

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM THẨM DỊ HƯỚNG ĐỂ TÍNH TOÁN THẨM CHO ĐẬP ĐẤT HỒ SINH THÁI NAM PHƯƠNG – LÂM ĐỒNG

Nguyễn Đình Vượng, Trần Minh Tuấn

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

(Bài nhận ngày 18 tháng 05 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 06 tháng 12 năm 2007)

TÓM TẮT: Trong những năm qua nhiều công trình thủy lợi đầu mối đã được xây dựng góp phần quan trọng vào việc trữ nước, điều tiết phân phối nguồn nước, cắt lũ, phát điện, phòng chống giảm nhẹ thiên tai, phục vụ phát triển kinh tế – xã hội và bảo vệ môi trường sinh thái. Trong quá trình xây dựng và phát triển, bên cạnh những thành tựu đã đạt được vẫn còn tồn tại một số vấn đề trong thiết kế hoặc thi công mà sự cố công trình, đặc biệt thấm qua nền đất gây mất ổn định nghiêm trọng đến tuổi thọ công trình. Ngày nay với sự phát triển của công nghệ thông tin, các phần mềm ứng dụng đã có tầm ảnh hưởng rất lớn trong việc tính toán thiết kế, dự báo thiên tai, từ đó đề xuất được các phương án chủ động phòng tránh. Bài báo này các tác giả đề cập việc ứng dụng phần mềm thẩm dị hướng để tính toán thẩm cho đập đất Hồ sinh thái Nam Phương – Lâm Đồng. Kết quả phần mềm này xác định được : vận tốc, lưu lượng, gradien thấm, áp lực nước lỗ rỗng... tại mọi điểm trong vùng tính toán.

Từ khóa : Thẩm dị hướng, lưu lượng, đập đất, hồ sinh thái

1. MỞ ĐẦU

Hiện tượng thấm của nước dưới đất trong môi trường lỗ hổng được Darcy nghiên cứu từ năm 1856. Trên cơ sở thực nghiệm Darcy đã xác định qui luật thấm của nước trong môi trường lỗ hổng, đó là định luật thấm đường thẳng [6], [7]. Ngày nay lý thuyết thấm vẫn tiếp tục phát triển không ngừng và ứng dụng cho nhiều chuyên ngành khác nhau. Đặc biệt trong xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện..., lý thuyết thấm có vai trò quan trọng. Ví dụ trong thiết kế thi công, cần xác định các đặc trưng của dòng thấm qua đập đất, đê quay, thấm dưới đáy công trình bê tông, thấm vào hố móng, thấm vòng quanh công trình, thấm vòng qua vai đập...vv. Trong thiết kế công trình thủy lợi chỉ sau khi xác định được các đặc trưng của dòng thấm (áp lực, gradien. ..), giải quyết xong biện pháp chống thấm thì mới có đủ điều kiện để đánh giá ổn định và độ bền của công trình.

Ở Việt Nam, Nguyễn Xuân Trường đã sử dụng phương pháp thủy lực để tính toán thẩm qua đập đất có các kiểu thiết bị chống thấm tường nghiêng, tường răng, bản cọc, màng ximăng [5]; Nguyễn Hữu An đã sử dụng phương pháp thủy lực để xác định phạm vi bảo vệ đê sông trên cơ sở giải bài toán thẩm và đánh giá ổn định nền đê [1], [2]; Huỳnh Bá Kỹ Thuật đã dùng phương pháp thủy lực để tính toán thẩm qua công trình thủy lợi có xét sự trao đổi nước thẩm giữa thân và nền đập. Giải bài toán thẩm qua đập đất khi dùng hai dãy hào bentônit làm thiết bị chống thấm,[4]...vv. Trong bài báo này tiếp nối các hướng nghiên cứu về thẩm, các tác giả đã nghiên cứu ứng dụng giải quyết bài toán thẩm bằng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) trên cơ sở ứng dụng phần mềm thẩm dị hướng để tính toán thẩm cho đập đất [3].

2. TÀI LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tài liệu

Các thông số kỹ thuật hồ sinh thái Nam Phương – Lâm Đồng.

Hồ sinh thái Nam Phương thuộc địa bàn Thị xã Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng nằm trên khe suối Da P’La, Da Erian và nhiều khe nhỏ khác hợp thành. Nhiệm vụ công trình là cấp nước

sinh hoạt cho Thị xã Bảo Lộc với mức $10.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$, tưới cho 400ha diện tích cây trồng, cải tạo tiểu khí hậu, môi trường sinh thái lưu vực hồ.

Các thông số kỹ thuật cơ bản hồ sinh thái Nam Phương :

- Diện tích lưu vực : $9,95 \text{ km}^2$
- Mức nước dâng bình thường : 830,5 m
- Mức nước dâng gia cường : 831,5 m
- Mức nước chết : 828,0 m
- Dung tích hồ : $6,3.106 \text{ m}^3$

Đập chính được thiết kế với chiều dài đỉnh đập là 295m, chiều cao đập lớn nhất $H_{\max}=7,5\text{m}$, cao trình đỉnh đập +832,5m, mái thượng lưu $m=3,0$, mái hạ lưu $m=2,75$, đập đất đồng chất. Vật liệu đắp đập là đất bazan ít nứt nẻ khai thác cách công trình khoảng 2 km bên vai phải của đập về phía thượng lưu.

2.2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

Được thực hiện trên cơ sở ứng dụng phần mềm thám dị hướng để tính toán thám cho đập đất công trình hồ sinh thái Nam Phương - Lâm Đồng. Mục đích của việc tính toán thám qua công trình là xác định :

Lưu lượng thám qua thân, qua nền và thám vòng quanh bờ để đánh giá lượng nước tổn thất do thám gây ra, đồng thời trên cơ sở tính toán đó mà quyết định các biện pháp chống thám cho thân và nền công trình thủy lợi.

Vị trí đường bão hòa thám để phục vụ phân tích ổn định mái dốc, đồng thời lựa chọn vật liệu cũng như hình thức, kích thước thiết bị thoát nước cho các công trình.

Trường phân bố gradien thám để kiểm tra khả năng xảy ra xói ngầm hoặc trôi đất cục bộ, trên cơ sở đó xác định giải pháp và kích thước cấu tạo của tầng lọc ngược.

Trường véc tơ lưu tốc thám để đánh giá động thái của dòng thám, và kiểm tra tính hợp lý của các biện pháp phòng chống thám của công trình đập đất.

Áp lực nước lỗ rỗng phục vụ cho tính ứng suất biến dạng cố kết thám nhằm kiểm tra độ bền vật liệu, kiểm tra sự chuyển hóa của áp lực nước lỗ rỗng để có giải pháp cho tốc độ thi công.

Đối với nền công trình có lớp xen kẹp thông qua nền đê mà có hệ số thám lớn cần tính toán kiểm tra để có giải pháp ổn định tầng phủ, thiết kế biện pháp giảm phân áp khi cần thiết. Kết quả đã xác định được : vận tốc, lưu lượng, gradien thám, áp lực nước lỗ rỗng... tại mọi điểm trong vùng tính toán.

Áp dụng thuật toán giải bài toán tính thám qua đập đất theo phương pháp PTHH trên cơ sở ứng dụng phần mềm thám dị hướng.

Ứng dụng mô hình toán dòng 2 chiều trong phân tích xử lý các kết quả tính toán.

Phần mềm thám dị hướng là một chương trình chạy trong môi trường Windows, giao diện dễ sử dụng cho việc chuẩn bị số liệu, tính toán kết quả dưới dạng bảng, đồ thị...vv.

Một số phương trình áp dụng để tính toán :

Để giải bài toán thám cần tìm 4 ẩn số là U_x, U_y, U_z, H . Ta đã có từ 3 phương trình chuyển động của Euler chuyển về 3 phương trình Dzukovsky chuyển động của dòng thám biểu thị quan hệ giữa các thành phần vận tốc thám đối với cột nước tác dụng.

+ Phương trình vi phân chuyển động của dòng thấm Dzukovsky

$$\begin{cases} U_x = -K_x \frac{\partial H}{\partial x} \\ U_y = -K_y \frac{\partial H}{\partial y} \\ U_z = -K_z \frac{\partial H}{\partial z} \end{cases} \quad (1)$$

+ Phương trình liên tục

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Thông thường hệ phương trình (1) và (2) còn được đưa về 1 phương trình duy nhất bằng cách đạo hàm riêng U_x, U_y, U_z đưa các giá trị này vào phương trình liên tục (2) ta được :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_z \frac{\partial H}{\partial z} \right] = 0 \quad (3)$$

Phương trình (3) chính là phương trình vi phân cơ bản của dòng thấm ổn định của môi trường đồng nhất dị hướng.

- Điều kiện biên giải bài toán :

Hệ phương trình vi phân chuyển động của dòng thấm 2 chiều : Trong trường hợp dòng thấm phẳng môi trường đồng nhất dị hướng ta có phương trình sau :

$$K_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0 \quad (4)$$

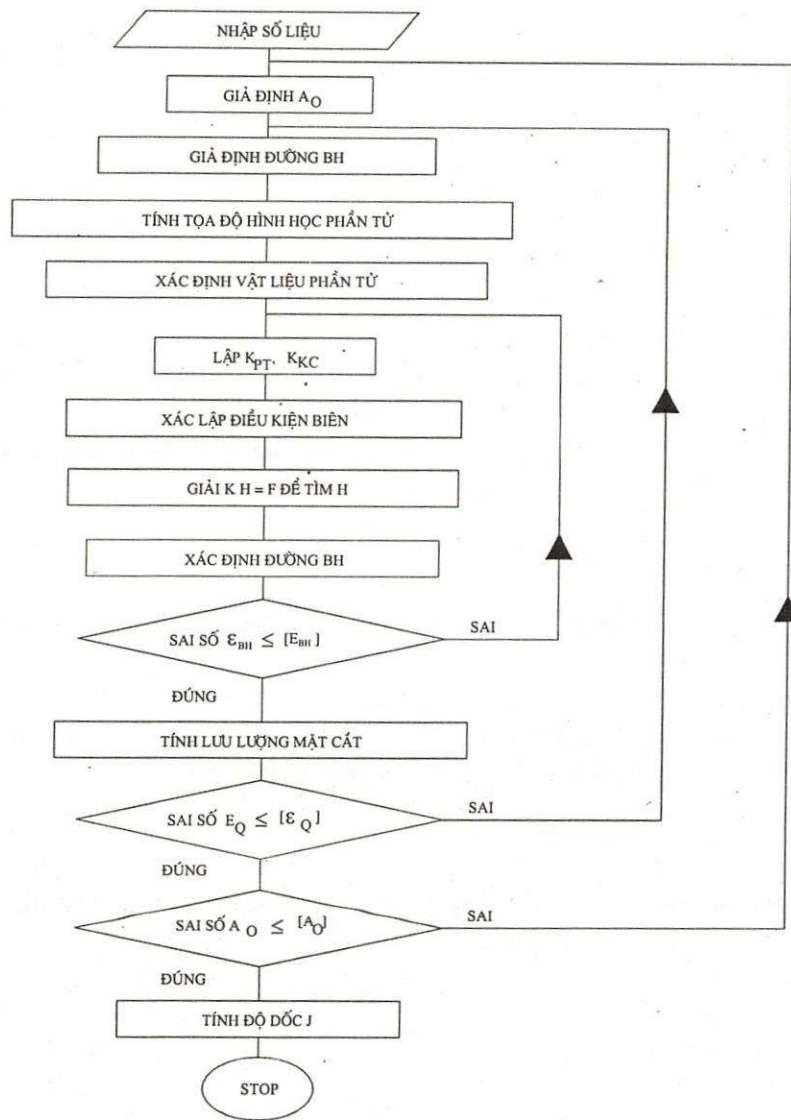
Đây là 1 phương trình giả điều hòa khi $K_x \neq K_y$ nhưng ta luôn có thể đưa phương trình (4) về dạng phương trình Laplace bằng cách :

$$\frac{\partial^2 H}{\left[\sqrt{\frac{K_y}{K_x}} \partial x \right]^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0$$

Đặt $\sqrt{\frac{K_y}{K_x}} \partial x = \partial \tau$

Lúc đó ta có phương trình

$$\frac{\partial^2 H}{\partial \tau^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0 \quad (5)$$



Hình 1. Sơ đồ khối giải bài toán thấm qua đập đất hồ sinh thái Nam Phương bằng phương pháp phần tử hữu hạn [3].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

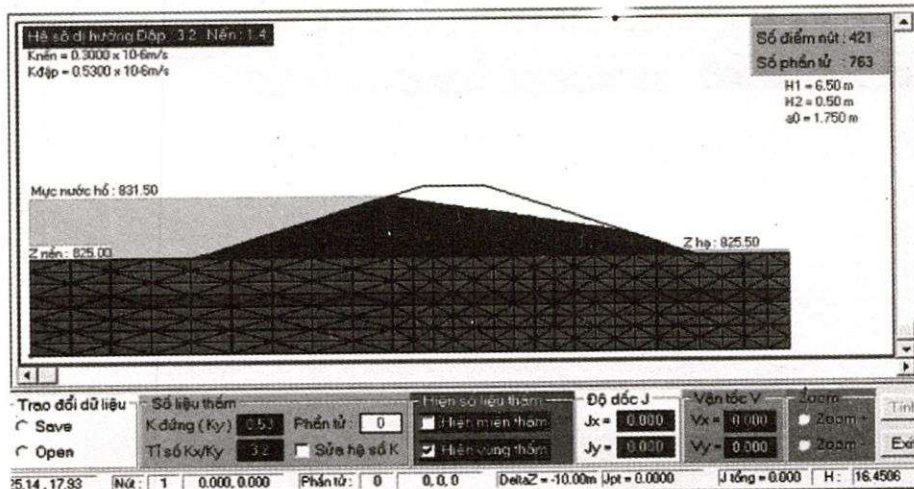
3.1. Trường hợp MNTL= MNGC, MNHL ứng mực nước max = 0.5m

Bảng 1: Tọa độ đường bão hòa từ nút 360 đến nút 371

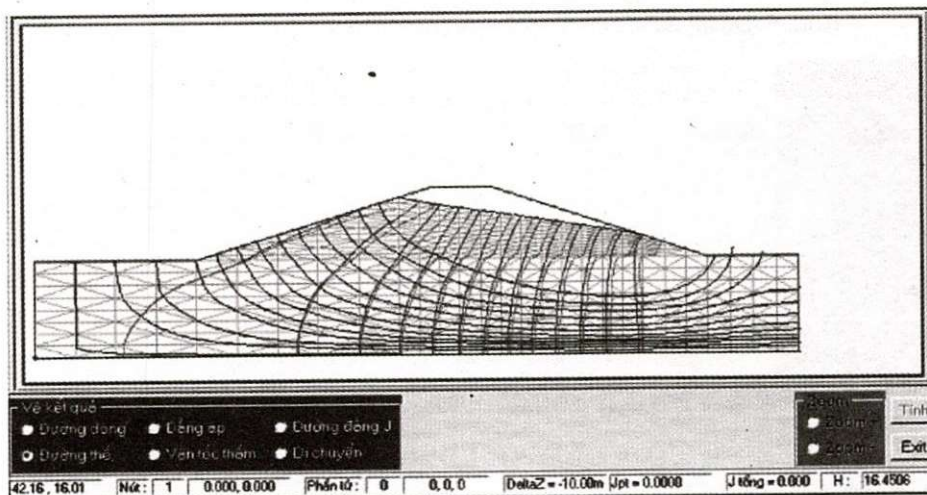
Nút	Lần 1	Lần 2	Lần 3
360	1.861	1.817	1.810
361	1.721	1.691	1.678
362	1.582	1.574	1.559
363	1.443	1.460	1.444
364	1.304	1.345	1.328

365	1.164	1.226	1.211
366	1.025	1.103	1.091
367	0.886	0.974	0.967
368	0.747	0.830	0.829
369	0.607	0.675	0.679
370	0.468	0.500	0.506
371	0.329	0.329	0.329

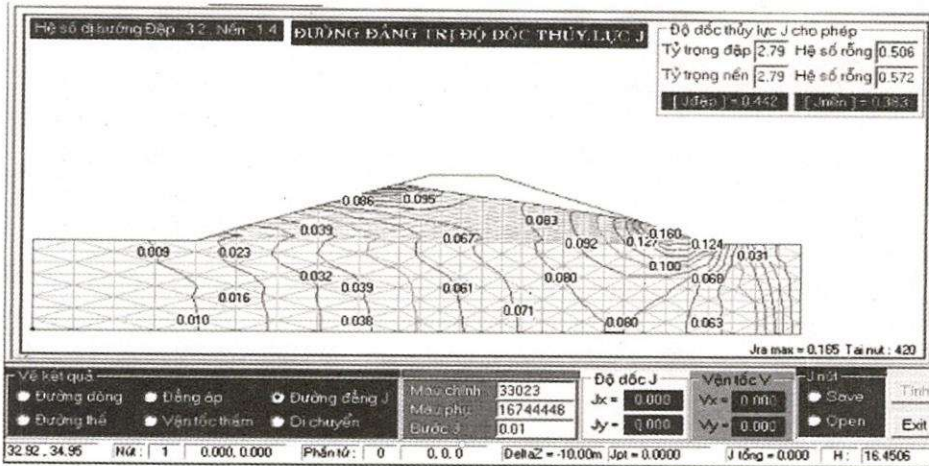
Quá trình tính toán được thực hiện với các điều kiện thử dần ứng với độ sâu bão hòa đạt độ chính xác $\varepsilon_H = 0,0005$ và độ chính xác của biên ra lưu lượng giữa 2 mặt cắt cuối cùng $\varepsilon_Q = 0,05\%$. Kết quả cho thấy $J_{ra\ max} = 0,165$ đạt tại nút 420. So sánh với $[J] = 0,442$ ta thấy $J_{ra\ max} < [J]$.



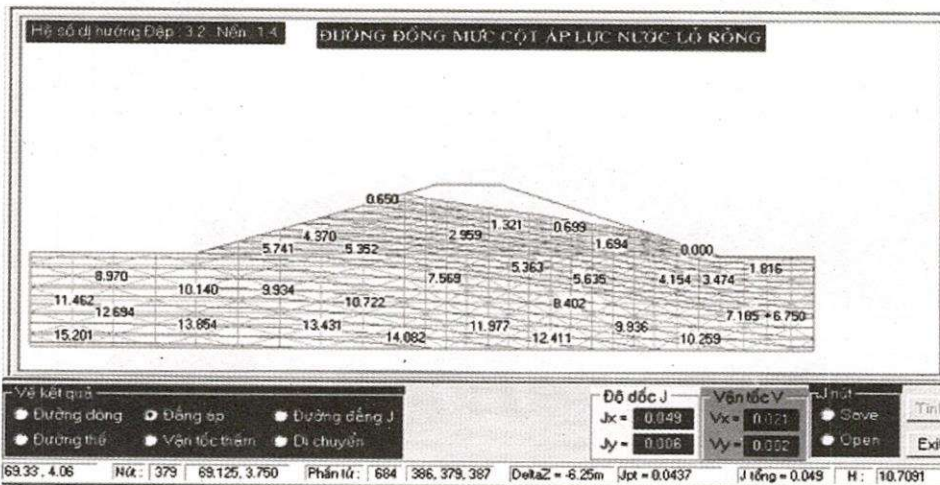
Hình 2. Sơ đồ tính toán trường hợp $H_{hlmax} = 0.5\ m$



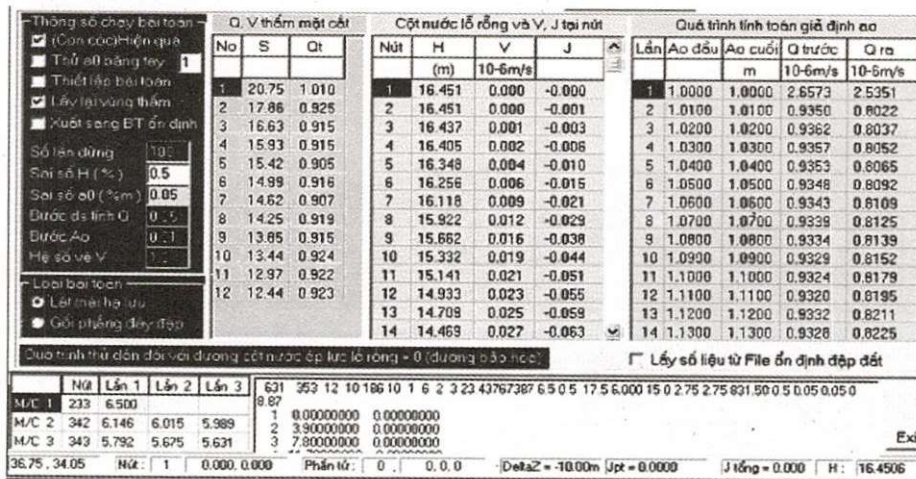
Hình 3. Đồ thị đường dòng - đường thế trường hợp $H_{hlmax} = 0.5\ m$



Hình 4. Đồ thị đường đẳng j của dòng thấm trường hợp $H_{hlmax} = 0.5$ m



Hình 5. Đồ thị đường đồng áp lỗ rồng trường hợp $H_{hlmax} = 0.5$ m



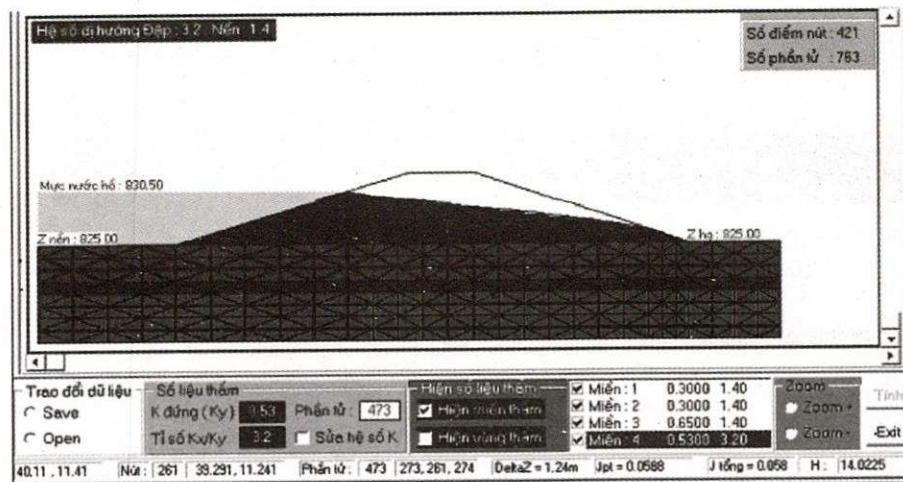
Hình 6. Kết quả tính toán thẩm qua đập đất trường hợp $H_{hlmax} = 0.5$ m

3.2. Trường hợp MNTL= MNDBT, MNHL = 0.0 m

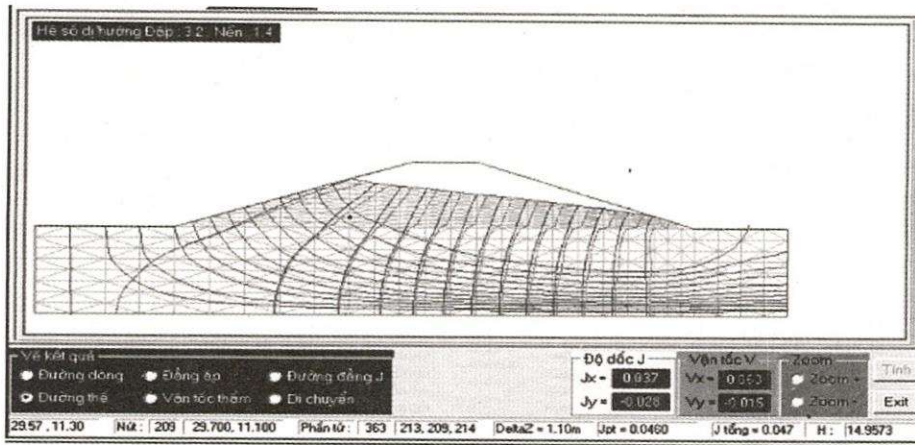
Bảng 2. Tọa độ đường bão hòa từ nút 233 đến nút 353

Nút	Lần 1	Lần 2	Lần 3
233	5.500		
342	5.158	5.053	5.032
343	4.817	4.744	4.707
344	4.475	4.461	4.417
345	4.134	4.182	4.136
346	3.792	3.898	3.856
347	3.450	3.604	3.568
348	3.109	3.296	3.270
349	2.767	2.969	2.957
350	2.426	2.620	2.624
351	2.084	2.241	2.260
352	1.742	1.826	1.851
353	1.401	1.401	1.401

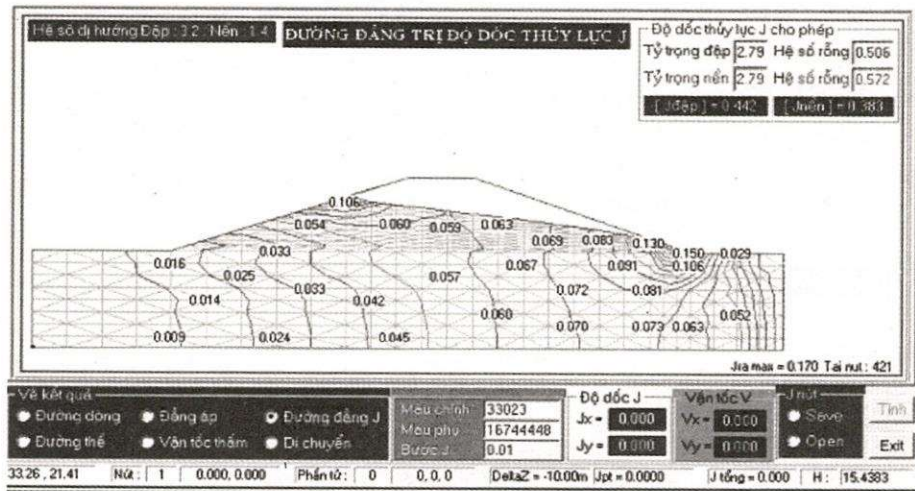
Tương tự trường hợp trên, quá trình tính toán được thực hiện với các điều kiện thử dần ứng với độ sâu bão hòa đạt độ chính xác $\epsilon_H = 0,0005$ và độ chính xác của biên ra lưu lượng giữa 2 mặt cắt cuối cùng $\epsilon_Q = 0,05\%$. Kết quả cho thấy $J_{ra\ max} = 0,170$ đạt tại nút 421, so sánh với $[J] = 0,442$ ta thấy $J_{ra\ max} < [J]$.



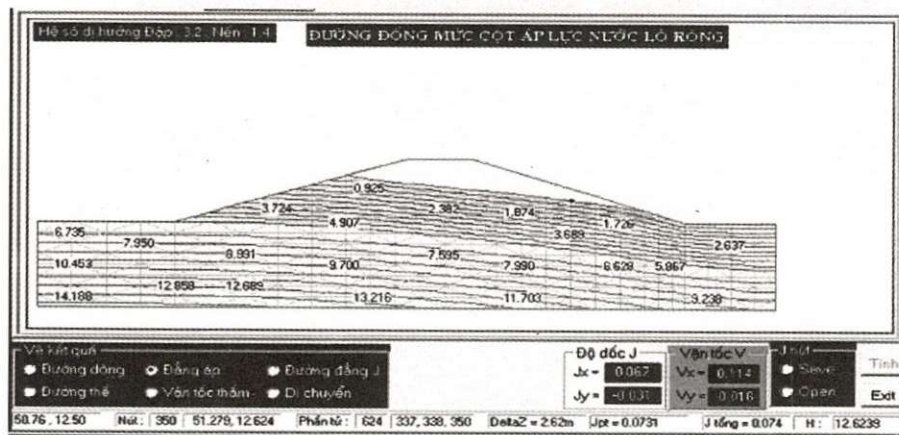
Hình 7. Sơ đồ tính toán trường hợp $H_{hlmax} = 0.0$ m.



Hình 8. Đồ thị đường dòng - đường thế trường hợp $H_{hlmax} = 0.0$ m



Hình 9. Đồ thị đường đẳng j của dòng thấm trường hợp $H_{hlmax} = 0.0$ m



Hình 10. Đồ thị đường đồng áp lỗ rồng trường hợp $H_{hlmax} = 0.0$ m

Q. V. thấm mặt cắt				Cột nước lỗ rỗng và V. J tại nút				Quá trình tính toán giá định eo					
No	S	Qt		Nút	H	V	J	Lần	Ao đầu	Ao cuối	Q trước	Q ra	
				(m)		10-6m/s			m		10-6m/s	10-6m/s	
1	18.39	0.812		408	10.000	0.004	0.008	1	1.0000	1.0000	2.3861	2.2109	
2	16.07	0.664		409	10.000	0.000	0.000	2	1.1000	1.1000	0.6772	0.6252	
3	15.19	0.653		410	10.883	0.096	0.147	3	1.2000	1.2000	0.6742	0.6404	
4	14.64	0.654		411	10.478	0.104	0.158	4	1.3000	1.3000	0.6715	0.6551	
5	14.28	0.652		412	10.000	0.074	0.150	5	1.4000	1.4000	0.6704	0.6703	
6	13.93	0.655		413	10.000	0.024	0.078	6	1.5000	1.5000	0.6882	0.6857	
7	13.60	0.656		414	10.000	0.009	0.029	7	1.4500	1.4500	0.6686	0.6779	
8	13.27	0.658		415	10.000	0.003	0.008	8	1.4250	1.4250	0.6895	0.6734	
9	12.90	0.662		416	10.000	0.000	0.000	9	1.4125	1.4125	0.6700	0.6719	
10	12.51	0.665		417	10.886	0.257	-0.152	10	1.4063	1.4063	0.6702	0.6712	
11	12.06	0.670		418	10.895	0.257	-0.154	11	1.4031	1.4031	0.6703	0.6708	
12	11.58	0.670		419	10.911	0.260	-0.160	12	1.4016	1.4016	0.6704	0.6706	
				420	10.934	0.258	-0.167	13	1.4008	1.4008	0.6704	0.6704	
				421	10.467	0.289	-0.170						

Ng	Lần 1	Lần 2	Lần 3	631	953	12	10	186	10	1	5	2	3	28	7730264325	5.5	0	17.5	6.000	15	0	2.75	2	75	830	50	0.50	0.05	0.05	0	0.2		
M/C 1	233	5.500			1	0.0000000	0.0000000																										
M/C 2	342	5.158	5.053	5.032		2	3.3000000	0.0000000																									
M/C 3	343	4.817	4.744	4.707		3	6.6000000	0.0000000																									
						4	9.9000000	0.0000000																									

Hình 11. Kết quả tính thấm qua đập đất trường hợp $H_{hlmax} = 0.0$ m

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả tính toán cho thấy với công cụ phần mềm thấm dị hướng và kinh nghiệm của người sử dụng, ngoài ra phần mềm này đã được ứng dụng kiểm nghiệm ở một số công trình xây dựng như đập Đắk Huýt – Đắk Rlấp, Đắk Minh – Buôn Đôn, Eanaodar – Krông buk... tỉnh Đắk Lắk, chúng tôi cho rằng kết quả truy xuất hoàn toàn tin tưởng, có thể áp dụng vào giai đoạn tính toán tiếp theo trong quá trình thiết kế và thi công công trình.

Trong các trường hợp tính, gradient thấm đều nhỏ hơn trị số gradient thấm cho phép $[J]=0,442$ đảm bảo cho công trình không có xói ngầm và cục bộ, với chiều cao hút nước lớn nhất $a_{0max} = 1,75$ m cần phải xây dựng vật thoát nước bề mặt ở hạ lưu có chiều cao 1,8 m.

THE APPLICATION OF THE ANISOTROPIC ABSORB SOFTWARE TO CALCULATE SEEPAGE FOR EARTH DAM- ECOLOGICAL NAM PHUONG LAKE - LAM DONG PROVINCE

Nguyen Dinh Vuong, Tran Minh Tuan
The Southern Institute of Water Resources Research

ABSTRACT: Recent years, head hydraulic works have contributed the important function for water storage, water resource regulator and distribution, flood mitigation, power supply and natural disaster prevention for the socio- economical development and environmental protection. However it still has some problems in design and construction, especially seepage caused unstable to the longlife of works. To day, following the development of information technology and applying softwares have an important effects to design, disaster forecast in order to suggest protection strategies. In this paper, the author has presented the application of anisotropic absorb software to calculate seepage for earth dam. The results gave velocity, discharge, infiltration gradient, pore water pressure at any points of the calculation areas.

Keywords: Anisotropic absorb, seepage, earth dam, ecological lake.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Hữu An, *Xác định phạm vi bảo vệ đê sông đồng bằng Bắc bộ trên cơ sở giải bài toán thấm và đánh giá ổn định nền đê*. Tạp chí Thủy lợi, (273), tr 23-34, (1990).
- [2]. Nguyễn Hữu An và các cộng sự, *Nghiên cứu các giải pháp nâng cao sự làm việc an toàn cho đê sông Đồng bằng Bắc bộ*. Đề tài cấp Bộ B96-34-01-TĐ, (1999).
- [3]. Dương Trung Huy, *Hướng dẫn sử dụng phần mềm thấm dị hướng*. Chuyên đề Tiến sĩ, Đại học Thủy lợi, (2005).
- [4]. Huỳnh Bá Kỹ Thuật... và nnk, *Tính toán thấm qua công trình thủy lợi*. Đề tài NCKH cấp Bộ, Hà Nội, (2001).
- [5]. Nguyễn Xuân Trường, *Thiết kế đập đất* - NXB Giáo dục, Hà Nội, (1972).
- [6]. Joseph E.Bowles, *Engineering properties of soils and their measurement* Mcgraw-Hill Book Company, (2000).
- [7]. D. G. FredLund, *Cơ học đất không bão hòa I, II* - NXB Giáo dục, Hà Nội, (2000).