

## NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ AN TOÀN ĐẬP ĐẤT THEO TIÊU CHÍ THẨM

Phạm Ngọc Quý<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Đập đất chắn ngang sông tạo hồ chứa nước là một loại công trình phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam. Yêu cầu đặt ra là công trình phải hiệu quả và đập phải an toàn nói chung và an toàn về thẩm nói riêng. Trong quá trình quản lý sử dụng hồ đập, khi quan trắc được các yếu tố của dòng thẩm, người quản lý dựa theo chuẩn nào để đánh giá đập an toàn hoặc mất an toàn đập đất? Từ đó có biện pháp xử lý. Trong bài viết tác giả trình bày: nội dung tiêu chí thẩm với đập đất vừa và nhỏ, phương pháp xác định định lượng các tiêu chí về thẩm và quy trình đánh giá an toàn đập đất theo tiêu chí thẩm. Kết quả nghiên cứu không chỉ dùng để đánh giá định lượng an toàn đập đất theo tiêu chí thẩm mà còn góp phần đánh giá tổng hợp an toàn đập đất theo các nhóm tiêu chí khác nhau.

**Từ khóa:** đập đất, tiêu chí thẩm, đường bão hòa giới hạn, độ cao thoát nước giới hạn, chiều dài thoát nước giới hạn, lưu lượng thẩm giới hạn.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với đập đất muốn phát huy hiệu quả, trước tiên phải an toàn về mặt kỹ thuật. Cụ thể đảm bảo ổn định trượt, ổn định thẩm, không lún nứt quá giới hạn, không bị xói lở, không có các ảnh hưởng trong đập, các công trình trong đập cũng phải an toàn.v.v..... Về thẩm, trong thực tế quản lý đập có các giá trị quan trắc được như đường bão hòa thẩm trong thân đập, gradient dòng thẩm, độ cao thoát nước, chiều dài thoát nước, lưu lượng thẩm.... Các yếu tố thẩm này có thể gây mất ổn định trượt, mất ổn định thẩm hoặc gây mất nước quá giới hạn. Cho đến hiện nay, chưa có chuẩn định lượng nào để đánh giá các yếu tố thẩm quan trắc được có gây mất an toàn hồ - đập đất về thẩm không. Bài viết này trình bày kết quả nghiên cứu xác lập định lượng một số tiêu chí thẩm giới hạn an toàn đập đất vừa và nhỏ (tạo hồ có dung tích không lớn hơn 10 triệu

mét khối nước) và áp dụng nó vào thực tế quản lý an toàn hồ đập đất, nhằm đánh giá nhanh an toàn của đập. Từ đó có đánh giá chi tiết và đưa ra các giải pháp xử lý hữu hiệu và kịp thời.

### 2. NỘI DUNG TIÊU CHÍ VỀ THẨM VỚI ĐẬP ĐẤT (Phạm Ngọc Quý và nnk, 2015)

Trong khuôn khổ nghiên cứu, với đập đất vừa và nhỏ, các tiêu chí về thẩm trong đánh giá an toàn đập gồm: đường bão hòa giới hạn trên, đường bão hòa giới hạn dưới, độ cao thoát nước giới hạn  $a_{gh}$ , Chiều dài thoát nước giới hạn  $L_{gh}$ , Lưu lượng thẩm giới hạn  $q_{gh}$ .

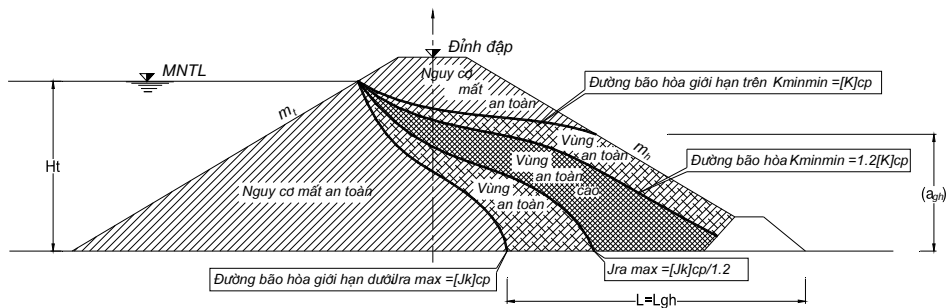
#### 2.1. Đường bão hòa giới hạn trên

Đường bão hòa giới hạn trên là đường bão hòa ở vị trí cao nhất mà ứng với nó hệ số ổn định mái hạ lưu đập là  $K_{min} = K_{cp}$  và  $K_{min} = 1,2K_{cp}$  ứng với mỗi một mặt cắt tính toán và một trường hợp tính toán cụ thể ( hình 1).

Đường bão hòa giới hạn trên chia đập ra 3 vùng: vùng nguy cơ mất an toàn, vùng an toàn và vùng an toàn cao của ổn định trượt mái đập.

---

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy Lợi



Hình 1. Đường bão hòa trong đánh giá an toàn đập đất theo chỉ thấm

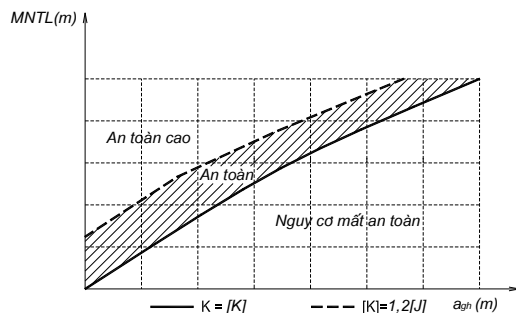
## 2.2. Đường bão hòa giới hạn dưới

Đường bão hòa giới hạn dưới là đường bão hòa thấp nhất mà ứng với nó Gradient của dòng thấm trong thân đập là  $J_{ra\ max} = J_{cp}$  và  $J_{ra\ max} = J_{cp} / 1,2$  ứng với mỗi một mặt cắt tính toán và một trường hợp tính toán cụ thể (hình 1).

Đường bão hòa giới hạn dưới chia đập ra 3 vùng: vùng an toàn cao, vùng an toàn và vùng nguy cơ mất an toàn của đập về ổn định thấm.

## 2.3. Độ cao thoát nước giới hạn $a_{gh}$

Độ cao thoát nước giới hạn  $a_{gh}$  là độ cao thoát nước ứng với đường bão hòa giới hạn trên (hình 1). Độ cao thoát nước giới hạn  $a_{gh}$  có được là từ xác định đường bão hòa giới hạn trên và được xác định cho mỗi một trường hợp cụ thể cho một mặt cắt tính toán nào đó. Từ đó thiết kế lập được một quan hệ ( $a_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với  $K_{min} = K_{cp}$  và một quan hệ ( $a_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với  $K_{min} = 1,2K_{cp}$  (hình 2).

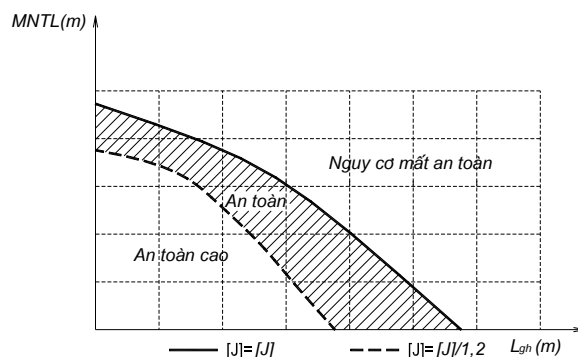


Hình 2. Biểu đồ quan hệ ( $a_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với một trường hợp, một mặt cắt tính toán.

Hai đường quan hệ này chia không gian giới hạn bởi trục MNTL thẳng đứng và trục  $a_{gh}$  nằm ngang ra 3 vùng: vùng an toàn cao, vùng an toàn và vùng nguy cơ mất an toàn của đập về ổn định mái đập.

## 2.4. Chiều dài thoát nước giới hạn $L_{gh}$

Chiều dài thoát nước giới hạn  $L_{gh}$  là chiều dài thoát nước ứng với đường bão hòa giới hạn dưới (hình 1).  $L_{gh}$  có được từ xác định đường bão hòa giới hạn dưới. Như vậy với một mặt cắt có một quan hệ ( $L_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với  $J_{ra\ max} = J_{cp}$  và một quan hệ ( $L_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với  $J_{ra\ max} = J_{cp} / 1,2$  (hình 3).



Hình 3. Biểu đồ quan hệ ( $L_{gh} \sim MNTL$ ) ứng với một trường hợp, một mặt cắt tính toán.

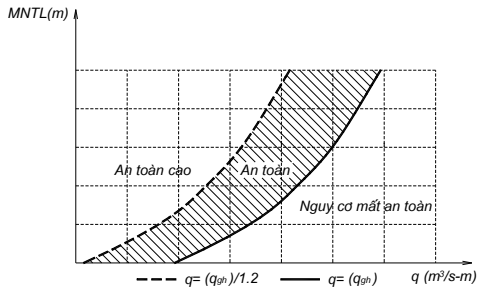
Hai đường quan hệ này chia không gian giới hạn bởi trục MNTL thẳng đứng và trục  $L_{gh}$  nằm ngang ra 3 vùng: vùng nguy cơ mất an toàn, vùng an toàn và vùng an toàn cao của đập về ổn định thấm.

## 2.5. Lưu lượng thấm giới hạn $q_{gh}$

Lưu lượng thấm giới hạn  $q_{gh}$  là lưu lượng thấm cho tổng lượng thấm qua đập  $W_t = W_{chuẩn}$  trong ứng với trường hợp tính toán và có thể tính cho một mặt cắt lòng sông hoặc 2-3 mặt cắt (lòng sông và sườn đồi).

$W_t$  là lượng nước thấm tính trong một tháng, tính từ lưu lượng thấm qua từng mặt cắt tính toán.  $W_{chuẩn}$  là tổng lượng thấm qua đập ở một mực nước thượng lưu.

Với một mặt cắt tính toán, mỗi mực nước thượng lưu cho ta một giá trị  $q_{gh}$  và  $q_{gh}/1,2$ . Vì vậy lập được quan hệ ( $q_{gh} \sim MNTL$ ) và ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$ ) như hình 4.



Hình 4. Biểu đồ quan hệ ( $q_{gh} \sim MNTL$ )

### 3. XÁC LẬP CÁC CHUẨN TIÊU CHÍ VỀ THẨM

Để có được định lượng các tiêu chí nêu trên cần tiến hành theo hai bước: Bước 1: Khảo sát, thu thập các tài liệu cơ bản; Bước 2. Xác lập định lượng từng tiêu chí.

#### 3.1. Bước 1: Khảo sát, thu thập các tài liệu cơ bản

1. Đối với đập thiết kế mới cần có các tài liệu:

+ Tài liệu Địa hình: - Bình đồ lòng hồ và các đường quan hệ đặc tính lòng hồ như quan hệ W~Z, F~Z; Cắt dọc và một số mặt cắt ngang tuyến đập

+ Tài liệu Địa chất: Địa tầng và chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất nền đập; Chỉ tiêu cơ lý của đất thân đập, nền đập.

+ Tài liệu về đập. Đó là quy mô đập, các thông số của đập, mặt cắt dọc đập và một số mặt cắt ngang đập; cấu tạo chi tiết của thiết bị chống thấm, thiết bị thoát nước.

+ Tài liệu về tính toán điều tiết xác định mực nước chết, mực nước dâng bình thường (mực nước, dung tích hồ, tổn thất thấm tính toán... ở mỗi tháng), mực nước lũ.

+ Tài liệu quan trắc về lưu lượng thấm, mực nước ngầm trong thân đập, độ cao thoát nước ở mái hạ lưu... Các báo cáo kiểm tra hoặc ghi chép các trường hợp thấm khác thường, các sự cố thấm lớn và tình hình xử lý.

2. Đối với đập đã xây dựng và đang xử dụng: Cũng bao gồm các tài liệu như với đập thiết kế

xây dựng mới. Nhưng được đối chiếu, chỉnh sửa và sau đó là cập nhật lại trong suốt quá trình sử dụng, hoặc khảo sát lại mới cho phù hợp với hiện trạng thực tế của đập tại thời điểm lập các chuẩn tiêu chí

#### 3.2. Bước 2. Xác lập định lượng từng tiêu chí

3.2.1. Nguyên tắc chung (Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8216:2009):

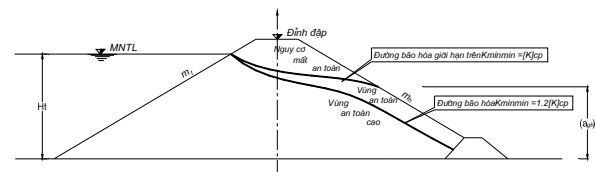
- Việc lập các tiêu chí thẩm cho một đập cần tiến hành cho một hoặc một số mặt cắt ngang đặc trưng, gọi đó là mặt cắt tính toán. Chọn số lượng và vị trí mặt cắt cần căn cứ vào sự thay đổi của địa hình, địa chất, quy mô và cấu tạo của đập.

- Với mỗi mặt cắt cần tiến hành tính toán xác lập định lượng các tiêu chí với các trường hợp tính toán khác nhau. Trường hợp tính toán là tổ hợp hợp lý các yếu tố khác nhau đồng thời, có thể tác động. Đó là: + Mực nước thượng hạ lưu khác nhau; + Thiết bị thoát nước (nếu có) làm việc bình thường hoặc bị tắc, hỏng; + Thiết bị chống thấm (nếu có) của nền đập và thân đập làm việc bình thường hoặc bị hỏng; + Động đất.

- Đơn vị tư vấn thiết kế mới, hay thiết kế sửa chữa hay kiểm định an toàn đập là tác giả xác lập định lượng các tiêu chí này. Sản phẩm này là các biểu đồ quan hệ chỉ rõ phạm vi an toàn cao, an toàn, nguy cơ mất an toàn cho từng mặt cắt tính toán ứng với mỗi trường hợp tính toán.

#### 3.2.2. Xác lập tiêu chí: Đường bão hòa giới hạn trên

Đường bão hòa giới hạn trên là đường bão hòa ở vị trí cao nhất mà ứng với nó hệ số ổn định mái hạ lưu đập là  $K_{\min} = K_{cp}$  và  $K_{\min} = 1,2K_{cp}$  (Nguyễn Xuân Trường, 1972) ứng với mỗi mặt cắt tính toán và mỗi trường hợp tính toán (hình 5).



Hình 5. Xác lập đường bão hòa giới hạn trên và  $a_{gh}$

Với mỗi mặt cắt tính toán, các chỉ tiêu tính toán tương ứng, một trường hợp tính toán, tiến

hành giả thiết nhiều đường bão hòa thấm khác nhau. Các đường bão hòa này đều có đặc điểm: Chung một điểm là giao của mực nước thượng lưu với mái đập, Tiếp tuyến của đường bão hòa tại điểm ra ở mái hạ lưu là mái hạ lưu, Có dạng hình học là một parabol (có chỉnh phần đầu).

Ứng với mỗi một đường bão hòa giả thiết, áp dụng phần mềm chuyên dùng, tính ra một một hệ số ổn định trượt nhỏ nhất  $K_{min}$ . Đường bão hòa nào có  $K_{min}=K_{cp}$  là đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=K_{cp}$ . Và đường bão hòa nào có  $K_{min}=1,2K_{cp}$  là đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=1,2K_{cp}$  (hình 5).

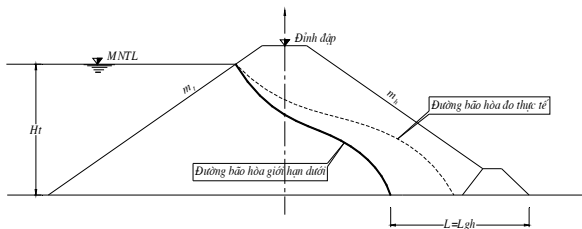
### 3.2.3. Xác lập tiêu chí: Độ cao thoát nước giới hạn $a_{gh}$

Việc xác lập tiêu chí này được tiến hành tại mỗi mặt cắt tính toán, mỗi trường hợp tính toán như phần Nguyên tắc chung đã nêu

Độ cao thoát nước giới hạn  $a_{gh}$  cho mỗi một mặt cắt và một trường hợp tính toán có được là từ xác định đường bão hòa giới hạn trên tương ứng (hình 5). Tại mỗi mặt cắt tính toán tập hợp các giá trị  $a_{gh}$  ứng với các mực nước thượng lưu khác nhau ta có được quan hệ  $MNTL \sim a_{gh}$ . Đường nét liền là quan hệ  $MNTL \sim a_{gh}$  ứng với  $K_{min}=K_{cp}$ , đường nét đứt là quan hệ  $MNTL \sim a_{gh}$  ứng với  $K_{min}=1,2K_{cp}$  (Hình 2).

### 3.2.4. Xác lập tiêu chí: Đường bão hòa giới hạn dưới

Đường bão hòa giới hạn dưới là đường bão hòa thấp nhất mà ứng với nó Gradient của dòng thấm trong thân đập là  $J_{ra\ max}=J_{cp}$  và  $J_{ra\ max}=J_{cp}/1,2$  ứng với một trường hợp tính toán và cho mỗi một mặt cắt tính toán (hình 6)



Hình 6. Đường bão hòa giới hạn dưới và  $L_{gh}$

Với mỗi mặt cắt tính toán, các chỉ tiêu tính toán tương ứng, một trường hợp tính toán, tiến hành giả thiết nhiều đường bão hòa thấm khác nhau. Các đường bão hòa này đều có đặc điểm:

Ở thấp, sâu trong thân đập và có độ dốc lớn; chung một điểm là giao của mực nước thượng lưu với mái đập; tiếp tuyến của đường bão hòa tại điểm gặp nền là vuông góc với đáy đập; có dạng hình học là một parabol (có chỉnh phần đầu).

Ứng với mỗi một đường bão hòa giả thiết, áp dụng phần mềm chuyên dùng, tính ra một gradient thấm lớn nhất  $J_{ramax}$ . Đường bão hòa nào có  $J_{ramax}=J_{cp}$  là đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ramax}=J_{cp}$ . Và đường bão hòa nào có  $J_{ramax}=J_{cp}/1,2$  là đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ramax}=J_{cp}/1,2$ .

### 3.2.5. Xác lập tiêu chí: Chiều dài thoát nước giới hạn $L_{gh}$

Việc xác lập tiêu chí này được tiến hành tại mỗi mặt cắt tính toán, mỗi trường hợp tính toán như phần Nguyên tắc chung đã nêu

Chiều dài thoát nước giới hạn  $L_{gh}$  có được là từ xác định đường bão hòa giới hạn dưới (hình 6). Tại mỗi mặt cắt tính toán tập hợp các giá trị  $L_{gh}$  ứng với các mực nước thượng lưu khác nhau ta có được quan hệ  $MNTL \sim L_{gh}$ . Đường nét liền là quan hệ  $MNTL \sim L_{gh}$  ứng với  $J_{ramax}=J_{cp}$ , đường nét đứt là quan hệ  $MNTL \sim L_{gh}$  ứng với  $J_{ramax}=J_{cp}/1,2$  (hình 3).

### 3.2.6. Xác lập tiêu chí: Lưu lượng thấm giới hạn $q_{gh}$

Với đập đất vừa và nhỏ, gần đúng tính  $q_{gh}$  chỉ cho mặt cắt lòng sông.

+ Với mỗi một trường hợp tính toán:

$$W_t = q_{gh}(L_{dập}/2) \cdot n \cdot 24 \cdot 3600 \text{ (m}^3/\text{s/tháng)} \quad (1)$$

với n là số ngày trong tháng tương ứng có MNTL tính toán

$L_{dập}$  là chiều dài đập ứng với mực nước tính toán

$$W_{chuẩn} = kV_h; \quad (2)$$

trong đó: -  $V_h$  là dung tích hồ ứng với MN tính toán.

k là hệ số, lấy  $k=1\%-3\%$

Cân bằng phương (1) và (2) ta có  $q_{gh}$

+ Tính với nhiều trường hợp tính toán khác nhau (tương ứng với MNTL khác nhau) ta có qua hệ ( $MNTL \sim q_{gh}$ ) và ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$ ) (hình 4) cho mặt cắt lòng sông.

Với các mặt cắt ngang khác của đập, quan hệ

( $MNTL \sim q_{gh}$ ) và ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$ ) được lập nội suy từ kết quả tính  $q_{gh}$  cho mặt cắt lòng sông ứng với trường hợp tính toán (tính theo phương pháp đã nêu ở trên) với  $q_{gh}=0$  tại mặt cắt sát mép nước tính toán ở sườn đồi của trường hợp tính toán tương ứng.

#### 4. ĐÁNH GIÁ AN TOÀN ĐẬP THEO TIÊU CHÍ THẨM

**4.1. Quan trắc thực tế các yếu tố thẩm** (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia công trình thủy lợi)

Với đập đất tạo hồ có dung tích không lớn hơn 10 triệu mét khối nước, quan trắc các yếu tố thẩm: đường bão hòa thẩm, độ cao thoát nước, lưu lượng thẩm,... Quan trắc tại các mặt cắt đập mà tư vấn đã xác lập định lượng các tiêu chí thẩm. Quan trắc bằng mắt, bằng các thiết bị đặt trong đập, trên đập và quan trắc bằng các thiết bị đo di động. Số lần quan trắc, ghi chép, chỉnh biên và lưu trữ số liệu quan trắc: theo quy định của tiêu chuẩn hiện hành

**4.2. Đánh giá an toàn về thẩm theo từng tiêu chí** (Phạm Ngọc Quý và nnk, 2015), (Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8216:2009).

Số liệu quan trắc sau khi chỉnh biên, cần được so sánh với chuẩn của các tiêu chí để có kết luận về mức độ an toàn của đập.

1. *Lưu lượng thẩm* quan trắc được tại một mặt cắt nào thì chấm điểm vào *Biểu đồ quan hệ* ( $q_{gh} \sim MNTL$ ) và ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$ ) của mặt cắt đó (hình 4). Nếu điểm chấm nằm trên đường quan hệ ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$ ) thì an toàn cao, nếu nằm dưới ( $q_{gh}/1,2 \sim MNTL$  và trên đường ( $q_{gh} \sim MNTL$ ) thì an toàn và nếu nằm dưới đường ( $q_{gh} \sim MNTL$ ) thì nguy cơ mất an toàn về mặt lưu lượng thẩm.

2. *Đường bão hòa* quan trắc được tại một mặt cắt nào đó:

+ Áp vào đường bão hòa giới hạn trên (hình 5) của mặt cắt đó. Nếu đường bão hòa quan trắc nằm trọn vẹn vào vùng nào thì có mức độ *an toàn* hoặc *nguy cơ mất an toàn* về ổn định trượt mái hạ lưu.

+ Áp vào đường bão hòa giới hạn dưới (hình 6) của mặt cắt đó. Nếu đường bão hòa quan trắc trọn vẹn nằm vào vùng nào thì có mức độ *an toàn* hoặc *nguy cơ mất an toàn* về ổn định thẩm.

3. *Chiều cao thoát nước* quan trắc được tại một mặt cắt, chấm vào *Biểu đồ quan hệ MNTL*  $\sim a_{gh}$  của một mặt cắt đó (Hình 2). Nếu điểm chấm nằm ở vùng nào thì tương ứng có mức độ *an toàn* hoặc *nguy cơ mất an toàn* về ổn định trượt của mái hạ lưu đập.

4. *Chiều dài thoát nước* quan trắc được (bằng siêu âm hoặc điện địa kỹ thuật... xác định được ẩn họa trong đập như tổ mối, tổ chuột...) tại một mặt cắt, chấm vào quan hệ  $MNTL \sim L_{gh}$  của mặt cắt đó (hình 3). Nếu điểm chấm nằm ở vùng nào thì tương ứng có mức độ *an toàn* hoặc *nguy cơ mất an toàn* về ổn định thẩm.

5. *Đánh giá tổng hợp an toàn về thẩm của đập.*

Đối với đập đất tạo hồ có dung tích không lớn hơn 10 triệu mét khối nước, thì đánh giá tổng hợp là sự tổng hợp về ổn định trượt và ổn định thẩm. Tiêu chí về lưu lượng thẩm là để đánh giá an toàn cấp nước. Tiêu chí về chiều cao thoát nước là dạng khác của giới hạn đường bão hòa trên (an toàn ổn định trượt của mái đập). Tiêu chí về chiều dài thoát nước là dạng khác của giới hạn đường bão hòa dưới.

Bởi vậy ta lồng hai loại đường bão hòa (giới hạn trên và giới hạn dưới) vào một biểu đồ cho một mặt cắt tính toán và ứng với một trường hợp tính toán để thực hiện đánh giá tổng hợp an toàn về thẩm. Việc đánh giá được thực hiện như sau:

- Nếu đường bão hòa thực tế nằm trên đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=K_{cp}$  hoặc nằm dưới đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ra\ max}=J_{cp}$  thì *nguy cơ mất an toàn*.

- Nếu nằm dưới đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=K_{cp}$  và trên đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=1,2K_{cp}$  hoặc nằm dưới đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ra\ max}=J_{cp}/1,2$  và trên đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ra\ max}=J_{cp}$  thì *an toàn*.

- Nếu nằm dưới đường bão hòa giới hạn trên ứng với  $K_{min}=1,2K_{cp}$  và nằm trên đường bão hòa giới hạn dưới ứng với  $J_{ra\ max}=J_{cp}/1,2$  thì *an toàn cao*;

#### 5. KẾT LUẬN

Đánh giá an toàn đập đất theo các nhóm tiêu chí, trong đó có tiêu chí về thẩm đang bước đầu

được nghiên cứu. Những kết quả đánh giá an toàn đập đất theo tiêu chí thấm được thể hiện qua: nội dung mỗi tiêu chí, xác lập định lượng chuẩn của mỗi tiêu chí, cách sử dụng các chuẩn tiêu chí này để đánh giá an toàn đập khi có tài liệu quan trắc... tạo cho công tác quản lý mỗi đập trong thực tế: 1. Phúc tra kết cấu chống thấm và lọc tiêu thoát nước của công trình có hoàn thiện không, có thỏa mãn yêu cầu theo quy phạm hiện hành không. 2. Kiểm tra trong quá

trình vận hành công trình có xảy ra hiện tượng thấm lạ thường không, và phán đoán có ảnh hưởng đến an toàn đập không. 3. Phân tích tình hình làm việc của các thiết bị chống thấm, thiết bị thoát nước, thân đập trong điều kiện hiện tại của công trình, và dự báo tính an toàn thấm khi hồ vận hành ở mực nước cao. 4. Đối với đập có vấn đề cần phân tích nguyên nhân và khả năng xảy ra sự cố để từ đó có các giải pháp ứng xử cho thích hợp nhằm đảm bảo an toàn cho đập.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

Phạm Ngọc Quý và nnk (2015)- Báo cáo kết quả đề tài NCKH cấp Bộ “*Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến sự làm việc an toàn đập đất của hồ chứa nước và đề xuất bộ tiêu chí đánh giá an toàn đập*”.

Nguyễn Xuân Trường (1972) - *Thiết kế đập đất* - NXB Khoa học và Kỹ thuật.

Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia công trình thủy lợi – các qui định chủ yếu về thiết kế: QCVN 04-05:2011/BNNPTNT.

Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8216:2009 – Thiết kế đập đất đầm nén.

#### **Abstract:**

#### **SAFETY EVALUATION OF EARTH DAM BASED ON SEEPAGE CRITERIA**

*Summary: Reservoir earth dam is popular hydraulic structure in the World and in Vietnam. Safety is required for this structure in general and seepage criteria in particular for earth dam. In operation and management of an earth dam reservoir, what criteria a manager can use to evaluate and can solve if seepage observation is available? This article presents seepage evaluation criteria for earth dams of small and medium scale, method for quantizing seepage criteria and earth dam evaluation procedure in consideration of seepage criteria. The research results are not only used to evaluate dam safety regarding seepage but also used for synthetic evaluation of earth dam with other criteria.*

**Key words:** earth dam, seepage criteria, saturated limit curve, limited water release elevation, limited water release length, limited seepage discharge.

---

*BBT nhận bài: 26/1/2016*

*Phản biện xong: 11/3/2016*