ỨNG DỤNG PHẦM MỀM ANSYS TÍNH TOÁN THẤM 3D

Nguyễn Trọng Quân
DD: 0977 270 347
Email: quansdc@gmail.com, website: http://tinyurl.com/quansdc

I- ĐẶT VẤN ĐỀ:

Bài toán thấm trong công trình thủy lợi, thủy điện,… là bài toán rất quan trọng. Bởi lẽ thấm là một trong những yếu tố gây mất nước hồ chứa, gây mất ổn định mái đập, gây xói…ảnh hưởng đến sự an toàn đập.

Lý thuyết tính toán thấm đã được các nhà khoa học nghiên cứu bằng các phương pháp khác nhau. Tuy nhiên đối với bài toán thấm 3D với các hướng dòng thấm khác nhau (thấm dị hướng) luôn là một bài toán khó khăn và hướng giải quyết của nó vẫn đang tiếp tục được nghiên cứu và hoàn thiện.

Phương pháp tính toán đối với bài toán thấm 3D bằng PTHH cũng đã được các tác giả khai thác và xây dựng các phần mềm tính. Tuy nhiên theo quan điểm đánh giá của tác giả thì chưa phần mềm nào xây dựng được mô hình tính thật sát với thực tế và còn đơn giản, chưa mô phỏng đầy đủ điều kiện biên phức tạp của bài toán.

Trong bài báo này tác giả giới thiệu đến bạn đọc một phương pháp tính toán thấm 3D bằng phần mềm ANSYS, tài liệu và các nghiên cứu tính toán thấm 3D của phần mềm này cũng chưa có nhiều nên tác giả mong được trao đổi, nhận được góp ý của bạn đọc để nghiên cứu sâu thêm về ứng dụng các tính toán này. Sử dụng phần mềm ANSYS có thể giúp tính toán được mọi bài toán thấm 3D có biên phức tạp như thấm hai vai đập, thấm vòng quanh chỗ tiếp xúc mang cống và đập đất, thấm vòng quanh giữa hạng mục công trình bê tông với hạng mục đập đất…

II- LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN THẤM DỊ HƯỚNG:

Trong bài viết này tác giả không trình bày chi tiết lý thuyết tính toán thấm dị hướng mà chỉ nêu các bước cơ bản để xây dựng phương trình vi phân cơ bản của dòng thấm ổn định của môi trường đồng nhất dị hướng.

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

+ Phương trình vi phân chuyển động của dòng thấm Dzukovsky

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

+ Phương trình liên tục

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

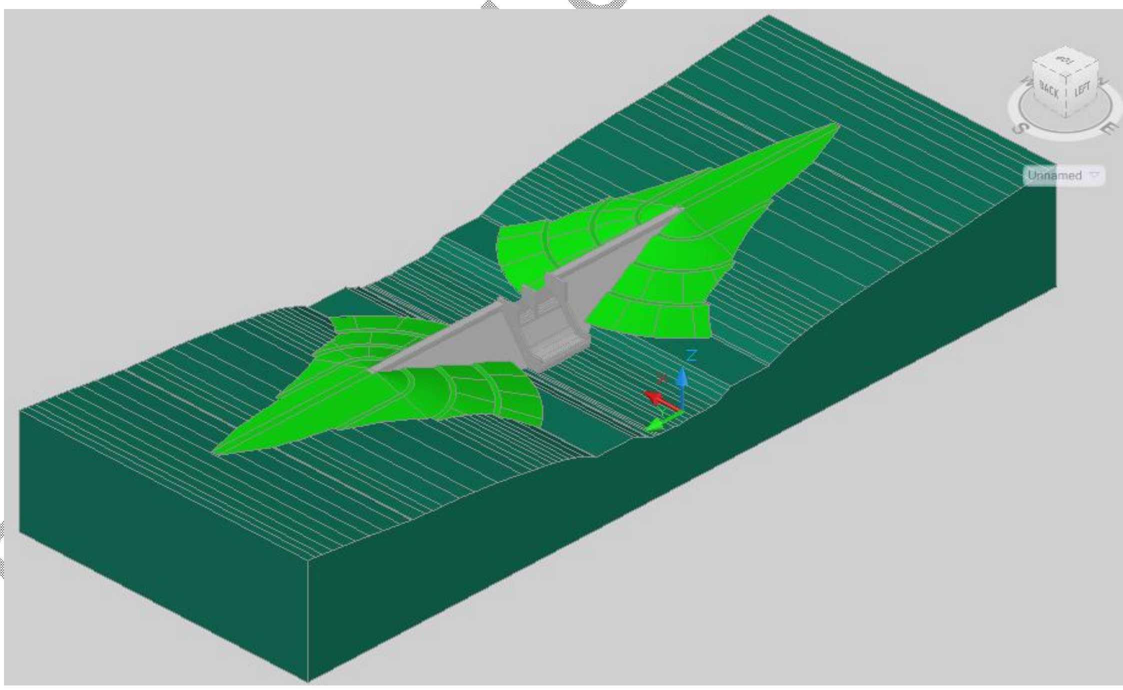
Thông thường hệ phương trình (1) và (2) còn được đưa về 1 phương trình duy nhất bằng cách đạo hàm riêng Ux, Uy, Uz đưa các giá trị này vào phương trình liên tục (2) ta được :

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

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

III- TÍNH TOÁN THẤM VÒNG QUANH ĐẬP BẰNG PHẦN MỀM ANSYS:

1 – Tài liệu đầu vào:



Hình 1- Mô hình tổng thể đập

1.1- Giới thiệu về bài toán:

Kết cấu đập là dạng đập bê tông ở phần lòng sông, hai bên vai đập đắp đất. Các thông số cụ thể như sau:

- Chiều dài đập bê tông: 100m
- Chiều dài đập đất: 80m
- Chiều rộng tràn: 30m
- Cao trình đỉnh đập: 398.0 m
- Bề rộng đỉnh đập: 6.0 m
- MNDBT: 397.0 m
- MNLKT: 397.5 m
- MNHLmax: 359.0 m

Mái đập đất TL m = 3,0; 3,5

Mái đập đất HL m = 2,75; 3,25

Bảng 1.1: Chỉ tiêu cơ lý các lớp địa chất, vật liệu làm đập.

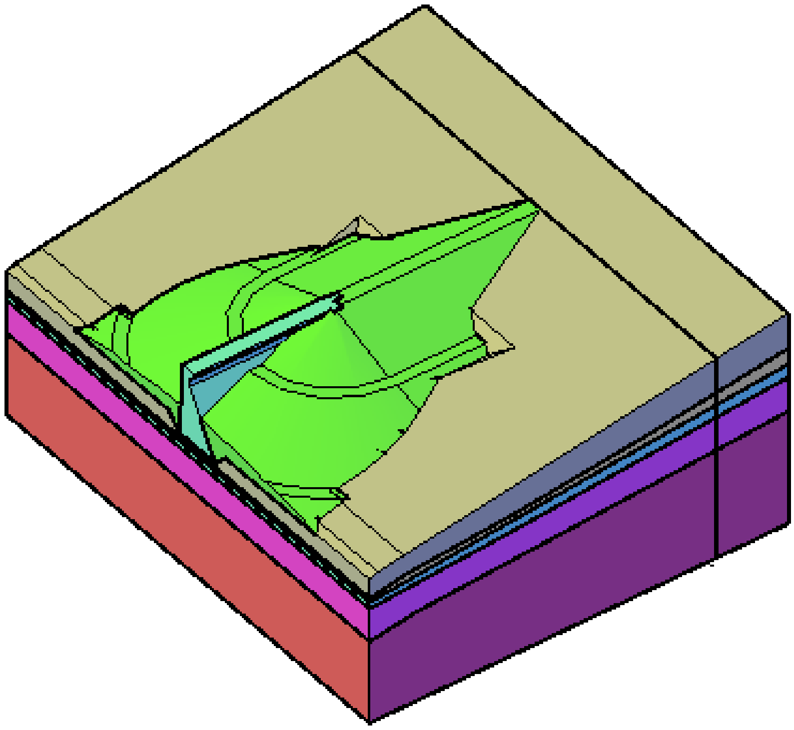
Loại đất nền, vật liệu đắp đập		Ký hiệu	Hệ số thấm K x = Ky(m/s)
Vật liệu đắp đập	Đất đắp đập	ĐĐ	$1.3x10^{-7}$
	Đống đá thoát nước	ĐT	$5.6x10^{-2}$
	Đá lát ốp mái	ĐL	$1.9x10^{-5}$
	Khoan phun xi măng đất	KP	10^{-7}
Đất nền	Đới sườn tàn tích	edQ	$9.25x10^{-5}$
	Đới đá phong hoá mãnh liệt	IA1	$1.16x10^{-5}$
	Đới phong hoá mạnh	IA2	$9.25x10^{-6}$
	Đá bazan đới IB	IB	$2.0x10^{-6}$
	Đới đá tươi nứt nẻ	IIA - Đặc sít	$1.0x10^{-6}$
		IIA – Lỗ rỗng	$2.0x10^{-6}$
	Đới đá tương đối nguyên vẹn	IIB- Đặc sít	$1.0x10^{-6}$
		IIB- Lỗ rỗng	$2.0x10^{-6}$

Trường hợp tính: MNTL = MNDBT = 397.0m

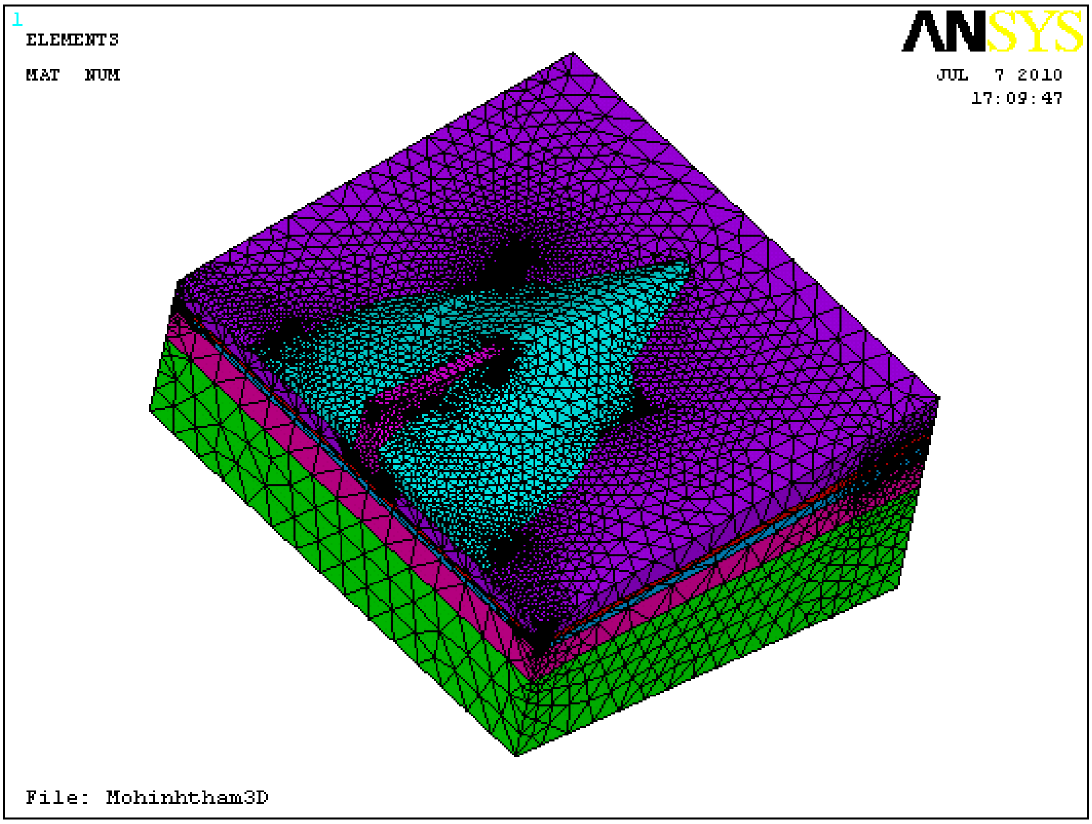
MNHL = 0.0m

1.2 – Mô hình tính toán:

Trong tính toán mô hình tính cho bên vai trái đập vị trí tiếp xúc giữa đập đất và đập bê tông. Xây dựng mô hình 3D mô phỏng hình dạng thực của kết cấu đập.



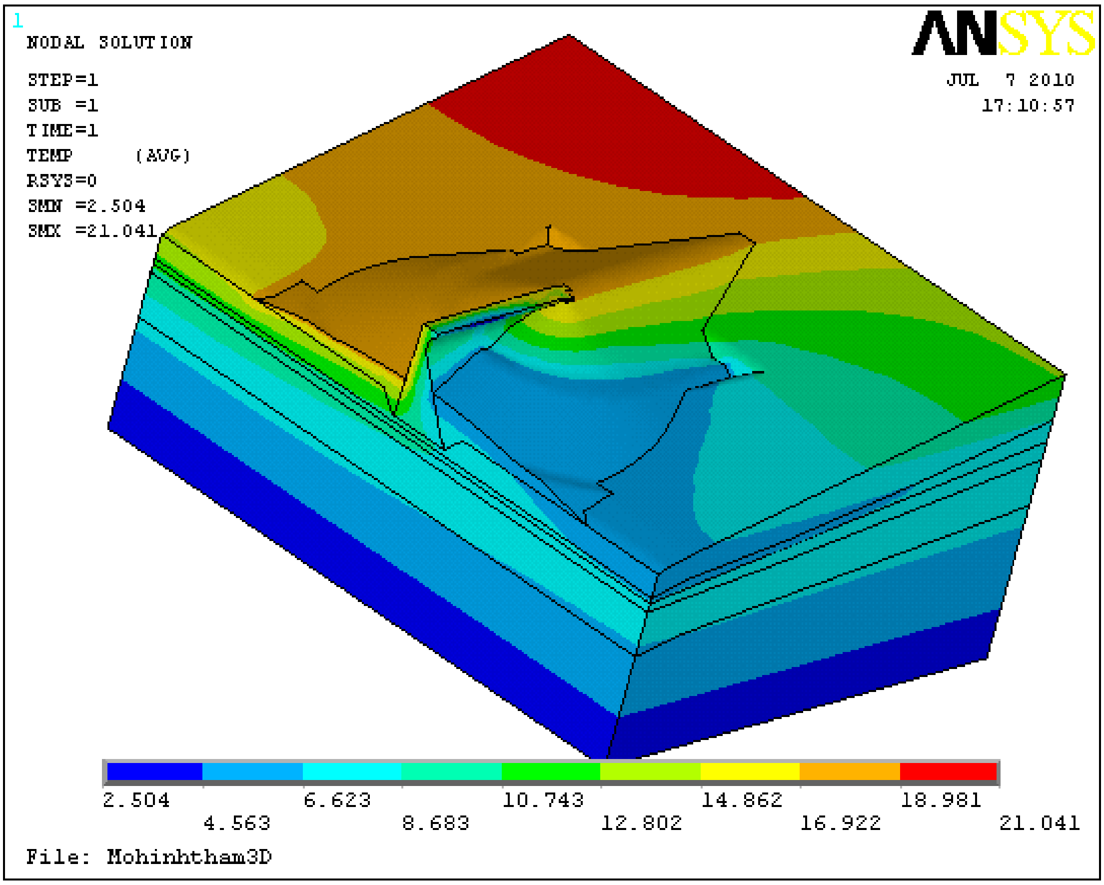
Hình 2- Mô hình tính thấm vai trái đập



Hình 3- Chia lưới phần tử tính toán

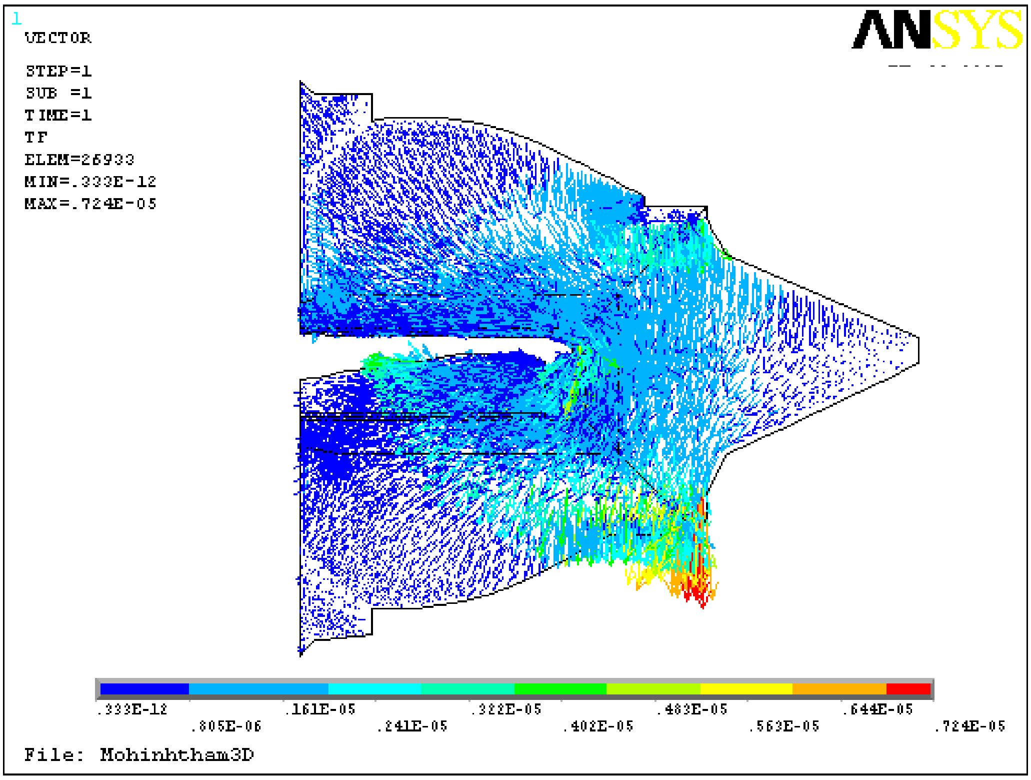
2 – Kết quả tính toán:

2.1- Biểu đồ cột nước áp lực:



Hình 4- Biểu đồ cột nước áp lực

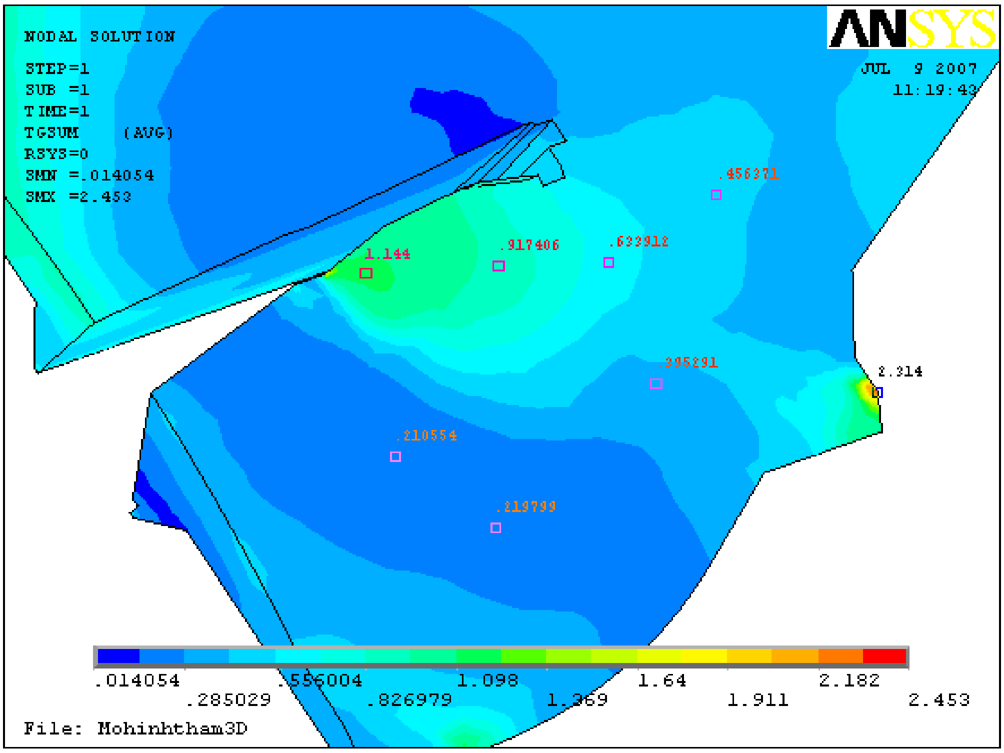
2.2 – Véc tơ và hướng dòng thấm vòng quanh vai đập:



Hình 5- Véc tơ hướng dòng thấm xuất hiện bên vai đập

2.3- Gradient xuất hiện trên đập đất và chỗ tiếp xúc với tường răng:

Gradient max vị trí tiếp xúc Jxy = 1.14 < $[J]_{cp}$ = 1.2 ; Gradient max vị trí chân đập Jxy = 2.314 > $[J]_{cp}$ = 1.2



Hình 6- Gradient xuất hiện trên đập đất và chỗ tiếp xúc với tường răng đập bê tông

IV– KẾT LUẬN:

Kết quả tính toán cho chúng ta cái nhìn trực quan về véc tơ hướng dòng thấm xuất hiện vòng quanh vai đập chỗ tiếp xúc giữa tường răng của đập bê tông và đập đất.

Từ kết quả tính toán giá trị gradient xuất hiện ở phần thân đập đất lớn nhất là:

Jmax = 1.14 < $[J_{cp}]$ = 1.20 (theo tiêu chuẩn thiết kế đập đất đầm nén (14 TCN 157 - 2005)), như vậy đập đất không bị mất ổn định thấm, không xảy ra xói ngầm trong quá trình vận hành.

Tuy nhiên tại vị trí chân mái hạ lưu có vùng xuất hiện gradient cục bộ lớn nhất J_{max} = 2.314 > $[J_{cp}]$ = 1.20 → Kiến nghị phải bố trí bộ phận thoát nước áp mái bằng đá xếp khan có tầng lọc ngược.

Sử dụng phần mềm ANSYS tính thấm 3D giúp chúng ta có thể tính toán bài toán thấm trong trường hợp có biên phức tạp, bài toán thấm dị hướng. Thời gian tính toán được giảm bớt so với các phương pháp tính như xây dựng mô hình tương tự điện, kết quả tính cũng trực quan hơn các phần mềm hiện nay.

Trong bài toán là một ví dụ được tác giả đưa ra và giải quyết. Tác giả mong muốn nhận được sự góp ý nhất là những bạn đọc đã sử dụng modun tính thấm ở phần mềm này để hoàn thiện và nghiên cứu sâu hơn nhằm phục vụ cho công tác thiết kế.

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 phầm 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, E*ngineerings properties of soils and their measuremen*t Mcgraw–Hill Book Company, (2000).

[7]. D. G. FredLund, C*ơ học đất không bão hòa I, II* - NXB Giáo dục, Hà Nội, (2000).

[8]. Nguyễn Đình Vượng, Trần Minh Tuấn, *Ứng dụng phần mềm thấm dị hướng để tính toán thấm cho đập đất hồ sinh thái Nam Phương – Lâm Đồng.*

[9]. Đinh Bá Trụ, Hoàng Văn Lợi – *Hướng dẫn sử dụng ANSYS*

[10]. Vũ Hoàng Hưng, Nguyễn Quang Hùng – *Phân tích kết cấu công trình thủy lợi, thủy điện bằng phần mềm ANSYS*