

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MÀN CHỐNG THẤM BẰNG VỮA XI MĂNG ĐẾN DÒNG THẤM TRONG ĐẬP ĐẤT

STUDY ON THE INFLUENCE OF THE GROUT CURTAIN ON THE GROUNDWATER FLOW THROUGH AN EARTHFILL DAM

Trần Xuân Thọ

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của màn chống thấm bằng vữa xi măng trong nền đá có tính thấm lớn dưới một đập đất đến dòng chảy qua đập và nền, sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và thí nghiệm tại hiện trường. Những thông số nghiên cứu về hệ số thấm và độ sâu của màn chống thấm sẽ được phân tích. Hệ số thấm và độ sâu của vùng phun vữa xi măng là những nhân tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến dòng thấm và ổn định thấm của đập, do đó cần phải phân tích kỹ trong giai đoạn thiết kế.

ABSTRACT

This paper is studied the influence of the grout curtain in the permeable rock foundation of an earthfill dam on the groundwater flow through the dam and its foundation, using finite element method and field measurement. Parametric studies on the permeability and depth of the grout curtain are investigated. The permeability and injected level of the grouting are the most important factors that mainly effect on the seepage control and the dam's filtration stability and should be well studied in the design.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Dòng thấm qua đập và nền thường gây nên xói mòn hay làm di chuyển những phân tử hạt mịn trong đất tạo thành những kênh xói mòn sẽ gây mất ổn định trong đập. Những biện pháp để làm ngăn cản hay giảm dòng thấm trong đập cần phải được nghiên cứu kỹ để đảm bảo những điều kiện gây xói mòn không xảy ra.

Một trong những biện pháp hữu hiệu để làm giảm dòng thấm qua đập là tạo một màn chắn trong nền bằng phun vữa xi măng mức cao với áp lực lớn. Hiệu quả của màn chắn phụ thuộc chủ yếu vào hệ số thấm và độ sâu của vùng phun vữa xi măng.

Vấn đề ổn định thấm của đập Liptovská Mara ở Slovakia đã được quan tâm khi chất lượng của vùng phun vữa xi măng dưới nền đá có tính thấm lớn đã không đạt được theo yêu cầu thiết kế.

Mục đích của nghiên cứu này là phân tích dòng thấm qua đập và nền. Các thông số nghiên cứu ảnh hưởng của màn chắn đến dòng thấm sẽ

được phân tích thông qua hệ số thấm và độ sâu của vùng phun vữa xi măng.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp phần tử hữu hạn(FEM) thể hiện bằng phần mềm Plaxis được sử dụng để phân tích bài toán. Những điều làm việc của công trình có thể mô phỏng chính xác. Mục đích chính là phân tích ảnh hưởng của màn chắn trong nền đến kết quả của dòng thấm và ổn định thấm của đập và nền.

Thí nghiệm hiện trường dựa trên phương pháp pha loãng dung dịch muối trong một hố khoan.

Lưu lượng theo phương đứng trong một hố khoan được xác định:

$$q_v = v_v A = v_v \frac{\pi(d^2 - d_s^2)}{4} = \frac{l_v}{t_d} \frac{\pi(d^2 - d_s^2)}{4} \quad (1)$$

Trong đó $v_v = l_v/t_d$ là vận tốc thấm theo phương

đứng; l_v là chiều dài của ống dò (dài 0,5m); $t_d = 0.266 t_{\max}^{1.474}$ là thời gian thấm thiết kế; t_{\max} là thời gian thấm lớn nhất; A là mặt cắt ngang của ống thấm; d là đường kính trong của ống hồ khoan; d_s là đường kính kính ngoài của ống dò.

Vận tốc thấm ngang trong vùng hồ khoan được xác định:

$$v_f = \frac{\Delta q_v}{\bar{\alpha} d \Delta h} \quad (2)$$

Trong đó Δq_v là gia tăng hay giảm thiểu của lưu lượng theo phương đứng trong một phân hồ khoan với chiều cao Δh ; $\bar{\alpha}$ là hệ số thoát nước hồ khoan cho dòng thẳng đứng ($\bar{\alpha} \cong 20$).

Giá trị vận tốc thấm ngang trong một hồ khoan được xác định:

$$\bar{v}_f = \frac{\sum v_f \Delta h}{\sum \Delta h} \quad (3)$$

Cho những hồ khoan với mực nước cạn, dung dịch muối NaCl được sử dụng và vận tốc thấm ngang được xác định trực tiếp:

$$v_f = \frac{\pi d}{4 \alpha t} \ln \frac{c_0 - c_n}{c - c_n} \quad (4)$$

Trong đó α là hệ số ảnh hưởng của thoát nước trong hồ khoan ($\alpha \cong 2$); c_0 là hàm lượng dung dịch ban đầu; c là hàm lượng dung dịch tại thời điểm t , c_n là hàm lượng dung dịch tự nhiên.

Cho những hồ khoan với mực nước sâu, lưu lượng theo phương đứng trước tiên sẽ được ghi nhận và vận tốc thấm ngang sẽ được tính toán.

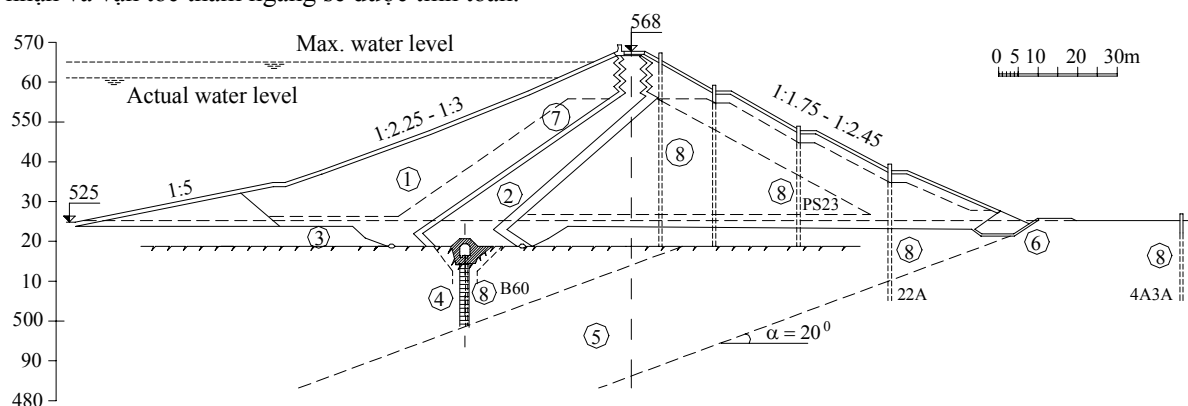
3 MÔ PHỎNG BÀI TOÁN

Đập Liptovská Mara là đập đất không đồng nhất, cao 52m, đỉnh đập dài 1225m. Nền đập là những lớp đá vôi góc nghiêng 20^0 có tính thấm lớn được xử lý bằng phun xít vữa xi măng tới độ sâu 20m. Tất cả những thông số của đập được miêu tả ở Hình 1.

Đập được mô phỏng như bài toán biến dạng 2 chiều. Màn chắn bằng vữa xi măng được mô phỏng bằng phần tử đất và dầm kết hợp. Các thông số hệ số thấm của thân đập $k_1 = 5 \times 10^{-3}$ m/s, của lõi sét $k_2 = 1 \times 10^{-8}$ m/s, của lớp đất mặt $k_3 = 3.5 \times 10^{-3}$ m/s, của màn chống thấm bằng phun xít vữa xi măng $k_4 = 8 \times 10^{-8}$ m/s (từ mặt đất đến độ sâu 10m) và 3×10^{-7} m/s (tại độ sâu từ 10m đến 20m), của nền đá $k_5 = 3 \times 10^{-6} \div 5 \times 10^{-7}$ m/s, của chân thoát nước $k_6 = 1 \times 10^{-2}$ m/s.

Phần 1, đập được mô phỏng tương ứng với những giá trị khác nhau của hệ số thấm của màn chắn là 5×10^{-8} m/s, 1×10^{-7} m/s, 5×10^{-7} m/s và 1×10^{-6} m/s. Mục đích phần này là nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số thấm của màn chống thấm đến dòng chảy trong đập và nền.

Phần 2, đập được mô phỏng tương ứng với những giá trị khác nhau của độ sâu màn chắn là 20, 30, 40, and 50 m. Hệ số thấm của màn chắn được giữ ở giá trị 5×10^{-7} m/s cho cả 4 trường hợp. Mục đích của phần này là phân tích ảnh hưởng của độ sâu màn chắn đến dòng thấm qua đập và nền.



Hình 1: Mặt cắt ngang của đập Liptovská Mara

(1) thân đập, (2) lõi đập bằng đất sét, (3) mặt đất nền, (4) màng chống thấm bằng vữa xi măng, (5) các lớp đá với góc nghiêng 20^0 , (6) chân thoát nước, (7) vùng lọc, (8) các hồ khoan thí nghiệm

4 KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

4.1 Ảnh hưởng của hệ số thấm của màn chắn đến dòng thấm

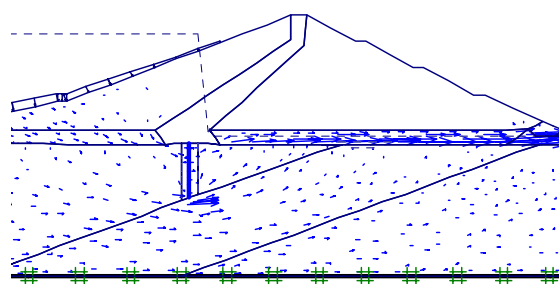
Hình 2 cho thấy dòng thấm ở dạng vector của 4 trường hợp phân tích ứng với hệ số thấm khác nhau của vùng phun xịt xi măng. Có thể thấy rằng với hệ số thấm của màn chắn nhỏ thì dòng thấm qua đập yếu, ngược lại với hệ số thấm lớn thì dòng thấm qua đập rất mạnh. Khi hệ số thấm của vùng phun xịt xi măng lớn hơn 1×10^{-7} m/s, dòng thấm qua đập khá mạnh.

Từ kết quả tính toán ứng với hệ số thấm của màn chắn là $k = 5 \times 10^{-7}$ m/s thì hệ số thấm ngang lớn nhất đạt được là $4,1 \times 10^{-6}$ m/s, trong khi kết quả đo được là $1,3 \times 10^{-5}$ m/s. Tương tự giá trị vận tốc thấm ngang trung bình tính toán là $2,25 \times 10^{-6}$ m/s và thí nghiệm là $2,44 \times 10^{-6}$ m/s. Giá trị vận tốc thấm ngang tính toán trung bình nhỏ hơn kết quả thí nghiệm trong các hố khoan. Giá trị vận tốc thấm ngang lớn nhất tính toán được $1,7 \times 10^{-5}$ m/s, trong khi thí nghiệm được $1,94 \times 10^{-4}$ m/s. Giá trị vận tốc thấm ngang trung bình tính toán và thí nghiệm là $5,04 \times 10^{-6}$ m/s và $1,17 \times 10^{-5}$ m/s. Kết quả vận tốc thấm ngang tính toán và thí nghiệm được tóm tắt ở Bảng 1.

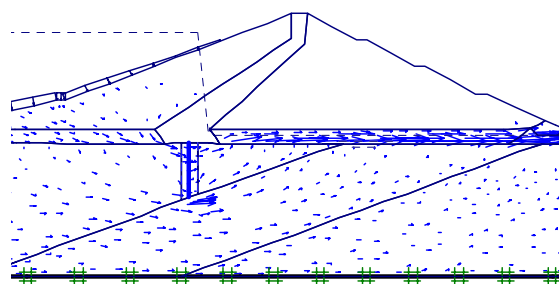
Bảng 1: Giá trị vận tốc thấm ngang tính toán v_f (trong vùng phun xịt xi măng, trong đập – nền) tương ứng với những hệ số thấm khác nhau của màn chống thấm

Hệ số thấm của màn chắn (m/s)	Vận tốc thấm lớn nhất v_f (m/s)	Vận tốc thấm trung bình v_f (m/s)
5.0 E-8	8.70 E-6	1.48 E-6
1.0 E-7	1.05 E-5	2.11 E-6
5.0 E-7	1.70 E-5	4.11E-6
1.0 E-6	1.95 E-5	5.29 E-6

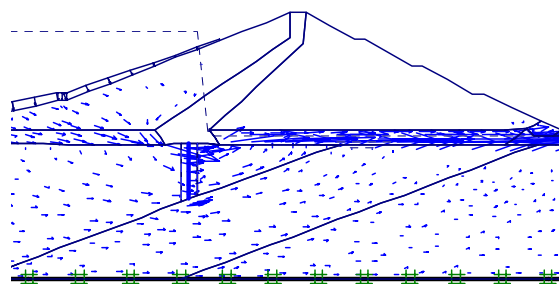
Khi hệ số thấm của màn chắn $k = 5 \times 10^{-7}$ m/s, giá trị vận tốc thấm ngang lớn nhất tính toán ở một số hố khoan vẫn nhỏ hơn giá trị thí nghiệm. Điều này chứng tỏ rằng ở đó đất không đồng nhất và có những phần tử hạt lớn nằm xung quanh làm cho dòng thấm nhanh hơn.



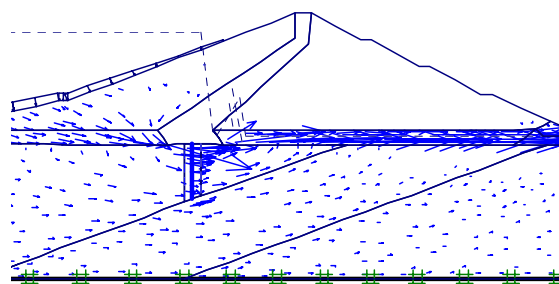
2a. $k = 5 \times 10^{-8}$ m/s



2 b. $k = 1 \times 10^{-7}$ m/s

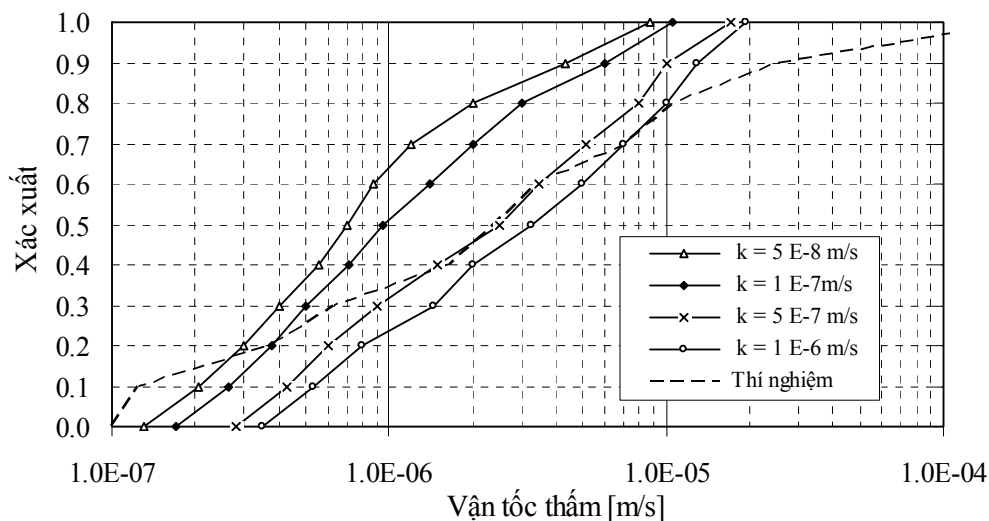


2 c. $k = 5 \times 10^{-7}$ m/s



2d. $k = 1 \times 10^{-6}$ m/s

Hình 2: Dòng thấm trong đập và nền tương ứng với những hệ số thấm khác nhau của màn chống thấm



Hình 3: Hàm lũy tích của giá trị tính toán của vận tốc thấm ngang trong vùng phun xịt xi măng và trong đập – nền tương ứng với những hệ số thấm khác nhau của màn chống thấm

Hình 3 cho thấy kết quả thống kê dưới dạng hàm lũy tích của vận tốc thấm ngang của 4 trường hợp khác nhau của hệ số thấm của màn chắn. Hàm lũy tích của vận tốc thấm ngang thí nghiệm nằm gần với vị trí của hàm lũy tích ứng với hệ số thấm của màn chắn $k = 5 \times 10^{-7}$ m/s ngoại trừ những giá trị thí nghiệm quá lớn và quá bé.

So sánh những kết quả vận tốc thấm ngang tính toán và thí nghiệm có thể nhận xét rằng hệ số thấm thực của vùng phun xịt xi măng là 5×10^{-7} m/s. Mặt khác hệ số thấm của các lớp đá phải lớn hơn 3×10^{-6} m/s và lớp đất mặt phải lớn hơn $3,5 \times 10^{-3}$ m/s.

4.2 Ảnh hưởng của độ sâu màn chắn đến dòng thấm

Hình 4 miêu tả dòng thấm dưới dạng vector của tương ứng với 4 phân tích khác nhau của độ sâu vùng phun xịt xi măng. Khi tăng độ sâu vùng phun xịt xi măng từ 20m đến 30m, dòng thấm qua đập giảm đáng kể; vận tốc thấm giảm đến 40%. Nhưng khi độ sâu này tăng trên 30m, dòng thấm qua đập giảm không đáng kể về vận tốc cũng như lưu lượng.

Kết quả vận tốc thấm ngang được tóm tắt ở Bảng 2.

Có thể nhận xét rằng màn chắn đạt hiệu quả cao nếu vùng phun xịt xi măng đạt đến độ sâu $30 \div 35$ m. Tuy nhiên hệ số thấm của vùng phun

xịt xi măng phải yêu cầu tối thiểu là 5×10^{-7} m/s. Lúc đó dòng thấm mới thực sự giảm đáng kể và ổn định thấm của đập sẽ đảm bảo hoàn toàn.

Độ sâu của vùng phun xịt xi măng cũng là yếu tố quan trọng quyết định đến khả năng làm giảm dòng thấm trong đập. Độ sâu này đạt hiệu quả cao thì phải kết hợp với điều kiện về chất lượng của vùng phun xịt xi măng.

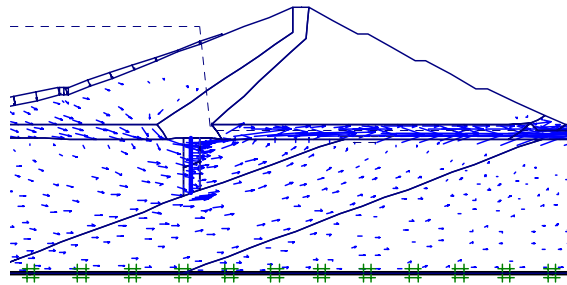
Bảng 2: Giá trị vận tốc thấm ngang tính toán v_f (trong vùng phun xịt xi măng, trong đập – nền) tương ứng với những độ sâu khác nhau của màn chống thấm

Độ sâu (m)	Vận tốc thấm lớn nhất tính toán v_f (m/s)	Vận tốc thấm trung tính toán v_f (m/s)
20	1.70 E-5	4.11 E-6

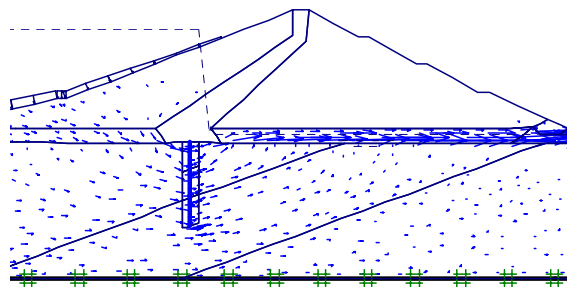
Hình 5 mô tả kết quả thống kê của vận tốc thấm ngang dưới dạng hàm lũy tích. Có thể thấy rằng khi màn chắn đạt đến độ sâu 30m, dòng thấm giảm rất đáng kể, nhưng sau đó thì giảm rất ít.

Có thể kết luận rằng độ sâu của màn chắn trong nền có tính thấm lớn đóng một vai trò rất quan trọng trong việc làm tăng khả năng ổn

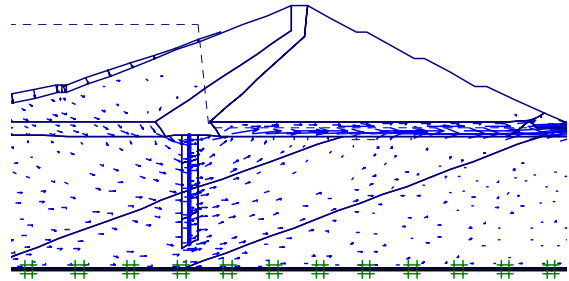
định thẩm của đập. Tuy nhiên cũng không cần phun xịt hết toàn bộ bề dày lớp nền có tính thấm lớn mà chỉ cần phun xịt đến một độ sâu cần thiết nào đó. Lúc đó ổn định thấm vẫn đảm bảo khi vận tốc thấm ngang được khống chế không vượt quá giới hạn cho phép.



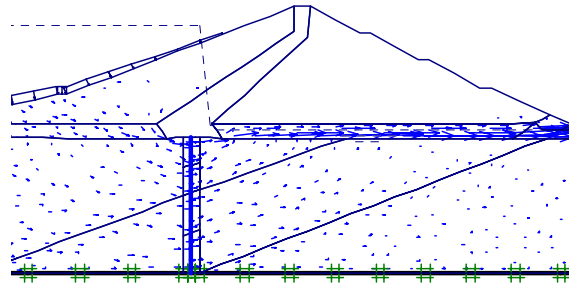
4a. $h = 20$ m



4 b. $h = 30$ m

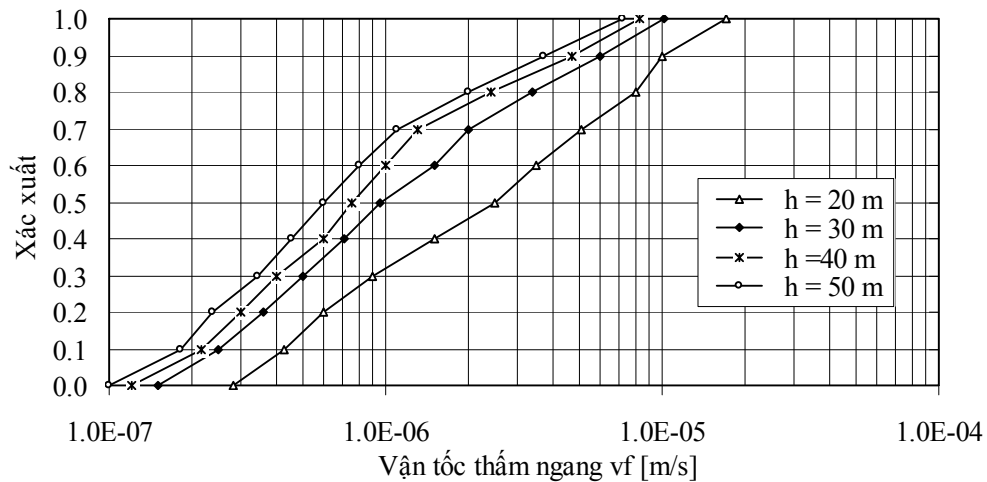


4 c. $h = 40$ m



4 d. $h = 50$ m

Hình 4: Dòng thấm trong đập và nền tương ứng với những độ sâu khác nhau của màn chống thấm



Hình 5: Hàm lũy tích của vận tốc thấm ngang trong vùng phun xịt xi măng và trong đập – nền tương ứng với những độ sâu khác nhau của màn chống thấm

5 KẾT LUẬN

Những kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của màn chắn bằng phun xịt vữa xi măng đến dòng thấm cho thấy rằng màn chắn trong nền đóng vai trò rất quan trọng trong việc ngăn cản và làm giảm dòng thấm qua đập. Hệ số thấm và chiều sâu vùng phun xịt xi măng là những yếu tố quan trọng quyết định đến dòng thấm và ổn định thấm trong đập.

Hệ số thấm của vùng phun xịt xi măng trong đập Liptovská Mara không nhỏ hơn 5×10^{-7} m/s trong khi yêu cầu thiết kế là 1×10^{-7} m/s. Điều này chứng tỏ rằng quá trình thi công công tác phun xịt xi măng đã không đảm bảo chất lượng. Tuy nhiên, hiệu quả của màn chống thấm đạt đa khi độ sâu của vùng phun xịt xi măng phải lớn hơn 30m.

So sánh kết quả thí nghiệm và phân tích tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho thấy rằng kết quả tính toán khá phù hợp và có thể chấp nhận giá trị này để ước tính các đặc trưng về thấm cũng như đánh giá ổn định thấm trong đập. Có thể sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn như một công cụ tiện ích để phân tích bài toán thấm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hulla J., Bednárová E. & Sulovská M. 1999. Groundwater flow in the subsoil of selected Slovakian dams. Slovak Geol. Mag.. Bratislava, Vol.1-2, pp 141-151.
2. Hulla J., Tran X. Tho, et al. 2002. Analysis of seepage through the dam and its foundation of the Liptovská Mara dam. Project report, Department of Geotechnics, STU Bratislava, 169 p.
3. Kutzner C. 1997. *Earth and Rockfill Dams – Principles of design and construction*. A.A.BALKEMA/ ROTTERDAM/ BROOKFIELD. 333p.
4. Tran X. Tho. 2001-2004. Stability problems of earthfill dams. Doctoral Dissertation, Slovak University of Technology, Bratislava, Slovak Republic, 160 p.
5. Tran X. Tho (2004): Influence of sealing element on the seepage through an earthfill dam. Proc. of the II. PhD CivilExpo Conference, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary, 6p.
6. Tran X. Tho (2004): Seepage analysis of an earthfill dam. Proc. of the 15th Southeast Asian Geotechnical Conference – SEAGC 15, Bangkok, Thailand, pp 361-366.