

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**PHẠM CƯỜNG**

**NGHIÊN CỨU KIỂM TRA ỔN ĐỊNH ĐẬP CHÍNH  
KRÔNG H'NẶNG KHI NẶNG CAO MỰC NƯỚC DẶNG  
BÌNH THƯỜNG SO VỚI THIẾT KẾ BAN ĐẦU**

**Chuyên ngành: Xây dựng công trình thủy  
Mã số: 60.58.40**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng - Năm 2012**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẶNG**

**Người hướng dẫn khoa học: GS.TS. NGUYỄN THỂ HÙNG**

**Phản biện 1: TS. NGUYỄN VĂN MINH**

**Phản biện 2: PGS.TS. PHAN CAO THỌ**

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 12 tháng 5 năm 2012.

*Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng.

## MỞ ĐẦU

### 1. Cơ sở khoa học và thực tiễn của đề tài.

Hồ chứa nước Krông H' năng có đập giữ nước bằng đất đắp; lượng nước đến hồ này khá dồi dào; hiện nay ban quản lý hồ có ý định nâng cao mực nước dâng bình thường để tăng dung tích hữu ích của hồ chứa, nhằm tăng điện lượng hàng năm.

Do đó, việc nghiên cứu kiểm tra ổn định đập Krông H' năng, khi mực nước dâng bình thường được nâng cao là rất cần thiết, nhằm giúp cơ quan hữu quan có những giải pháp thích hợp khi thực hiện.

Các cách giải bài toán thấm trong thiết kế hiện nay thường chỉ là gần đúng và đơn giản; trong nhiều trường hợp lời giải dẫn đến sai số khá lớn.

Ngay nay với sự phát triển mạnh mẽ của các phương pháp số và công cụ máy tính nói chung, có thể tìm được lời giải của bài toán thấm khá sát với thực tế khi bài toán có hình dạng biên phức tạp, với địa chất không đồng nhất, bài toán phẳng hay không gian, thấm ổn định và không ổn định.

Môđun SEEP/W, SLOVE/W thuộc bộ phần mềm Geoslope, giải bài toán thấm theo phương pháp phần tử hữu hạn có nhiều ưu điểm trong kiểm tra, tính toán thấm và ổn định cho đập đất; do đó luận văn chọn phần mềm này để tính toán, kiểm tra ổn định đập Krông H' năng khi nâng cao mực nước dâng bình thường so với thiết kế ban đầu.

### 2. Mục tiêu và các nội dung nghiên cứu của đề tài.

Từ những lý do trên, đề tài đặt ra mục tiêu chính là nghiên cứu ảnh hưởng về thấm và ổn định của đập Krông H' năng khi nâng cao mực nước dâng bình thường so với thiết kế ban đầu; từ đó đưa ra các giải pháp kỹ thuật phù hợp để giữ ổn định đập đáp ứng nhu cầu sử

dụng điện ngày càng tăng của các ngành kinh tế và sinh hoạt của nhân dân trong cả nước.

Luận văn gồm có các nội dung chính như sau:

- 1- Tổng quan công trình thủy điện Krông H' năng;
- 2- Tìm hiểu môđun SEEP/W, SLOVE/W thuộc bộ GEO - SLOPE Office của GEO - SLOPE International - Canada.
- 3- Nghiên cứu giải bài toán thấm hai chiều bằng phương pháp phần tử hữu hạn.
- 4- Tính toán chạy phần mềm SEEP/W, SLOVE/W để tính thấm qua đập Krông H' năng và kiểm tra ổn định của đập khi nâng cao mực nước dâng bình thường so với thiết kế ban đầu.

### 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài là dòng thấm qua nền đập Krông H' năng nằm trên sông Ea Krông H' năng là nhánh sông lớn thứ 2 của sông Ba.

### 4. Phương pháp nghiên cứu.

Để giải quyết các mục tiêu nêu trên, luận văn đưa ra phương pháp nghiên cứu như sau:

- Tiến hành thu thập các thông tin, số liệu tính toán, thống kê từ các ban quản lý dự án, sở xây dựng liên quan đến đập Krông H' năng.
- Sưu tập các tư liệu về lý thuyết, các mô hình toán liên quan đến dòng thấm qua đập đất hiện có thông qua Internet, thư viện.
- Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán mô tả dòng thấm hai chiều để tính toán dòng thấm.
- Ứng dụng phần mềm tính thấm Geo-slope dựa trên phương pháp PTHH để tính thấm cho đập Krông H' năng và kiểm tra ổn định khi nâng cao mực nước dâng bình thường so với thiết kế ban đầu.

## 5. Cấu trúc của Luận văn.

Ngoài phần mở đầu, kết luận kiến nghị và tài liệu tham khảo, luận văn gồm có các chương như sau :

Chương 1: Tổng quan về công trình thủy điện Krông H'Năng và các phương pháp tính thấm qua đập đất hồ chứa.

Chương 2: Giới thiệu về phần mềm Geo – Slope.

Chương 3: Ứng dụng phần mềm geo - slope để tính thấm qua đập Krông H'Năng và kiểm tra ổn định của đập khi nâng cao mực nước dâng bình thường so với thiết kế ban đầu

## Chương 1

### TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN KRÔNG H'NĂNG VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH THẤM QUA ĐẬP ĐẤT HỒ CHỨA

#### 1.1. Vị trí công trình.

Công trình đầu mối thủy điện Krông Năng dự kiến được xây dựng tại đỉnh thác thuộc nhánh Sông Krông Năng có tọa độ địa lý tại:

$$- X = 577\ 226,93$$

$$- Y = 143\ 1142,28 \quad (\text{VN2000})$$

Cụm công trình đầu mối áp lực và hồ chứa thuộc địa phận xã Ea Sô huyện Ea Kar và xã Cư Prao Huyện Ma Đrăk, tỉnh Đắk Lắk.

Tuyến năng lượng, nhà máy, trạm phân phối điện thuộc địa phận xã Ea bar huyện Sông Hinh tỉnh Phú Yên.

Vị trí công trình cách thành phố Tuy Hoà khoảng 90km về phía Tây.

#### 1.2. Tổng quan về công trình.

##### 1.2.1 Các thông số chính công trình

Bảng 1.1 Các thông số chính công trình

Thông số	Đơn vị	Giá trị
MNDBT	m	255
MNC	m	242,5
$W_{tb}$	$10^6 \text{ m}^3$	171,6
$W_c$	$10^6 \text{ m}^3$	59,3
$W_{hi}$	$10^6 \text{ m}^3$	112,3
$H_{max}$	m	120,6
$H_{min}$	m	101,6
$H_{tt}$	m	108,1
$Q_{max}$	m <sup>3</sup> /s	68

Thông số	Đơn vị	Giá trị
$Q_{db}$	$m^3/s$	12,9
$N_{lm}$	MW	64
$N_{db}$	MW	12,1
$E_o$	$10^6$ kWh	247,72
$E_{m\grave{u}a\ mưa}$	$10^6$ kWh	56,60
$E_{m\grave{u}a\ khô}$	$10^6$ kWh	191,12
Số tổ máy	tổ	2
$H_{sdlm}$	giờ	3856

Nếu mực nước dâng bình thường nâng cao thêm 2m, dung tích hữu ích của hồ sẽ tăng thêm được:  $\Delta V = 27,34 \cdot 10^6 m^3$ ; đây là một lượng nước lớn, quý báu.

## 1.2.2 Các điều kiện tự nhiên

### 1.2.2.1 Khí tượng thủy văn

Các đặc trưng khí hậu, thủy văn xác định chủ yếu dựa vào các tài liệu quan trắc của các trạm khí tượng thủy văn trong lưu vực.

### 1.2.2.2 Địa hình

Vùng tuyến công trình tương đối bằng phẳng, thuận tiện cho việc bố trí các hạng mục công trình chính, khu phụ trợ, công tác dẫn dòng thi công. Công tác khảo sát địa hình khu vực vùng hồ, vùng tuyến đủ đảm bảo khối lượng, chất lượng tài liệu trắc địa, địa hình để lập TKKT.1 thủy điện Krông Hnăng.

### 1.2.2.3 Địa chất

#### a. Điều kiện địa chất vùng hồ

Ở khu vực bờ hồ eo lòng hồ hẹp và độ dốc địa hình tương đối thoải khoảng  $10^0 - 30^0$  do vậy khả năng sạt lở tái tạo bờ hồ là rất chậm đồng thời chỉ có thể ở quy mô nhỏ.

Tóm lại có thể đi đến kết luận khi hồ thủy điện Krông Hnăng đi vào vận hành thì khả năng tái tạo bờ hồ sẽ ở mức độ rất yếu cục bộ, qui mô nhỏ so với dung tích và tuổi thọ theo thiết kế đã qui định của hồ.

Cao trình phân thủy hồ chứa đều nằm cao hơn mực nước dâng hồ chứa thấp nhất từ 9m đến hàng chục mét, còn lại các vị trí khác rất cao, đỉnh phân thủy rộng nên không có khả năng thấm mất nước của hồ chứa.

#### b. Điều kiện địa chất vùng tuyến

Tuyến đập chủ yếu nằm trong phạm vi phân bố của các thành tạo đá granit phức hệ Quế Sơn, các tích tụ bờ rời bãi bồi ven sông - lòng sông, một phần trong đá bazan tuổi  $N_2-Q_1$  và trầm tích Neogen.

Tuyến tràn và tuyến năng lượng nằm trong phạm vi phân bố của đá granit, phần nền kênh xả đặt trên đới  $IA_1$ , phần mái kênh nằm trong phạm vi phân bố lớp bồi tích thêm sông mềm yếu cần có biện pháp gia cố để đảm bảo ổn định nền và mái kênh.

#### c. Động đất

Về động đất khu vực, theo bản đồ phân vùng động đất (Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam năm 1997) của Viện vật lý Địa cầu thì vùng nghiên cứu nằm trong khu vực phát sinh động đất  $I_{max} = 6$  (MSK-64).

#### d. Khoáng sản lòng hồ

Theo tinh thần công văn số 522 CV/ĐCKS - ĐTĐC ngày 8 tháng 5 năm 2002 của Cục địa chất & khoáng sản Việt Nam (nay thuộc Bộ tài nguyên khoáng sản & Môi trường) đã tiến hành đo vẽ điều tra ở tỷ lệ 1/50.000 thì chưa phát hiện các điểm khoáng sản có ý nghĩa trong vùng ngập hồ chứa, vùng xây dựng công trình.

e. Vật liệu xây dựng thiên nhiên

Vật liệu xây dựng tại chỗ gồm: đất, đá đắp đập, cát sử dụng cho bê tông và tầng lọc, đá dăm cho bê tông ... đảm bảo đủ và đạt yêu cầu xây dựng.

### 1.3 Khái niệm chung về hiện tượng thấm trong đất.

Chuyển động chậm của nước qua đất thường được gọi là thấm và sự chuyển động đó cứ liên tục sẽ tạo thành dòng thấm trong đất. Trong quá trình thiết kế cũng như thi công các công trình xây dựng cơ bản, đặc biệt là các công trình thủy lợi như hồ chứa nước thì việc tính toán thấm phải rất thận trọng vì nó có tính quyết định đến sự ổn định cũng như tính lâu dài của hồ chứa.

**Lý thuyết cơ bản về thấm:** Sự chuyển động thấm trong môi trường rỗng của đất được diễn ra dưới tác dụng của lực trọng trường khi có chênh lệch cột nước giữa các điểm khác nhau.

Với trường hợp thấm tầng, chuyển động thấm tuân theo định luật Darcy:  $Q = Kt \cdot \omega \cdot I$  (1.1)

Từ công thức (1.1) cho thấy lưu lượng tỷ lệ bậc nhất (hàm tuyến tính) với gradien thấm. Đó là trường hợp thấm tầng thường xảy ra trong môi trường đất hạt nhỏ.

**Thấm có áp và thấm không áp:** Thấm qua nền dưới đáy công trình thủy với mặt biên trên bị chặn bởi lớp không thấm như dưới đập bê tông là thấm có áp, vì áp suất tại biên phía trên của dòng thấm lớn hơn áp suất khí trời. Trong trường hợp này hệ số thấm của vật liệu thân công trình thủy hoặc bản đáy công trình thủy nhỏ hơn nhiều lần so với hệ số thấm của nền.

**Thấm phẳng và thấm không gian:** Đối với các đập xây dựng ở sông đồng bằng thường có chiều cao nhỏ, chiều dài lớn, do đó chuyển

động thấm trong phạm vi phần lớn chiều dài đập là thấm gần như phẳng, nghĩa là dòng thấm gần vuông góc với trục dọc của đập.

Trong các đập cao xây dựng ở vùng núi, hoặc trong các đập xây dựng trên các sông suối hẹp thì chuyển động của dòng thấm có tính không gian rõ rệt.

**Hiện tượng mao dẫn trong thấm không áp:** Thấm qua đập đất đá là thấm không áp có mặt bão hòa là mặt thoáng tự do, vì vậy phía trên mặt bão hòa hình thành vùng đất có độ ẩm giảm dần dưới tác dụng của lực mao dẫn. Chiều cao mao dẫn và sự phân bố độ ẩm của đất ở vùng mao dẫn phụ thuộc vào kích thước khe rỗng giữa các hạt đất.

### 1.4 Thấm qua đập đất trên nền không thấm.

#### 1.4.1 Theo phương pháp cơ học chất lỏng

Lời giải của S.N.Numêrôp, giải bài toán thấm qua đập đất đáy rộng hữu hạn, mái thượng lưu có độ dốc m, trên nền không thấm nằm ngang, hạ lưu không có nước, có thiết bị thoát nước góì phẳng.

Lưu lượng thấm q trên một đoạn đập dài một đơn vị được xác định như sau:

$$\frac{q}{k} = q_r = \frac{H^2}{L + H \cdot f_1 + \sqrt{(L + H \cdot f_1)^2 + H^2 \cdot f_2}} \quad (1.12)$$

#### 1.4.2 Theo phương pháp thủy lực

a. Đập đất đồng chất không có thiết bị thoát nước

Có rất nhiều nghiên cứu và kiến nghị về cách giải bài toán thấm này bằng phương pháp thủy lực, trong đó được sử dụng phổ biến nhất là phương pháp phân đoạn do viện sỹ N.N.Pavolôpxki đưa ra, đến nay đã được áp dụng phổ biến.

b. Đập đất đồng chất có thiết bị thoát nước

Khi hạ lưu đập có nước ta có:

$$q = \frac{k}{2(L+\Delta L)} \left[ h_1^2 - (h_2 + a_0)^2 \right] \quad (1.25)$$

### c. Đập đất có tường lõi mềm

Giải theo phương pháp biến đổi đất lõi giữa có hệ số thấm  $k_0$  rất nhỏ thành đập đồng chất có cùng hệ số thấm  $k$  (bằng cách, theo điều kiện tổn thất thấm qua lõi giữa và qua khối đất thay thế bằng nhau). Khi đó ta lại trở về giải bài toán thấm của một đập đồng chất.

### d. Đập đất có tường nghiêng:

Khi tính thấm qua đập có tường nghiêng làm bằng loại đất ít thấm nước ( hệ số thấm  $k_0$  ), thực tế chiều dày tường nghiêng thay đổi dần, càng xuống phía dưới chiều dày càng lớn, thì trong sơ đồ tính toán ta dùng chiều dày trung bình của hai mặt cắt chổ ngang mực nước thượng lưu và ở chân đập. Phương pháp giải bài toán này có thể áp dụng phương pháp biến đổi đập có tường nghiêng về đập đồng chất giả định.

## 1.5 Thấm có áp qua nền đất đồng nhất dưới đáy công trình.

### 1.5.1 Phương pháp giải tích

Bao gồm ba phương pháp sau:

#### a. Phương pháp cơ học chất lỏng

Phương pháp này cho kết quả chính xác. Viện sỹ N.N.Pavolôpxki là người đầu tiên giải bài toán thấm dưới đáy công trình bằng phương pháp cơ học chất lỏng. Với công cụ toán học là các hàm giải tích một biến phức  $z = x + iy$ , tác giả đã tìm được thế vị phức của dòng thấm trong một số bài toán đơn giản.

#### b. Phương pháp cơ học chất lỏng gần đúng

Phương pháp hệ số sức kháng thực chất là một biến thể của phương pháp phân đoạn. Đường viền dưới đất được chia thành những đoạn thẳng đứng và những đoạn nằm ngang.

### c. Phương pháp tỉ lệ đường thẳng

Trước kia khi phương pháp cơ học chất lỏng chưa phát triển, người ta đã dùng phương pháp tỉ lệ đường thẳng để giải những bài toán thấm qua nền công trình. Hiện nay phương pháp này vẫn còn được dùng nhiều vì nó đơn giản, mức chính xác đảm bảo yêu cầu đối với các công trình nhỏ. Đối với các công trình vừa và lớn, người ta thường dùng phương pháp tỉ lệ đường thẳng để sơ bộ định kích thước các bộ phận để đập, sau đó dùng phương pháp vẽ lưới hoặc phương pháp cơ học chất lỏng để chỉnh lý lại.

### 1.5.2 Các phương pháp thực nghiệm

Trong thực tế xây dựng, hình dạng đường viền dưới đất và các đường biên của miền thấm thường muôn vẻ và đôi khi rất phức tạp, không thể dùng phương pháp giải tích, người ta thường vẽ lưới thấm bằng các phương pháp thực nghiệm. Có khi người ta lấy mẫu đất làm mô hình thí nghiệm thấm, nhưng thường dùng nhất là những phương pháp dựa trên nguyên lý tương tự của chuyển động thế của dòng nước với dòng điện hoặc dòng nhiệt. Sau đây là hai phương pháp thực nghiệm điển hình:

#### a. Phương pháp EGĐA

Pavolôpxki, đã nghiên cứu dùng máy EGĐA vẽ lưới thấm với các loại đường viền dưới đáy công trình khác nhau. Biện pháp này có ưu điểm đảm bảo mức chính xác cao, giải được các trường hợp đất nền không đồng nhất, không đẳng hướng hoặc gồm nhiều lớp đất có hệ số thấm khác nhau. Hiện nay dùng phương pháp EGĐA chúng ta có thể giải được những bài toán không gian phức tạp.[6]

#### b. Phương pháp thí nghiệm trong máng kính.

Người ta lấy đất nền công trình đổ đầy lòng máng kính tạo thành miền thấm, trên đó đặt mô hình để đập rồi tiến hành thí nghiệm

cho dòng thấm qua từ thượng lưu về hạ lưu. Thông qua quan trắc sẽ thu thập được những số liệu cần thiết. Phương pháp này tuy thể hiện được những điều kiện thực tế nhưng tốn kém và ít chính xác.

### 1.5.3 Phương pháp đồ giải vẽ lưới bằng tay

Cơ sở của phương pháp này là bảo đảm xây dựng được một lưới thấm điển hình có các mắt lưới đều là hình vuông cong

### 1.5.4 Các phương pháp số:

Sau đây trình bày hai phương pháp số thông dụng là phương pháp sai phân và phương pháp phần tử hữu hạn.

#### a. Phương pháp sai phân

Miền thấm được chia thành những ô hình chữ nhật có kích thước bằng nhau a x b.

Các đại lượng vi phân dh, dx, dy được chuyển thành các đại lượng sai phân tương ứng,  $\nabla h$ ,  $\nabla x$ ,  $\nabla y$ . Những đạo hàm riêng cấp 1 và cấp 2 như:  $\frac{\partial h}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial h}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ ,  $\frac{\partial^2 h}{\partial y^2}$  được chuyển sang các tỷ sai phân

dựa vào các công thức sau đây:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial x} &\rightarrow \frac{h(x+a, y) - h(x, y)}{a} \\ \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} &\rightarrow \frac{h(x+a, y) - 2h(x, y) + h(x-a, y)}{a^2} \\ \frac{\partial h}{\partial y} &\rightarrow \frac{h(x, y+b) - h(x, y)}{b} \\ \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} &\rightarrow \frac{h(x, y+b) - 2h(x, y) + h(x, y-b)}{b^2} \end{aligned} \quad (1.47)$$

Phương trình sai phân tuy đơn giản nhưng ít được dùng để giải các bài toán thấm có điều kiện biên phức tạp do những nhược điểm về kỹ thuật chia lưới.

#### b. Phương pháp phần tử hữu hạn

Miền thấm được chia thành những tam giác có kích thước và hình dạng khác nhau phù hợp với các biên và tùy theo những khu vực khác nhau.

Các công thức cơ bản - Trong bài toán thấm phẳng, ổn định, sự phân bố cột nước H(x,y) tại một điểm bất kỳ được xác định dựa vào các cột nước tại 3 đỉnh (i, J, m)

$$H^e = \begin{bmatrix} N_i & N_J & N_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_i \\ H_J \\ H_m \end{bmatrix} \quad (1.48)$$

### 1.6 Thấm có áp qua nền đất không đồng nhất dưới đáy công trình.

Bài toán thấm qua nền đất không đồng nhất đã được nghiên cứu và đạt mức độ nhất định về lý luận trong hai trường hợp sau:

1) Nền đất gồm nhiều lớp thấm đồng nhất, mỗi lớp có một hệ số thấm khác nhau.

2) Nền đất có một lớp có hệ số thấm theo phương thẳng đứng (Kđ) khác hệ số thấm theo phương ngang (Kn). Đó là trường hợp đất trầm tích thường gặp ở các vùng bãi bồi với  $Kn > Kđ$ .

#### 1.6.1 Hệ số thấm trung bình

Khái niệm về hệ số thấm trung bình Ktb được áp dụng trong trường hợp các lớp đất sắp xếp song song và dòng thấm chảy dọc theo các lớp đất hoặc chảy theo phương thẳng góc với các lớp đất.

#### a. Dòng chảy thấm chảy dọc theo các lớp đất

Trong trường hợp này gradien thủy lực trong các lớp đất đều phân bố giống nhau. Ta có công thức tính hệ số thấm trung bình sau:

$$K_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (1.52)$$

Công thức này được rút ra từ điều kiện lưu lượng thấm qua nền bằng tổng các lưu lượng thấm qua các lớp đất.[6]

b. Dòng thấm chảy thẳng góc với các lớp đất

Trong trường hợp này có một lưu lượng thấm không đổi chảy qua các lớp đất. Do đó:

$$k_i \frac{h_i}{l_i} = k_{tb} \frac{H}{L}$$

### 1.6.2 Góc gãy của đường dòng khi vượt qua hai lớp đất khác nhau

Góc gãy này được xác định dựa vào điều kiện liên tục ( lưu lượng qua một bố dòng nguyên tố nào đó không đổi ).

$$\omega_1 \cdot k_1 \cdot J_1 = \omega_2 \cdot k_2 \cdot J_2 \dots \quad (1.57)$$

## 1.7 Thấm qua đập đất trên nền thấm nước.

Trong thực tế thường hay gặp loại đập đất đắp trên nền thấm nước, hệ số thấm của đập khác với hệ số thấm của nền. Đặc biệt chú ý là trường hợp nền thấm nước mạnh. Hệ số thấm của nền và độ sâu tầng thấm nước ảnh hưởng lớn đến lưu lượng thấm, vị trí và hình dạng đường bão hoà. Những bài toán thuộc dạng này khá phức tạp, vì phải đề cập đến môi trường nhiều lớp và các điều kiện biên phức tạp. Vì vậy cách giải các bài toán thuộc loại này còn rất bị hạn chế, phần lớn chỉ cho kết quả tính toán gần đúng, đơn giản

### 1.7.1 Thấm qua đập và nền đồng chất

Trên nền thấm với chiều dày tầng thấm có hạn, khi  $k_d < k_n$ , hạ lưu có nước, vật thoát nước hình lăng trụ.

Để đơn giản bài toán N.N.Pavolôpxki đã sử dụng giả thiết thấm qua đập và nền là độc lập nhau, với đường dòng phân chia đi qua đáy đập. Lưu lượng thấm chung được xem là  $q = q_d + q_n$ . Trong đó  $q_d$ ,  $q_n$  lần lượt là lưu lượng thấm qua đập và qua nền.

Lưu lượng thấm qua đập và nền là:

$$q = k_d \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_b} + k_n \frac{(h_1 - h_2)T}{L_b - \Delta L_h + 0,4T} \quad (1.59)$$

### 1.7.2 Thấm qua đập có tường nghiêng sâu phủ

Sử dụng phương pháp giải của N.N.Pavolôpxki có sự bổ sung của A.E.Damarin với các giả thiết sau:

- 1) Tồn thất cột nước thấm qua lớp bảo hộ tường nghiêng bằng không;
- 2) Tường nghiêng có chiều dày trung bình  $\delta$  và mái dốc trung bình;
- 3) Tồn thất cột nước dọc sâu trước biến đổi theo đường thẳng.

### 1.7.3 Thấm qua đập có tường nghiêng và tường răng

Trong trường hợp hệ số thấm của đập và nền khác nhau, hạ lưu có nước.

Phương trình lưu lượng thấm qua tường nghiêng và tường răng có dạng:

$$q = k_t \frac{H_1^2 - z_0^2 - h_1^2}{2\delta_t \sin \alpha} + k_r \frac{H_1 - h_1}{\delta_r} T \quad (1.67)$$

## 1.8 Thấm quanh bờ và bên vai công trình.

Các công trình thủy lợi thường kế tiếp với bờ đất hoặc một công trình thấm nước khi mực nước thượng lưu dâng cao nước sẽ thấm quanh bờ ( hoặc bên vai ) công trình về phía hạ lưu.



Hiện tượng thấm quanh bờ hoặc bên vai công trình nếu không xử lý tốt có thể gây sạt mái bờ hoặc gây sình lầy ở bãi hạ lưu.

### **1.8.1 Trường hợp tầng không thấm nằm ngang**

Giải bài toán thấm không gian này dựa vào sơ đồ và phép giải một bài toán thấm có áp dưới đáy công trình, nhưng thay thế cho cột nước trong bài toán thấm có áp ta phải dùng hàm số  $h_2 / 2$ .

### **1.8.2 Thấm quanh vai đập sau lưng tường bên**

Các đập tràn xây trên nền không phải là đá thường nối tiếp với bờ bằng một tường bên dạng tường cánh gà. Khi tính thấm, người ta dựa vào các kết quả đã rút ra được trong những bài toán thấm có áp dưới đáy công trình.

### **1.8.3 Tính thấm quanh bờ đập đất**

Chúng ta có thể giải gần đúng bài toán dựa vào sơ đồ lưới thấm, các kết quả cho thấy với bài toán thấm quanh bờ, các độ sâu nước đều lớn hơn các trị số thể tương ứng của bài toán thấm có áp.

## **1.9 Thấm qua nền đá dưới đáy công trình.**

### **1.9.1 Đặc điểm của thấm qua nền đá**

Nền đá nói chung có độ rỗng nhỏ nên có thể bỏ qua hiện tượng thấm qua các khe rỗng. Thấm qua nền đá chủ yếu là qua các khe nứt. Mặt nền đá thường có các khe nứt rộng từ vài ly đến vài centimét, do quá trình kiến tạo, đoạn tầng, trượt do nổ mìn khi đào móng hoặc do tác dụng phong hoá gây nên vv... Nước thấm trong các kẽ nứt không tuân theo định luật Đacxi và cho đến nay còn ít được nghiên cứu. Chỉ trong trường hợp khi khối đá nền lớn, khe nứt nhỏ và đều mới có thể coi như có một ít thuộc tính như nền đất.

### **1.9.2 Áp lực thấm**

Nước thấm trong các khe nứt trong nền đá dưới đáy công trình và thoát ra hạ lưu. Vì chưa biết được quy luật tiêu hao cột nước thấm

nên người ta tính toán rất sơ lược theo phương pháp tỷ lệ đường thẳng. áp lực nước đẩy ngược  $W$  dưới đáy công trình là tổng hợp lực tĩnh  $W_1$  và lực thấm  $W_{th}$ . Khi tính áp lực thấm người ta nhân thêm một hệ số  $\alpha$  vì xét tới tác dụng giảm nhỏ áp lực thấm của màng chắn

$$W = W_1 + W_{th} = \gamma_n b \left( H_2 + \frac{\alpha H}{2} \right) \quad (1.77)$$

### **1.9.3 Lưu lượng thấm.**

Lưu lượng nước thấm qua nền đá có thể rất lớn, nhất là qua các loại đá nứt nẻ nhiều. Thí dụ qua nền sa thạch của đập Tôremơ lưu lượng thấm là  $2m^3/s$ , qua nền đập Camarát lưu lượng thấm đạt  $11m^3/s$ .

## Chương 2

### GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM GEO – SLOPE

Phần mềm GEO-SLOPE là phần mềm thương mại nổi tiếng, dùng để giải bài toán thấm và ổn định của công ty GEO-SLOPE International- Canada; Phần mềm này có nhiều modul chuyên dụng khác nhau được thiết kế có giao diện và đồ họa thân thiện để việc tính toán được liên hoàn tiện lợi cho người sử dụng như modul SEEP, SLOVE...

Cơ sở lý thuyết để xây dựng lời giải số của phần mềm là phương pháp phần tử hữu hạn. Độ tin cậy về các kết quả tính toán của phần mềm đã được kiểm nghiệm, đáp ứng tốt cho các bài toán thấm và ổn định đa dạng trong thực tế.

#### 2.1 Giới thiệu tổng quan về SEEP

##### 2.1.1 Giới thiệu về mô hình và môi trường làm việc

SEEP/W là một trong 6 modul thuộc phần mềm địa kỹ thuật trong bộ GEO-SLOPE Office của GEO-SLOPE International-Canada.

##### 2.1.2 Khả năng của SEEP

SEEP/W có thể phân tích bài toán: dòng thấm có áp, không áp, ngấm do mưa, thấm từ bồn chứa nước ảnh hưởng tới mức nước ngầm, áp lực nước lỗ rỗng dư và thấm ổn định và không ổn định.

SEEP/W ghép đôi với SLOVE/W phân tích ổn định mái dốc trong điều kiện có áp lực nước lỗ rỗng phức tạp (khi hồ chứa bắt đầu dâng hoặc rút nước).

SEEP/W ghép đôi với CTRAN/W phân tích lan truyền vật ô nhiễm trong đất đá.

SEEP/W ghép đôi với SIGMA/W để giải quyết bài toán có kết thấm

### 2.1.3. Phương pháp tính toán thấm bằng mô hình toán

#### 2.1.3.1. Mục đích và nhiệm vụ của việc tính toán thấm

Mục đích: Cần phải tính toán thấm qua thân đập, nền đập để làm cơ sở tính toán ổn định mái, kết cấu chống thấm, kết cấu các bộ phận tiêu nước hợp lý và kinh tế nhất.

Trong tính toán thấm, cần phải xác định các thông số của dòng thấm ở thân đập, nền đập và bờ đập sau đây:

- Xác định lưu lượng thấm qua thân đập và qua nền.
- Xác định vị trí đường bão hòa
- Xác định gradient thấm (hoặc lưu tốc thấm) của dòng chảy

trong thân đập, nền đập nhất là chỗ dòng thấm thoát ra ở hạ lưu

#### 2.1.3.2. Phương pháp tính toán thấm

##### a. Cơ sở lý luận của SEEP/W

Dòng thấm trong đất bão hòa và không bão hòa tuân theo định luật thấm Darcy:  $q = kj\omega$  hoặc có thể viết dưới dạng  $v = kj$

Lưu lượng vào và ra khỏi phân tố đất biến thiên theo độ âm thể tích  $\Delta\theta$

Trường hợp thấm ổn định  $Q_{\text{vào}} - Q_{\text{ra}} = \Delta\theta = 0$

##### b. Phương trình thấm

Phương trình vi phân tổng quát

+ Trường hợp dòng ổn định

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} + Q \right) = 0$$

+ Trường hợp dòng không ổn định

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + Q = S_0 \frac{\partial H}{\partial t}$$

Ngoài ra, SEEP/W còn sử dụng hàm thấm, thể hiện mối quan hệ giữa hệ số thấm và áp lực nước lỗ rỗng, hàm lượng chứa nước thể tích với áp lực nước lỗ rỗng trong đất.

Lưu lượng thấm qua đập tính gần đúng theo công thức:  $Q = q.L_{tb}$

## 2.2. Giới thiệu tổng quan về modun SLOVE

### 2.2.1. Giới thiệu về mô hình và môi trường làm việc

SLOVE/W là một trong 6 modun thuộc bộ GEO-SLOPE Officeb của GEO - SLOPE International- Canada.

SLOVE/W là phần mềm giao diện đồ họa, 32 bit có thể chạy trong hệ điều hành Win 95/98/NT/2000 và XP

### 2.2.2. Khả năng của SLOVE

SLOVE/W phân tích ổn định mái đất – đá theo phương pháp cân bằng giới hạn khối trong đất bão hòa và không bão hòa như:

- + Mái dốc đồng nhất, không đồng nhất trên nền đá.
- + Mái dốc chịu tải trọng ngoài và có cốt gia cố.
- + Tích hợp với SEEP/W phân tích ổn định mái dốc trong điều kiện áp lực nước lỗ rỗng phức tạp.
- + Tích hợp với SIGMA/W phân tích ổn định theo phần tử hữu hạn.
- + Phân tích ổn định mái dốc theo xác suất.

### 2.2.3. Phương pháp tính toán ổn định mái đập đất

#### 2.2.3.1. Mục đích và nhiệm vụ của việc tính ổn định

Xác định hệ số ổn định nhỏ nhất của mái đập, từ đó chọn hệ số mái, kích thước đập hợp lý về kỹ thuật và thi công.

#### 2.2.3.2. Phương pháp tính toán ổn định

Modun SLOPE/W của hãng GEO-SLOPE International Ltd của Canada cho phép tính toán ổn định theo rất nhiều phương pháp khác nhau như phương pháp Morgenstern, Ordinary, Bishop, Janbu...

## 2.3. Cấu trúc mô hình.

### 2.3.1. Khung giao diện

#### 2.3.2. Cấu trúc của lệnh DEFINE

SEEP/W dùng thanh và các thanh công cụ để điều khiển:

Thanh thực đơn buông (Menu Bar): File, Edit, Set, View, KeyIn, Draw, Sketch, Modify, Tool, Help.

Thanh công cụ (Tool bar) gồm 5 loại:

- Thanh công cụ chính ( Standard Toolbar): gồm các nút để thao tác tệp, in, sao chép...

- Thanh công cụ chế độ ( Mode Toolbar): Gồm các nút nhập các chế độ thao tác để hiển thị và soạn thảo đối tượng văn bản và đồ thị.

- Thanh công cụ xem ưu tiên ( View Preferences Toolbar): Gồm những nút để hiện tất những ưu tiên hiển thị.

Thanh công cụ lưới ( Grid Toolbar) :Điều khiển, hiển thị ô lưới

Thanh công cụ Zoom: điều khiển phóng to – thu nhỏ

### Chương 3

## ỨNG DỤNG PHẦN MỀM GEO-SLOPE ĐỂ TÍNH THẨM VÀ ỔN ĐỊNH CỦA ĐẬP KRÔNG H'NĂNG KHI NÂNG CAO MỨC NƯỚC DÂNG BÌNH THƯỜNG SO VỚI THIẾT KẾ BAN ĐẦU

### 3.1. Các trường hợp tính toán.

#### 3.1.1. Trường hợp 1

MNDBT như thiết kế ban đầu là +255 m, MNLT = MNDBT.

#### 3.1.2. Trường hợp 2

MNDBT nâng lên 2m so với thiết kế ban đầu, mực nước thượng lưu là MNDBT ở +257 m.

Các hệ số thấm của các lớp đất dùng cho việc tính toán thẩm lấy như sau

Lớp đất đắp đập chính thượng lưu  $k = 2,0 \times 10^{-5}$  cm/s

Lớp đất nền 1:  $k = 8,0 \times 10^{-3}$  cm/s

Lớp đất nền 2:  $k = 5,0 \times 10^{-4}$  cm/s

Lớp đất nền 3:  $k = 6,0 \times 10^{-5}$  cm/s

Lớp đất nền 4:  $k = 3,0 \times 10^{-4}$  cm/s

### 3.2. Kết quả tính thẩm và ổn định

#### 3.2.1. Kết quả tính thẩm

Bảng 3.1 Kết quả tính thẩm trong TH 1

STT	MC	q thấm qua đập (m <sup>3</sup> /s-m)	q thấm qua nền (m <sup>3</sup> /s-m)	Gradient lớn nhất dưới nền tại chân khay (Jxy max)	[Jcp]
1	Lòng sông	7,094e-006	1,376e-005	0,61	1.15
2	Vai phải	7,221e-007	3,138e-005	0,67	1.15
3	Vai trái	4,446e-006	6,363e-006	0,46	1.15

Bảng 3.2 Kết quả tính thẩm trong TH 2

STT	MC	q thấm qua đập (m <sup>3</sup> /s-m)	q thấm qua nền (m <sup>3</sup> /s-m)	Gradient lớn nhất dưới nền tại chân khay (Jxy max)	[Jcp]
1	Lòng sông	6,436e-006	1,368e-005	0,48	1.15
2	Vai phải	1,656e-006	3,446e-005	0,69	1.15
3	Vai trái	5,41e-006	3,315e-006	0.36	1.15

(Xem phụ lục 2)

#### 3.2.2. Kết quả tính ổn định

Bảng 3.3 Kết quả tính ổn định trong TH 1

MC	TH	Kmin.min				[Kcp]
		ORDINARY	BISHOP	JANBU	MP	
Lòng sông	Cung trượt thượng lưu	1,679	1,737	1,666	1,736	1,2
	Cung trượt hạ lưu	1,305	1,467	1,312	1,467	
Vai phải	Cung trượt thượng lưu	1,681	1,804	1,642	1,796	
	Cung trượt hạ lưu	1,776	1,906	1,757	1,906	
Vai trái	Cung trượt thượng lưu	1,702	1,865	1,678	1,857	
	Cung trượt hạ lưu	1,321	1,452	1,325	1,450	

Bảng 3.4 Kết quả tính ổn định trong TH 2

MC	TH	Kmin.min				[Kcp]
		ORDINARY	BISHOP	JANBU	MP	
Lòng sông	Cung trượt thượng lưu	1,692	1,851	1,656	1,849	1,2
	Cung trượt hạ lưu	1,276	1,441	1,286	1,441	
Vai phải	Cung trượt thượng lưu	1,733	1,859	1,688	1,851	
	Cung trượt hạ lưu	1,707	1,860	1,674	1,854	
Vai trái	Cung trượt thượng lưu	1,753	1,914	1,724	1,905	
	Cung trượt hạ lưu	1,295	1,428	1,300	1,425	

(Xem phụ lục 3)

### 3.3. Nhận xét kết quả

Như vậy với các số liệu thiết kế của đập đất Krông H'Năng tính qua đập đất này khi nâng cao MNDBT lên 2 m so với thiết kế ban đầu (ở cao trình +257m) cho kết quả đảm bảo yêu cầu không bị xói ngầm trong thân đập và nền ( $J_{xy \max} = 0,69 < [J_{cp}] = 1,15$ ), lượng mất nước do thấm tăng không đáng kể và rất nhỏ và ( $q = 3,446 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ ), đường bão hoà đổ ra tại vị trí lãg trụ tiêu nước, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật về chống thấm, chống xói lở của Hồ.

Hệ số ổn định trượt  $K_{\min.\min}$  ở mặt cắt nguy hiểm nhất tính theo phương pháp Ordinary giảm từ 1,305 xuống còn 1,276 vẫn lớn hơn  $[K_{cp}] = 1,2$  cho thấy đập vẫn đảm bảo an toàn về ổn định trượt mái.

So sánh kết quả tính toán ổn định bằng các phương pháp Ordinary, Bishop, Janbu và Morgenstern-Price ta thấy kết quả tính  $K_{\min.\min}$  theo phương pháp Bishop và MP tương đương nhau nhưng lớn hơn so với kết quả tính theo phương pháp Ordinary và Bishop nên trong thực tế ít khi dùng Bishop và MP để tính  $K_{\min.\min}$  mà chủ yếu tính theo phương pháp Ordinary và Janbu.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Dựa trên kết quả tính toán tại các mặt cắt đập đặc trưng và nguy hiểm cho an toàn của đập trong 2 trường hợp bằng phần mềm GEO – SLOPE, cho thấy:

(i) đường bão hoà ổn định đổ ra lãg trụ tiêu nước, không đi ra mái dốc, (ii) các chỉ tiêu tính toán như  $J_{xy \max}$ ,  $K_{\min.\min}$  trong tất cả các trường hợp đều thỏa mãn.

(iii) Đã áp dụng nhiều phương pháp tính ổn định mái đập và kết quả tính toán cho thấy đập đảm bảo an toàn về ổn định trượt mái.

Kết quả tính toán ổn định đập được tiến hành theo bài toán phẳng; thực tế đập mất ổn định xảy ra trong không gian; nên kết quả tính toán ở đây là thiên về an toàn.

### 2. Kiến nghị.

Khi nâng MNDBT lên cao hơn 2m so với thiết kế ban đầu, tuy khi kiểm tra ổn định đập vẫn đảm bảo, nhưng khi mực nước hồ ở MNDGC dòng thấm ở mái thượng lưu đập sẽ tăng lên chút ít, do đó sẽ làm tăng khả năng mất ổn định mái đập thượng lưu, vì vậy cần phải có giải pháp nâng cao thêm về an toàn cho mái đập thượng lưu và hạ lưu như tạo thêm lớp chống thấm tại mái thượng lưu, nơi có chiều cao đập lớn nhất; xây đỉnh tường chắn sóng để đảm bảo độ cao an toàn cho đập, không cho nước tràn qua đỉnh đập khi có gió bão.