghiệm  $L'$

**Bảng 2: Bảng xác định trị số hệ số hấp phụ nước F**

STT	Trường hợp thí nghiệm	Hệ số hấp phụ nước F(cm)
1	$L = 0$	$F = \pi.D$
2	$0,7 < L/D < 1,2$	$F = \pi.D \sqrt{\frac{4.L}{D} + 1}$
3	$1,2 < L/D < 10$	$F = \frac{2. \pi .L}{\ln \left( \frac{L}{D} + \sqrt{\left( \left( \frac{L}{D} \right)^2 + 1} \right)} \right)}$
4	$L/D > 10$	$F = \frac{2. \pi .L}{\ln \left( 2. \frac{L}{D} \right)}$



CHÚ DẪN: 1. Mặt đất tự nhiên 3. Mực nước trong ống chống L. Chiều dài đoạn thí nghiệm  
 2. Ống chống 4. Mực nước ngầm ổn định D. Đường kính đoạn thí nghiệm  
 L': Chiều dài đoạn thí nghiệm phía trên mực nước ngầm

**Hình 4: Sơ đồ xác định cột nước  $H_c$  của nghiệm đồ nước trong hố khoan**

GHI CHÚ:

Khi chiều dài đoạn thí nghiệm  $L = 0$  (đáy ống chống ở đáy hố khoan), thì hệ số thấm xác định được trong trường hợp này là hệ số thấm đứng  $K_v$ .

Mực nước ngầm ổn định trong hố khoan phải được xác định theo chỉ dẫn ở tiêu chuẩn TCVN 9155.

### 6.3.5 Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo thí nghiệm gồm các thông tin sau:

- Tên công trình (dự án), hạng mục công trình (dự án), giai đoạn thực hiện.
- Đơn vị thí nghiệm, người thí nghiệm.
- Vị trí và số hiệu khoan thí nghiệm đổ nước, cao, tọa độ miệng hố khoan.
- Chiều sâu hố khoan, đường kính hố khoan.
- Chiều dài ống chống, đường kính ống chống.
- Chiều dài ống lọc, đường kính ống lọc.
- Phương pháp khoan.
- Thông số kỹ thuật của thùng đo lưu lượng.
- Hệ số thấm ngang của đất,  $K_h$  (cm/s).
- Các thông tin khác có liên quan.

## 6.4 Phương pháp cột nước hạ dần

### 6.4.1 Phạm vi áp dụng

Phương pháp này được dùng để xác định hệ số thấm ngang  $K_h$ , phù hợp đối với các loại đất hạt mịn có tính thấm từ vừa đến nhỏ ( $1.10^{-7}$  cm/s  $\leq K \leq 1.10^{-4}$  cm/s), thuộc đới không bão hòa hoặc bão hòa nước.

### 6.4.2 Dụng cụ thí nghiệm

- 1) Thiết bị khoan máy hoặc thủ công, mũi khoan với đường kính mũi khoan phù hợp với các quy định ở mục 6.2.1.
- 2) Ống chống bằng kim loại hoặc nhựa tổng hợp có đường kính phù hợp với đường kính mũi khoan, chiều dài phù hợp với độ sâu đoạn đổ nước.
- 3) Ống lọc có đường kính phù hợp với đường kính lỗ khoan và chiều dài bằng chiều cao đoạn đổ nước, đồng thời phải có khả năng thấm nước tốt hơn so với khả năng thấm nước của đất thí nghiệm, nhưng có thể ngăn chặn các hạt mịn chui qua theo nước.
- 4) Thùng đo lưu lượng: Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lồi lõm, đường kính trong từ 20÷40 cm, chiều cao từ 50÷100 cm. Hai van xả đối xứng nhau được gắn vào phần dưới của thùng đo. Một van nối thông với ống đo mực nước và một van nối với ống dẫn nước. Ống đo mực nước và bảng thang đo chia vạch mm được gắn vào thành thùng đo.

Thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc. Trước khi sử dụng, phải hiệu chuẩn để xác định lượng nước ứng với từng vạch mm trên thang đo của thùng. Lập biểu đồ quan hệ

giữa số đo (mm) trên thang đo (kể từ mốc số 0 ở gần miệng thùng) với lượng nước tương ứng của thùng ( $\text{cm}^3$  hoặc lít) để tiện sử dụng khi thí nghiệm. Chú ý kiểm tra van và các ống nối để đảm bảo các linh kiện này không bị rò rỉ nước.

- 5) Dụng cụ đo mực nước (thường là thước đo điện).
- 6) Nước dùng để thí nghiệm phải phù hợp với quy định nêu trong 4.2
- 7) Các dụng cụ hỗ trợ khác như thiết bị khoan, đồng hồ bấm giây, đồng hồ chỉ giờ, đồng hồ đo lưu lượng, máy bơm nước, ống dẫn, thước chữ T, thùng chứa nước dự trữ, bentonite, sỏi sạn.

#### 6.4.3 Các bước thí nghiệm

- 1) Thu thập và tham khảo tài liệu mặt cắt địa chất các hố khoan đã có ở lân cận vị trí thí nghiệm. Lựa chọn vị trí hố khoan và đoạn đổ nước thí nghiệm trong lớp đất cần nghiên cứu sao cho phù hợp với quy định trong 4.3.
- 2) Xác định cao độ và tọa độ miệng hố khoan thí nghiệm đổ nước.
- 3) Khoan đến đáy đoạn thí nghiệm đổ nước, việc khoan phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.2. Hạ ống chống đến đầu trên của đoạn thí nghiệm đổ nước để phân đoạn, việc phân đoạn thí nghiệm đổ nước phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.3. Đỉnh của ống chống nên cao hơn miệng hố khoan từ  $20 \div 50$  cm để thuận tiện cho quá trình thí nghiệm đổ nước.
- 4) Vét sạch mùn khoan ở đáy hố khoan bằng dụng cụ chuyên dụng (có thể sử dụng mũi khoan thìa), đo chính xác chiều sâu hố khoan, rồi xác định chiều dài đoạn thí nghiệm đổ nước L (kể từ đáy hố), nên lấy L nhỏ hơn từ  $3 \div 5$  m.
- 5) Đổ vào đáy hố khoan một lớp sạn sỏi (cỡ hạt từ  $2 \div 10$  mm) dày từ  $2 \div 3$  cm, để chống xói đáy hố khi đổ nước.
- 6) Rửa hố khoan bằng cách đặt đầu ống dẫn đã được nối với van xả của thùng chứa nước dự trữ vào đáy hố khoan. Mở van xả của thùng chứa nước dự trữ để nước chảy từ từ vào hố khoan cho đến khi dâng tới đầu trên của đoạn thí nghiệm đổ nước thì dừng lại. Sau đó, dùng bơm hút nước ra, tiến hành như vậy từ  $3 \div 4$  lần.
- 7) Tiếp tục mở van xả của thùng chứa nước dự trữ để nước chảy từ từ vào hố khoan cho đến khi dâng tới gần đỉnh ống chống thì dừng lại. Đặt thước chữ T lên trên đỉnh ống chống, đầu đo của thước đặt bên trong ống chống. Đánh dấu vị trí trên thước chữ T để khống chế mực nước trong ống chống.
- 8) Lắp đặt thiết bị cấp nước vào vị trí thuận tiện, thùng định chuẩn chứa đầy nước được đặt và cân chỉnh cho thẳng đứng. Đặt đầu ống dẫn từ thùng định chuẩn vào bên trong ống chống và mở van để nước chảy từ từ vào trong ống chống. Điều chỉnh van xả của thùng định chuẩn để để nước chảy từ từ vào trong ống chống. Khi mực nước trong ống chống dâng cao tới vị trí đã định sẵn trên thước chữ T thì dừng lại.
- 9) Quan trắc mực nước hạ dần

Ghi thời gian bắt đầu quan trắc thấm (ngày, giờ, phút, giây) vào sổ thí nghiệm, xác định giá trị cột nước ban đầu  $H_0$  tương ứng với mực nước trong ống chống ở vị trí định sẵn trên thước chữ T. Sau đó thường xuyên theo dõi và đọc số đo mực nước trong ống chống bằng thước đo mực nước theo khoảng thời gian 0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 105, 120 phút. Từ đó xác định được giá trị cột nước thay đổi theo thời gian  $H_t$ . Tiến hành thí nghiệm cho đến khi tỷ số  $H_t/H_0$  nhỏ hơn 25%.

11) Kết thúc thí nghiệm, thu dọn thiết bị dụng cụ và rút ống lọc, ống chống lên khỏi hố, rồi lấp hố khoan theo quy định tại 4.5.

**GHI CHÚ:**

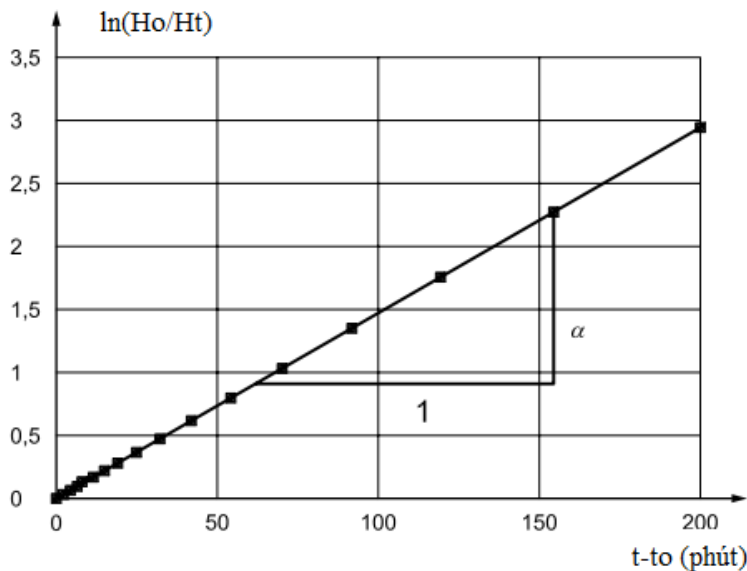
*Đối với loại đất có tính ổn định cao như quy định ở mục 6.2.3, ống chống được hạ tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

*Đối với loại đất có tính ổn định kém như quy định ở mục 6.2.3, ống chống phải hạ tới đáy hố và được thực hiện ngay sau khi khoan tạo lỗ, tiếp đó hạ ống lọc và rút ngược ống tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

**6.4.4 Tính toán kết quả**

- 1) Lập lát cắt địa chất hố khoan thí nghiệm đổ nước theo tài liệu khoan.
- 2) Tính hệ số thấm của đất theo công thức 5:

$$K_h = \frac{\alpha \cdot S}{F} \quad (5)$$



**Hình 5: Sơ đồ xác định độ dốc  $\alpha$  của thí nghiệm đổ nước trong hố khoan**

trong đó:

$K_h$  là hệ số thấm ngang của đất, cm/s;

$S$  là diện tích mặt cắt ngang bên trong của ống chống, cm<sup>2</sup>;

D là đường kính đoạn thí nghiệm, cm;

L là chiều dài đoạn thí nghiệm, cm;

F là thông số lấy nước, cm, được xác định theo như chỉ dẫn ở Bảng 2 trong mục 6.3.4;

$H_0$  là chiều cao cột nước ban đầu được xác định theo như chỉ dẫn ở Hình 4 trong mục 6.3.4;

$H_t$  là chiều cao cột nước theo thời gian được xác định theo như chỉ dẫn ở Hình 4 trong mục 6.3.4;

$\alpha$  là độ dốc được xác định như trong hình 5.

**GHI CHÚ:**

*Khi chiều dài đoạn thí nghiệm  $L = 0$  (đáy ống chống ở đáy hố khoan), thì hệ số thấm xác định được trong trường hợp này là hệ số thấm đứng.*

*Mức nước ngầm ổn định trong hố khoan phải được xác định theo chỉ dẫn ở tiêu chuẩn TCVN 9155.*

#### **6.4.5 Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Báo cáo kết quả thí nghiệm gồm các thông tin như đã nêu trong 6.3.5.

## **7 Thí nghiệm mức nước trong hố khoan**

### **7.1 Phạm vi áp dụng**

Phương pháp này được dùng để xác định hệ số thấm ngang, thích hợp đối với các loại đất hạt mịn và đất hạt thô có tính thấm từ vừa đến lớn ( $1 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s} \leq K \leq 1 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}$ ), thuộc đới bão hòa nước.

### **7.2 Yêu cầu kỹ thuật chung**

Các yêu cầu kỹ thuật về đường kính hố khoan, phương pháp khoan và phương pháp cách ly đoạn thí nghiệm tương tự như ở 6.2.

### **7.3 Nguyên tắc thí nghiệm**

Khoan tạo lỗ, phân đoạn thí nghiệm trong hố khoan, mức nước ra khỏi hố khoan và xác định chênh lệch mực nước ban đầu ( $H_0$ ). Sau đó xác định thời gian để mực nước trong hố khoan hồi phục được 37% so với chênh lệch cột nước ban đầu ( $H_0$ ).

### **7.4 Dụng cụ thí nghiệm**

- 1) Thiết bị khoan máy hoặc thủ công, mũi khoan với đường kính mũi khoan phù hợp với các quy định ở mục 6.2.1.
- 2) Ống chống bằng kim loại hoặc nhựa tổng hợp có đường kính phù hợp với đường kính mũi khoan, chiều dài phù hợp với độ sâu đoạn đồ nước.
- 3) Ống lọc có đường kính phù hợp với đường kính lỗ khoan và chiều dài bằng chiều cao đoạn đồ nước, đồng thời phải có khả năng thấm nước tốt hơn so với khả năng thấm nước của đất thí nghiệm, nhưng có thể ngăn chặn các hạt mịn chui qua theo nước.

4) Ống mức bằng kim loại dài 1 m, có ren nổi và nắp bịt đầu bên dưới, có đường kính nhỏ hơn đường kính trong của ống lọc từ 2÷3 cm

5) Thùng đo lưu lượng: Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lỗi lõm, đường kính trong từ 20÷40 cm, chiều cao từ 50÷100 cm. Hai van xả đối xứng nhau được gắn vào phần dưới của thùng đo. Một van nối thông với ống đo mực nước và một van nối với ống dẫn nước. Ống đo mực nước và bảng thang đo chia vạch mm được gắn vào thành thùng đo.

Thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc. Trước khi sử dụng, phải hiệu chuẩn để xác định lượng nước ứng với từng vạch mm trên thang đo của thùng. Lập biểu đồ quan hệ giữa số đo (mm) trên thang đo (kể từ mốc số 0 ở gần miệng thùng) với lượng nước tương ứng của thùng (cm<sup>3</sup> hoặc lít) để tiện sử dụng khi thí nghiệm. Chú ý kiểm tra van và các ống nối để đảm bảo các linh kiện này không bị rò rỉ nước.

6) Dụng cụ đo mực nước (thường là thước đo điện).

7) Các dụng cụ hỗ trợ khác như đồng hồ bấm giây, đồng hồ chỉ giờ, dây dẫn, dụng cụ lấy mẫu, khay đựng mẫu, bentonite, sỏi sạn.

### **7.5 Các bước thí nghiệm**

1) Thu thập và tham khảo tài liệu mặt cắt địa chất các hố khoan đã có ở lân cận vị trí thí nghiệm. Lựa chọn vị trí hố khoan và đoạn đổ nước thí nghiệm trong lớp đất cần nghiên cứu sao cho phù hợp với quy định trong 4.3.

2) Xác định cao độ và tọa độ miệng hố khoan thí nghiệm đổ nước.

3) Khoan đến đáy đoạn thí nghiệm đổ nước, việc khoan phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.2. Hạ ống chống đến đầu trên của đoạn thí nghiệm đổ nước để phân đoạn, việc phân đoạn thí nghiệm đổ nước phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo 6.2.3. Đỉnh của ống chống nên cao hơn miệng hố khoan từ 20 ÷ 50 cm để thuận tiện cho quá trình thí nghiệm đổ nước.

4) Vét sạch mùn khoan ở đáy hố bằng dụng cụ chuyên dụng (có thể sử dụng mũi khoan thìa), đo chính xác chiều sâu hố khoan, rồi ấn định chiều dài đoạn đổ nước L (kể từ đáy hố), nên lấy L nhỏ hơn từ 3÷5 m nhưng không được nhỏ hơn 4D.

5) Đổ vào đáy hố khoan một lớp sạn sỏi (cỡ hạt từ 2 ÷ 10 mm) dày từ 2÷3 cm, để chống xói đáy hố khi đổ nước.

6) Rửa hố khoan bằng cách đặt đầu ống dẫn đã được nối với van xả của thùng chứa nước dự trữ vào đáy hố khoan. Mở van xả của thùng chứa nước dự trữ để nước chảy từ từ vào hố khoan cho đến khi dâng tới đầu trên của đoạn thí nghiệm đổ nước thì dừng lại. Sau đó, dùng bơm hút nước ra, tiến hành như vậy từ 3÷4 lần. Trong trường hợp nước trong hố khoan hồi phục nhanh, có thể không cần bơm nước vào hố khoan.



7) Dùng thước đo mực nước xác định mực nước ngầm ổn định trong hố khoan (tham khảo quy trình xác định mực nước ngầm ổn định trong hố khoan theo TCVN 9155).

8) Nối dây vào ống mức và thả vào trong hố khoan, khi sử dụng nhiều ống thì nối ren liên kết. Sau đó mức nước ra khỏi hố khoan và đổ vào thùng định chuẩn không chứa nước. Việc mức nước được thực hiện nhiều lần để đảm bảo mực nước trong hố khoan thấp hơn so với mực nước ngầm từ 2÷3 m.

9) Quan trắc mực nước hồi phục

Ghi thời gian bắt đầu quan trắc thấm (ngày, giờ, phút, giây) vào sổ thí nghiệm, xác định nhanh giá trị chênh lệch cột nước ban đầu  $H_0$  (là chênh lệch giữa mực nước ngầm ổn định ban đầu và mực nước trong hố khoan ngay sau khi kết thúc mức nước ra khỏi hố khoan). Sau đó thường xuyên theo dõi và đọc số đo mực nước trong hố khoan bằng thước đo mực nước theo khoảng thời gian định kỳ 0, 0.2, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 105, 120 phút. Từ đó xác định được giá trị chênh lệch cột nước trong hố khoan  $H_c$ . Tiến hành thí nghiệm cho đến khi tỷ số  $H_c/H_0$  nhỏ hơn 63% (Hình 6).

11) Kết thúc thí nghiệm, thu dọn thiết bị dụng cụ và rút ống lọc, ống chống lên khỏi hố, rồi lấp hố khoan theo quy định tại 4.5.

GHI CHÚ:

*Đối với loại đất có tính ổn định cao như quy định ở mục 6.2.3, ống chống được hạ tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

*Đối với loại đất có tính ổn định kém như quy định ở mục 6.2.3, ống chống phải hạ tới đáy hố và được thực hiện ngay sau khi khoan tạo lỗ, tiếp đó hạ ống lọc và rút ngược ống tới đầu trên của đoạn thí nghiệm.*

## 7.6 Tính toán kết quả

1) Lập lát cắt địa chất hố khoan thí nghiệm mức nước theo tài liệu khoan.

2) Tính hệ số thấm của đất theo công thức 6:

$$K_h = \frac{r^2 \cdot \ln\left(\frac{L}{R}\right)}{2 \cdot L \cdot T_0} \quad (6)$$

trong đó:

$K_h$  là hệ số thấm ngang của đất, cm/s;

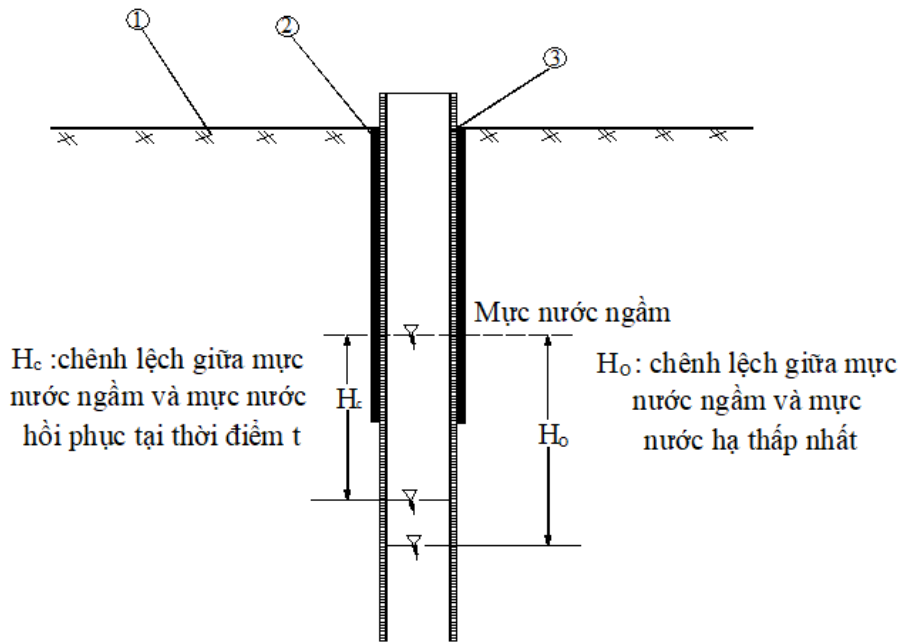
$r$  là bán kính trong của ống chống, cm;

$R$  là bán kính đoạn thí nghiệm, cm;

$L$  là chiều dài đoạn thí nghiệm, cm;

$H_c$  là chênh lệch giữa mực nước ngầm ổn định ban đầu và mực nước trong hố khoan xác định như ở hình 5;

$T_0$  là thời gian để để mực nước trong hố khoan hồi phục được 37% so với chênh lệch cột nước ban đầu ( $H_0$ ) như ở Hình 5 ( $H_c = 63\% H_0$ ).



CHÚ DẪN: 1. Mặt đất tự nhiên 2. Ống chống 3. Ống lọc L. Chiều dài đoạn thí nghiệm D. Đường kính đoạn thí nghiệm

**Hình 5: Sơ đồ xác định cột nước  $H$  của nghiệm mức nước trong hố khoan**

### 7.7 Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo thí nghiệm gồm các thông tin sau:

- Tên công trình (dự án), hạng mục công trình (dự án), giai đoạn thực hiện.
- Đơn vị thí nghiệm, người thí nghiệm.
- Vị trí và số hiệu khoan thí nghiệm đổ nước, cao, tọa độ miệng hố khoan.
- Chiều sâu hố khoan, đường kính hố khoan.
- Chiều dài ống chống, đường kính ống chống.
- Chiều dài ống lọc, đường kính ống lọc.
- Phương pháp khoan.
- Hệ số thấm ngang của đất,  $K_h$  (cm/s).
- Các thông tin khác có liên quan.

## 8 An toàn lao động và vệ sinh môi trường

Tham khảo ở Phụ lục C.

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Các bảng biểu ghi chép thí nghiệm đổ nước trong hố đào và hố khoan****Bảng A.1: Bảng ghi chép thí nghiệm đổ nước trong hố đào****a. Phần chung**

- Tên công trình: .....Hạng mục công trình:.....
- Giai đoạn khảo sát:.....
- Hố thí nghiệm đổ nước số: . Vị trí: .....
- Cao độ miệng hố: .....m. Độ sâu hố đào:.....m. Cao độ đáy hố (rón) đổ nước:.....m.
- Đặc điểm đất đá thí nghiệm (thành phần, kết cấu, trạng thái, v,v..)
- Phương pháp thí nghiệm đổ nước:.....
- Bắt đầu đổ nước lúc; .....Kết thúc đổ nước lúc:.....
- Đơn vị (cơ quan) thực hiện: Người phụ trách thí nghiệm: .....

**b. Các số liệu kỹ thuật ban đầu:**

- Kiểu thiết bị đổ nước (cấp nước) .....
- Kích thước các vòng chắn hình trụ, bằng thép:.....

Vòng to: đường kính trong: ...cm, chiều cao:.....cm, tiết diện.....(cm<sup>2</sup>).

Vòng nhỏ: đường kính trong:.....cm, chiều cao:.....cm, tiết diện:.....(cm<sup>2</sup>).

- Độ sâu đóng vào đất của các vòng:.....(cm).
- Chiều cao cột nước thí nghiệm không đổi.....(cm).

**c. Quan trắc trong quá trình đổ nước**

Ngày tháng năm	Thời gian lúc bắt đầu thí nghiệm		Thời điểm đo		Lượng nước tiêu hao			Lưu lượng nước trong thời gian hai lần đo liên tiếp, Q (cm <sup>3</sup> /s)	Lượng nước tiêu hao từ lúc bắt đầu thí nghiệm V (cm <sup>3</sup> )
	Giờ (h)	Phút (min)	Giờ (h)	Phút (min)	Số đọc trên thang đo của thùng cấp nước (vạch,mm)	Lượng nước trong thùng (cm <sup>3</sup> )	Hiệu số lượng nước của hai lần đo liên tiếp (cm <sup>3</sup> )		

**d. Các hình vẽ và đồ thị phụ trợ**

- Lát cắt địa chất hố thí nghiệm đổ nước (kể cả đoạn khoan sâu thêm sau khi đổ nước).
- Biểu đồ quan hệ giữa lượng nước và số đo trên thang đo ở ống đo của thùng đo định chuẩn,  $V=f(h)$ .
- Các biểu đồ biến đổi lưu lượng (Q) và thể tích nước tiêu hao do thấm (V) theo thời gian (t):  $Q= f(t)$  và  $V = f(t)$ .
- Biểu đồ biến đổi độ ẩm của đất dưới đáy hố theo chiều sâu sau khi đổ nước.

**Bảng A.2: Bảng ghi chép thí nghiệm đổ nước trong hố khoan**

- Tên công trình:.....Hạng mục công trình:.....
  - Giai đoạn khảo sát: .....
  - Hố thí nghiệm đổ nước số:.. Vị trí: .....
  - Cao độ miệng hố:.....(m). Độ sâu hố khoan:.....m. Đường kính hố khoan:.....(m);
  - Chiều dài đoạn thí nghiệm đổ nước (kể từ đáy hố), L (m).....
  - Ống chống vách phần hố khoan bên trên đoạn đổ nước:  
+ đường kính:.....(m); + chiều dài:.....(m);
  - Khoảng cách từ đáy hố khoan đến mực nước ngầm (nếu có): .... (m)
  - Đặc điểm đất đá thí nghiệm (thành phần, kết cấu, trạng thái) .....
  - Phương pháp thí nghiệm: .....
  - Kiểu thiết bị cấp nước: .....
  - Kiểu thiết bị đo mực nước trong hố khoan: .....
  - Thí nghiệm bắt đầu lúc:.....; Kết thúc lúc:.....
- Quan trắc khi đổ nước với cột nước không đổi, H = .....(m)

Ngày tháng năm	Thời gian lúc bắt đầu thí nghiệm		Thời điểm đo		Lượng nước tiêu hao			Lưu lượng nước trong thời gian hai lần đo liên tiếp, Q (m <sup>3</sup> /ng.đ)	Lượng nước tiêu hao từ lúc bắt đầu thí nghiệm V (m <sup>3</sup> )
	Giờ (h)	Phút (min)	Giờ (h)	Phút (min)	Số đọc trên thang đo của thùng cấp nước (mm)	Lượng nước trong thùng (m <sup>3</sup> )	Hiệu số lượng nước của hai lần đo liên tiếp (m <sup>3</sup> )		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Người thí nghiệm

Người kiểm tra

**Phụ lục B**

(Tham khảo)

**Chiều sâu nước thấm vào đất sau khi kết thúc thí nghiệm**

<b>Loại đất</b>	<b>Chiều sâu nước thấm vào đất H (cm)</b>
Đất sét (Tàn tích)	10÷30
Đất á sét (tàn tích)	20÷60
Đất sét (đầm chặt)	3÷7
Đất á sét (đầm chặt)	6÷12
Đất sét (trầm tích)	5÷15
Đất á sét (trầm tích)	10÷20
Đất á cát (trầm tích)	15÷20

## **Phụ lục C**

(Tham khảo)

### **An toàn lao động và vệ sinh môi trường**

#### **C.1 Một số quy định chung về an toàn lao động**

Công tác an toàn lao động khi thi công khoan máy, khoan tay và đào thực hiện theo quy định ở luật an toàn lao động hiện hành và cần lưu ý thêm một số nội dung sau

- 1) Tất cả các cán bộ công nhân phục vụ cho công việc khoan, đào đều phải được phổ biến về an toàn lao động;
- 2) Mọi người có mặt tại công trường đều phải mặc quần áo, đội mũ, đeo găng tay và đi giày bảo hộ lao động theo quy định hiện hành;
- 3) Đơn vị chủ quản của tổ khoan/đào có trách nhiệm hướng dẫn và tạo điều kiện để tổ khoan/đào có lán trại, đủ chỗ ăn ngủ hợp vệ sinh, phòng chống dịch bệnh đảm bảo sức khỏe cho người lao động;
- 4) Mọi công việc đều phải được tiến hành theo đúng phương án kỹ thuật khảo sát;
- 5) Khi làm việc ở độ cao từ 2 m trở lên, nhất thiết phải tuân thủ các điểm sau đây:
  - Phải thắt dây an toàn;
  - Không được đưa dụng cụ cho nhau bằng cách tung ném;
  - Lên xuống hố đào phải có bậc, lên xuống giá khoan phải dùng thang có tay vịn chắc chắn;
  - Đối với đào hố: Không được hất đất bằng xẻng mà phải dùng xô buộc dây để chuyển đất đào lên trên miệng hố;
- 6) Khi bàn giao ca, kíp/tổ trưởng khoan/đào của ca trước có trách nhiệm bàn giao cho ca sau trạng thái thiết bị, tình trạng hố khoan, tình hình sản xuất nói chung, tình hình vệ sinh, an toàn lao động, để ca sau nắm vững tình hình trước khi tiến hành khoan/đào tiếp. Sau khi nhận ca, kíp/tổ trưởng khoan/đào của ca sau phải kiểm tra tình trạng hoạt động của máy khoan, máy bơm, máy nổ. Các hư hỏng, trục trặc phải được khắc phục ngay;
- 7) Máy, thiết bị, dụng cụ khoan phải được lắp đặt, vận hành, chăm sóc, sửa chữa theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất. Trước khi sử dụng cần kiểm tra chạy thử nếu thấy tốt, hợp quy cách mới được vận hành. Mỗi máy, thiết bị khoan nên có lý lịch kỹ thuật và hồ sơ theo dõi quá trình sử dụng;
- 8) Khi máy làm việc, nếu phát hiện có hiện tượng bất thường phải lập tức ngừng máy để kiểm tra và sửa chữa kịp thời;
- 9) Các thiết bị dụng cụ nâng hạ như ròng rọc, pa lăng, cáp, móc neo, v.v... phải được sử dụng đúng sức nâng theo quy định;
- 10) Phải triệt để tuân thủ các quy định về an toàn điện đã được ban hành. Người không có chuyên môn về điện không được tiến hành lắp ráp, sửa chữa điện. Trên khoan trường dây điện phải sử dụng loại dây có vỏ cách điện tốt. Không được để đường dây điện trực tiếp tiếp xúc với tháp khoan bằng kim loại. Các thiết bị nhất thiết phải có dây tiếp đất, tháp khoan phải có dây chống sét;
- 11) Nếu thi công ban đêm phải có đầy đủ ánh sáng để đảm bảo kíp khoan có thể quan sát rõ được tất cả các vị trí trong khoan trường.

**C.2 Vệ sinh môi trường**

- 1) Cấm phóng uế, vứt rác thải bừa bãi ra trong và xung quanh khoan trường. Mọi thứ phế thải phải được đổ xuống hố chôn lấp tại vị trí thích hợp;
- 2) Không được làm nhiễm bẩn nguồn nước xung quanh khu vực khảo sát;
- 3) Phải bảo vệ cây xanh, bảo vệ rừng xung quanh khu vực khảo sát. Đây là trách nhiệm và nghĩa vụ của mọi người tham gia công tác khảo sát, không được chặt phá bừa bãi;
- 4) Hàng ngày phải vệ sinh khu vực khảo sát, nơi ở của đơn vị, khi rút quân phải tổng vệ sinh sạch sẽ.

## **Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] 14 TCN 153:2006: Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định độ thấm nước của đất bằng cách đổ nước thí nghiệm trong hố đào và trong hố khoan;
- [2] TCVN 8731: 2012: Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định độ thấm nước của đất bằng thí nghiệm đổ nước trong hố đào và trong hố khoan tại hiện trường;
- [3] Tiêu chuẩn Châu Âu – BS EN ISO 22282-1: 2012: Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật – Thí nghiệm địa chất thủy văn – Các quy định chung, tháng 6 năm 2012, đã soát xét năm 2017. BS EN ISO 22282-1: 2012 Geotechnical investigation and testing – Geohydraulic testing – General rules, June 2012, confirmed in 2017.
- [4] Tiêu chuẩn Châu Âu – BS EN ISO 22282-2: 2012: Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật – Thí nghiệm địa chất thủy văn – Thí nghiệm thấm trong hố khoan, tháng 10 năm 2012, đã soát xét năm 2017. BS EN ISO 22282-2: 2012 Geotechnical investigation and testing – Geohydraulic testing – Water permeability tests in a borehole using open systems, October 2012, confirmed in 2017.



