

# PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM THẨM THEO PHƯƠNG PHÁP CỘT NƯỚC KHÔNG ĐỔI TẠI HIỆN TRƯỜNG

ThS. **NGUYỄN HUY LONG**  
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Ngoài các phương pháp thí nghiệm trong phòng, hệ số thẩm còn được xác định bằng các phương pháp thí nghiệm hiện trường. Các phương pháp này ít làm thay đổi điều kiện tự nhiên của đất như độ chặt, tính nguyên dạng, độ bão hoà nên kết quả thí nghiệm phù hợp với thực tế hơn. Bài báo này trình bày và phân tích kết quả thí nghiệm thẩm tại một hiện trường thực tế theo phương pháp cột nước không đổi.

## 1. Giới thiệu chung

Thí nghiệm thẩm nhằm xác định hệ số thẩm của các loại đất đá khác nhau phục vụ cho công tác thiết kế và thi công đảm bảo sự ổn định của các công trình xây dựng, giao thông và thủy lợi đặc biệt là các công trình ngầm.

Trước khi tiến hành bất kỳ thí nghiệm nào cần phải xác định tầng chứa nước và biết được nó là tầng chứa nước có áp hay không áp. Việc xác định hệ số thẩm ngoài hiện trường bằng các thí nghiệm trong lỗ khoan là quá trình tiến hành làm thay đổi áp lực nước trong lỗ khoan và đo lưu lượng dòng chảy do sự chênh lệch áp lực nước này. Áp lực trong lỗ khoan có thể được làm tăng lên bằng cách ép nước vào lỗ khoan và được gọi là "thí nghiệm ép nước" hoặc có thể được làm giảm xuống bằng cách hút nước khỏi lỗ khoan và được gọi là "thí nghiệm hút nước". Áp lực nước có thể được giữ ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm (thí nghiệm theo phương pháp cột nước không đổi) hoặc thay đổi trong quá trình thí nghiệm (thí nghiệm theo phương pháp cột nước thay đổi) <sup>[1]</sup>.

Thí nghiệm thẩm tại hiện trường theo phương pháp cột nước không đổi chưa được phổ biến ở Việt Nam. So với phương pháp thí nghiệm trong phòng thì phương pháp này có những ưu điểm, nhược điểm sau:

*\* Ưu điểm:*

- Thí nghiệm tại điều kiện tự nhiên của nền đất, đảm bảo mô hình hoá đầy đủ các điều kiện thực tế về tính nguyên dạng, độ bão hoà của đất và điều kiện nước ngầm;

- Đảm bảo tính thực tế về điều kiện biên của dòng thẩm như là vị trí thí nghiệm gần với vị trí tường vây, sự phân bố tiếp giáp giữa các lớp đất khác nhau;

- Không làm thay đổi các đặc tính thủy động lực của tầng chứa nước thí nghiệm như: hệ số dẫn nước, hệ số nhả nước trọng lực, hệ số thẩm,...

- Các ảnh hưởng của việc khai thác nước ngầm đến khu vực thí nghiệm cũng đều được tính đến trong kết quả thí nghiệm.

*\* Nhược điểm:* Giá thành cho thí nghiệm còn cao, các tài liệu tham khảo chủ yếu là tài liệu của nước ngoài, thí nghiệm viên cần phải có kinh nghiệm trong việc lắp đặt các thiết bị thí nghiệm và thu thập dữ liệu tại hiện trường.

Kết quả thí nghiệm xác định hệ số thẩm của lớp cát bằng phương pháp cột nước không đổi cho nền công trình "DISCOVERY COMPLEX" tại 302 đường Cầu Giấy, Hà Nội phục vụ cho công tác thiết kế và thi công hồ đào được trình bày cụ thể dưới đây.

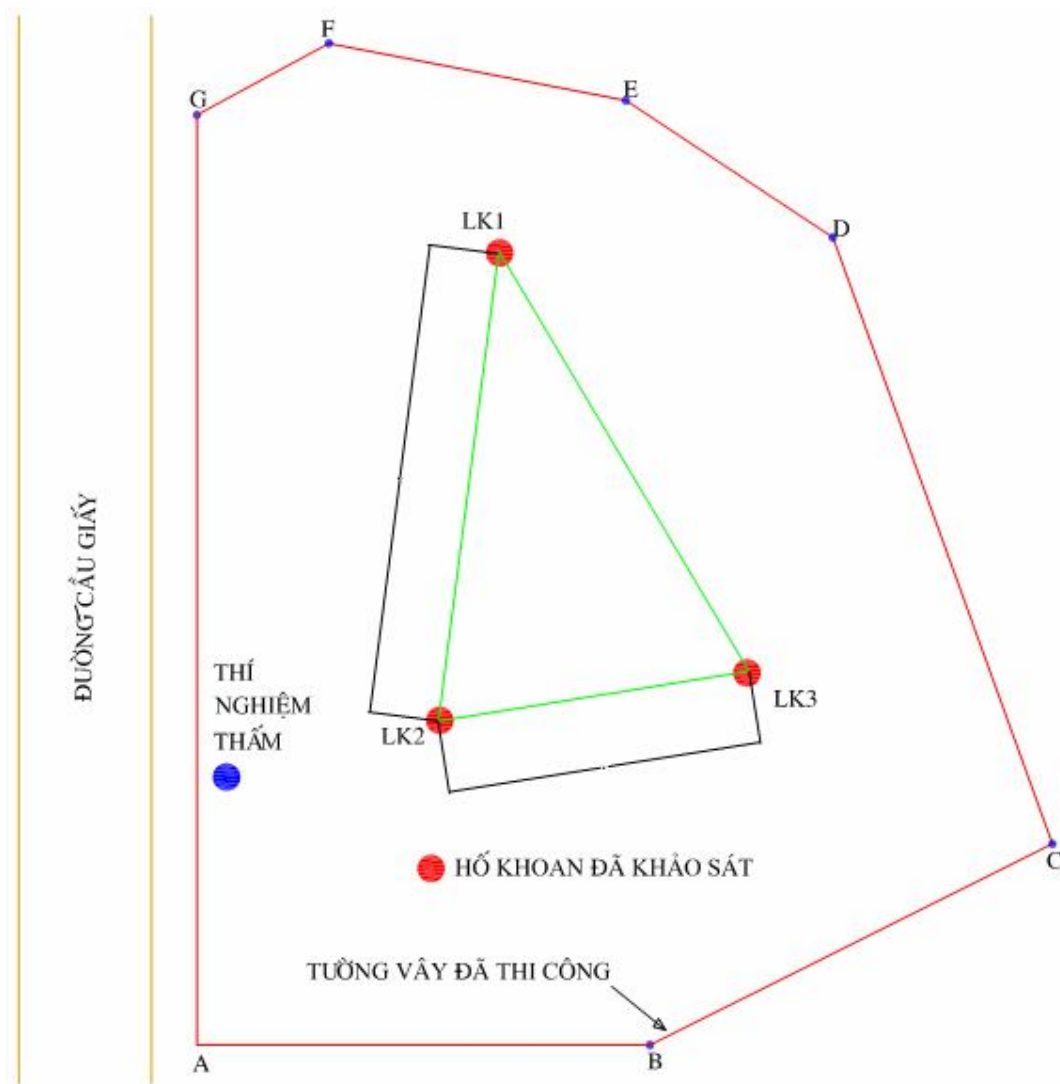
## 2. Sơ lược vị trí địa lý công trình

Mặt bằng vị trí công trình "DISCOVERY COMPLEX" nằm tại 302 đường Cầu Giấy – Hà Nội có diện tích khoảng 3000 m<sup>2</sup>, chiều cao công trình dự kiến là 50 tầng trong đó bao gồm 4 tầng hầm dùng để xe với chiều

sâu hố đào là 27m. Hiện tại, xung quanh công trình đang tồn tại các nhà dân từ 3 đến 5 tầng. Vấn đề đặt ra phải xác định hệ số thấm của lớp đất ở đáy hố đào phục vụ cho tính toán thiết kế và đảm bảo an toàn thi công hố đào. Trên cơ sở đó chủ đầu tư và tư vấn giám sát đã lựa chọn vị trí hố khoan dùng cho thí nghiệm thấm gần với hố khoan LK2 và tiếp giáp với vị trí tường vây đã thi công (xem hình 1). Địa tầng cơ bản của hố khoan<sup>[3]</sup> thí nghiệm thấm này như sau:

- Lớp 1: đất lấp chiều dày 2m;
- Lớp 2: sét, sét pha màu xám nâu dẻo mềm dẻo chảy đến 17m;
- Lớp 3: sét, sét pha xám nâu dẻo cứng dẻo mềm đến độ sâu 22.5m;
- Lớp 4: cát hạt mịn, đôi chỗ lẫn bụi gập từ độ sâu 22.5 m cho đến 40m;
- Lớp 5: cuội gập ở độ sâu từ 40m trở đi đến hết chiều sâu khảo sát.

Chiều sâu thí nghiệm là 27.45m. Như vậy vị trí thí nghiệm thấm được thực hiện nằm sâu 5m vào trong tầng cát.



Hình 1. Mặt bằng công trình và vị trí hố khoan thí nghiệm thấm trong lớp cát

### 3. Thí nghiệm thấm theo phương pháp cột nước không đổi

#### 3.1 Thiết bị

- Máy khoan: máy khoan sử dụng để khoan hố thí nghiệm là loại máy khoan XJ do Trung Quốc sản xuất. Đi kèm với máy khoan là một máy bơm nén khí có thể bơm đến áp lực  $15 \text{ kg/cm}^2$  phục vụ cho công tác thổi rửa hố khoan;

- Dụng cụ cấp và đo lưu lượng nước: Dụng cụ cấp để giữ cho mực nước không đổi có thể là thùng lưu lượng có tiết diện không đổi, bên trong được chia vạch để đo lưu lượng chính xác đến  $0,1$  lít và có van điều chỉnh lưu lượng nước. Bình đo lưu lượng dùng cho thí nghiệm trong lớp cát có diện tích mặt cắt ngang là  $331,23 \text{ cm}^2$  và cao  $60 \text{ cm}$ . Các bình này đều được dán thước khắc vạch với độ chính xác đến  $0,03$  lít.

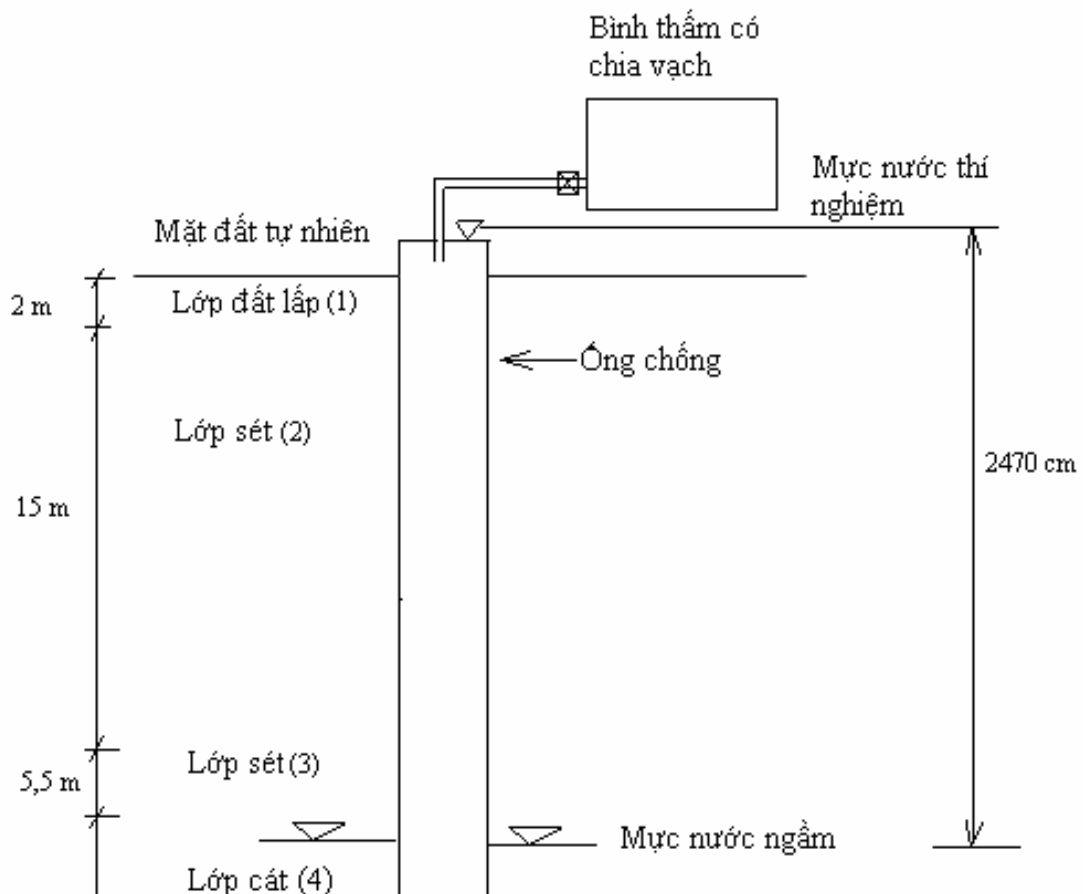
- Đồng hồ bấm giây để đo thời gian giữa các lần đọc số liệu;
- Biểu ghi chép theo dõi.

### 3.2 Trình tự thí nghiệm

#### a) Khoan hố khoan đến độ sâu thí nghiệm

- Đối với thí nghiệm trong tầng cát tiến hành khoan bằng nước sạch sau đó chống ống đường kính ngoài  $110 \text{ mm}$  đến chiều sâu thí nghiệm, sau đó vét, bơm rửa và làm sạch đáy ống chống.

#### b) Xác định lớp đất thí nghiệm, cụ thể ở đây là lớp cát (lớp số 4)

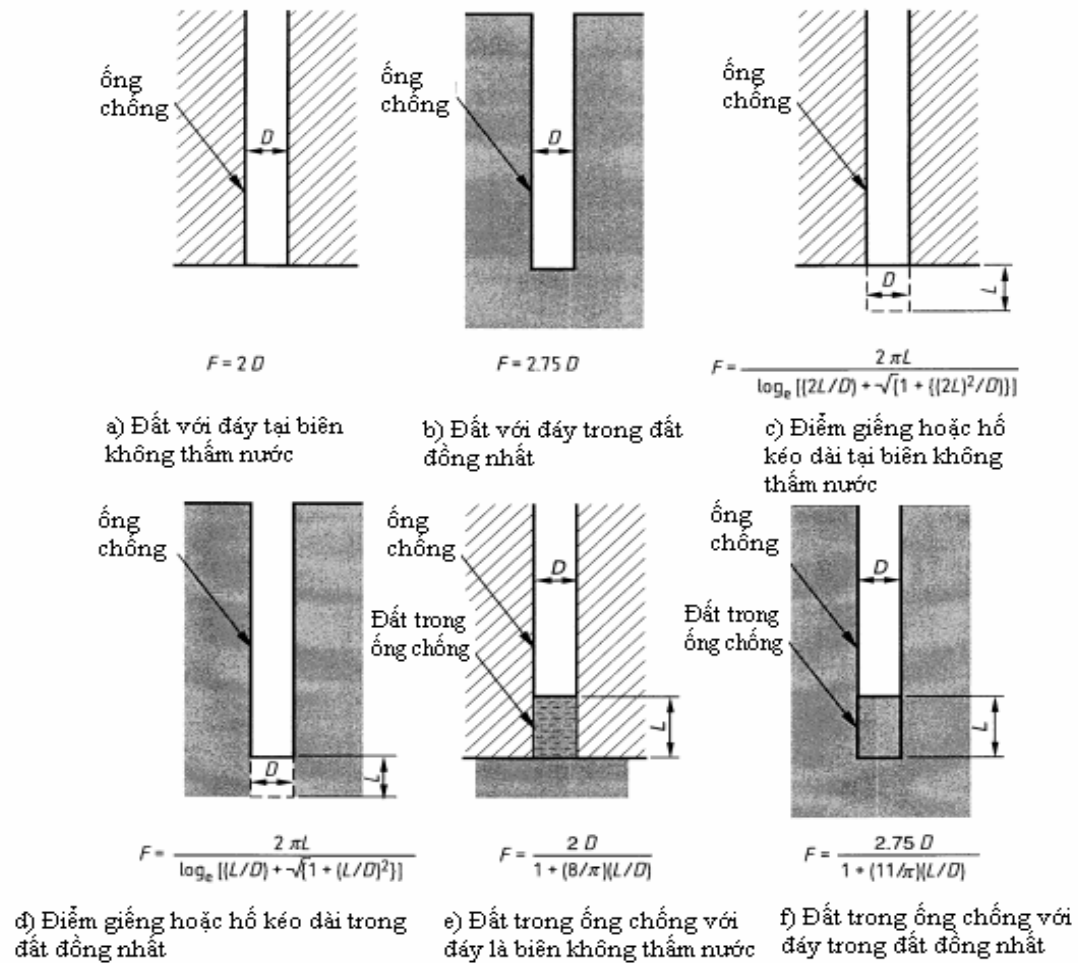


Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm thấm trong lớp cát

#### c) Lựa chọn sơ đồ thấm

Công tác thí nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn BS 5930 : 1999 "Code of practice for site

investigations". Trong tiêu chuẩn BS 5930 : 1999, phương pháp cột nước không đổi đưa ra 6 sơ đồ thấm <sup>[1]</sup> được áp dụng như sau:



$F$  - Hệ số dẫn nước, cm;

$D$  - Đường kính trong của ống chống, cm;

$L$  - Chiều dài đoạn ống lọc hoặc chiều dài của đất trong ống chống, cm.

Hình 3. Các sơ đồ lựa chọn cho thí nghiệm thấm theo tiêu chuẩn BS 5930 : 1999

- Căn cứ vào điều kiện địa tầng và thực tế lắp đặt (hình 2) thí nghiệm thấm được lựa chọn theo sơ đồ (f) của tiêu chuẩn BS 5930:1999 (hình 3).

#### d) Tiến hành thí nghiệm

Điều chỉnh van cấp nước ở bình thấm để giữ cho mực nước trong hố khoan không thay đổi theo thời gian và đo lưu lượng nước chảy vào hố khoan và ghi lại theo thời gian định sẵn. Thời gian đọc số liệu như sau: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,15,20,25,30,45,60,75, 90,120,150,180... phút cho tới khi ổn định về lưu lượng thì dừng thí nghiệm. Nếu thời gian đọc kéo dài thì trong quá trình thí nghiệm có thể cấp thêm nước vào bình thấm để duy trì mực nước ổn định. Khoảng thời gian đọc số liệu có thể được thay đổi tùy theo điều kiện thí nghiệm ở hiện trường.

### 3.3 Phân tích kết quả thí nghiệm

Hệ số thấm  $K$  được tính theo công thức của Gibson trong tiêu chuẩn BS 5930 : 1999 như sau:

$$K = \frac{q_{\infty}}{FH_c} \quad (1)$$

Trong đó:

$K$  - hệ số thấm, cm/s;

$q_{\infty}$  - lưu lượng ổn định,  $\text{cm}^3/\text{s}$ ;

$H_c$  - Mực nước ổn định (cột nước thí nghiệm), cm;

$F$  - Hệ số dẫn nước phụ thuộc vào điều kiện địa tầng và sơ đồ thấm, cm.

\* Từ các số liệu thu thập được ở hiện trường, hệ số thấm được tính như sau:

Đối với thí nghiệm trong lớp cát theo sơ đồ (f) - hình 3, hệ số dẫn nước:  $F = \frac{2,75D}{1 + (11/\pi)(L/D)}$ ,  $D= 9,9 \text{ cm}$

( $D$  là đường kính trong của ống chống),  $L=9 \text{ cm}$ . Tính được  $F= 6,51 \text{ cm}$ .

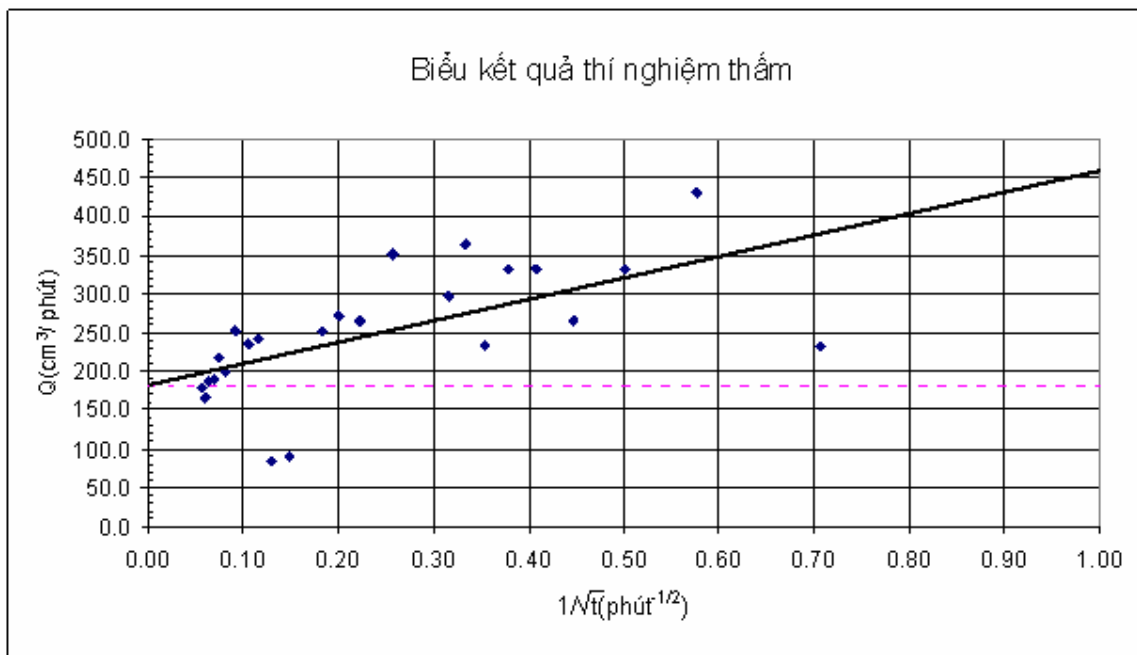
- Chiều cao cột nước tính từ mực nước thí nghiệm đến mực nước ngầm:  $H_c = 2470 \text{ cm}$ ;

- Trong lớp cát lưu lượng ổn định  $q_{\infty} = 181,76 \text{ cm}^3/\text{phút} = 3,03 \text{ cm}^3/\text{s}$ ;

- Hệ số thấm tại vị trí thí nghiệm trong lớp cát  $K = 1,89 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ;

- Thí nghiệm thấm đã được thực hiện theo tiêu chuẩn BS 5930 : 1999. Vị trí thí nghiệm nằm dưới mực nước ngầm đảm bảo cho đất thí nghiệm hoàn toàn bão hoà;

- Từ các số liệu hiện trường tiến hành phân tích và loại bỏ các sai số gây nhiễu, sai số ngẫu nhiên trong quá trình thí nghiệm, theo biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng và thời gian ta thấy các số liệu thí nghiệm thu được là đúng quy luật, thí nghiệm đã được thực hiện theo đúng quy trình kỹ thuật.



Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng và thời gian t, trong lớp cát

- Với thí nghiệm thấm trong lớp cát nhìn vào biểu đồ ta thấy giai đoạn chảy rối từ khi bắt đầu thí nghiệm kéo dài khoảng 75 phút, giai đoạn này đặc trưng bởi lưu lượng không ổn định các số liệu rất phân tán lưu lượng lớn nhất đạt  $7,7\text{cm}^3/\text{s}$ , nhỏ nhất đạt  $1,4\text{cm}^3/\text{s}$  và trung bình là  $4,7\text{cm}^3/\text{s}$ . Sau 75 phút bắt đầu giai đoạn chảy tầng và giai đoạn chảy tầng thực sự từ phút thứ 150 cho đến khi kết thúc thí nghiệm mà đặc trưng của nó là

lưu lượng ổn định và các số liệu hội tụ tốt, lưu lượng lớn nhất đạt 4,2 cm<sup>3</sup>/s, nhỏ nhất đạt 2,8 cm<sup>3</sup>/s và trung bình là 3,3cm<sup>3</sup>/s (hình 4).

#### 4. Dự tính kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm thấm cũng có thể được dự báo theo công thức thực nghiệm của Hazen (1930)<sup>[2]</sup> như sau:

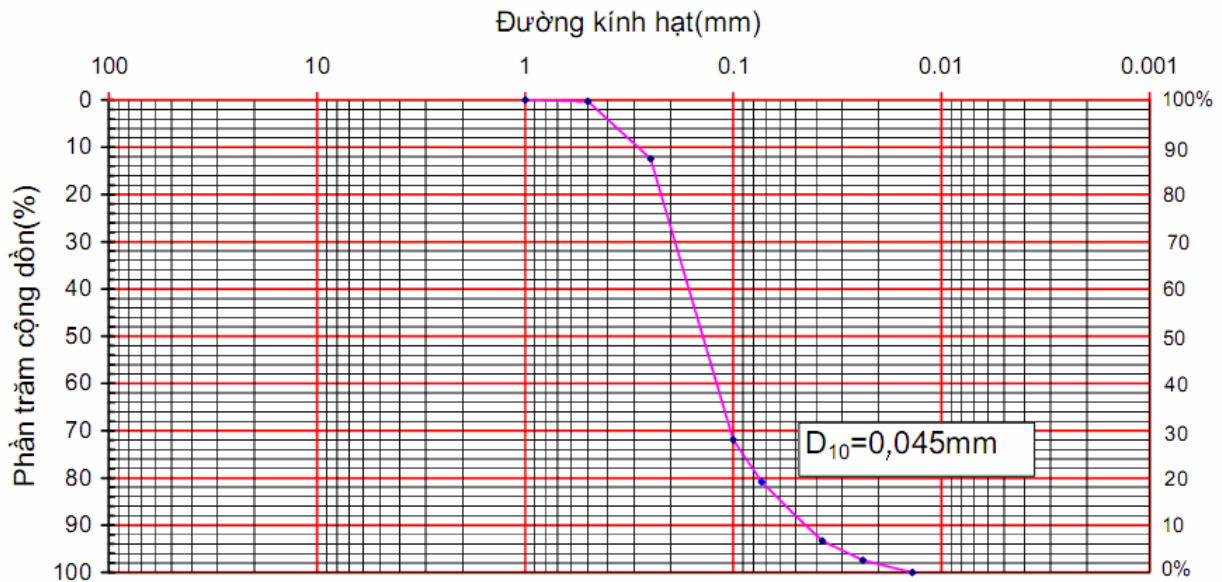
$$K = C_1 D_{10}^2 \quad (2)$$

Trong đó:

$K$  - hệ số thấm, cm/s;

$C_1$  - Là hằng số Hazen lấy bằng 1;

$D_{10}$  - đường kính hữu hiệu của nhóm hạt nhỏ hơn 10%, mm.



Hình 5. Kết quả thành phần hạt của lớp cát tại độ sâu 27,5 m

Từ công thức (2) với  $D_{10} = 0,045$  mm,  $K = 1 \times (0,045)^2 = 2,02 \times 10^{-3}$  cm/s (hình 5).

#### 5. Kết luận

- Kết quả thí nghiệm thu được phù hợp với các thí nghiệm hiện trường khác tham khảo được trong khu vực Hà Nội như là thí nghiệm hút đơn, hút chùm và hệ số thấm đối với cát nằm trong khoảng từ  $10^{-3} \div 10^{-5}$  cm/s;

- Theo kết quả thí nghiệm thực tế ( $K = 1,89 \times 10^{-4}$  cm/s) và công thức thực nghiệm theo Hazen ( $K = 2,02 \times 10^{-3}$  cm/s) còn có sự khác biệt, có thể do trong công thức thực nghiệm, sự thay đổi về độ chặt của đất, sự đồng đều của nhóm hạt và các yếu tố thủy động lực của tầng chứa nước thí nghiệm chưa được quan tâm một cách đầy đủ. Cần phải có thêm các nghiên cứu sâu hơn để so sánh giữa kết quả thí nghiệm thấm hiện trường và kết quả tính theo công thức thực nghiệm trong điều kiện đất nền của Việt Nam;

- Nên sử dụng các phương pháp thí nghiệm thấm tại hiện trường khi xác định hệ số thấm phục vụ cho thiết kế và tính toán thi công hố đào để tăng độ tin cậy.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. BS 5930 : 1999, Code of practice for site investigations, pp 61-65.
2. HAZEN, A. Water Supply, American Civil Engineers Handbook, John Wiley & Sons, New York, pp. 1444-1518, 1930.
3. NGUYỄN HUY LONG và nnk, Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình DISCOVERY COMPLEX tại 302 đường Cầu Giấy, Hà Nội, trang 2-5, 2010.