

PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY CỦA ĐẬP ĐẤT VÀ CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO AN TOÀN CHO HỆ THỐNG ĐẦU MỐI HỒ CHỨA NƯỚC TÂN SƠN – GIA LAI

Nguyễn Lan Hương¹, Nguyễn Kiên Quyết², Trần Khương Duy³

TÓM TẮT

Hiện nay, Việt Nam đã xây dựng được 6755 đập và hồ chứa thủy lợi các loại trong đó chủ yếu là đập đất. Trong qua trình vận hành đã có sự xuống cấp, hư hỏng sự cố ảnh hưởng lớn đến an toàn đập và an toàn chung của cả hệ thống đầu mối hồ chứa. Theo các kết quả thống kê, trong số 1730 hồ thủy lợi bị hư hỏng thì các hồ có dung tích vừa và nhỏ chiếm đa số ($V < 3$ triệu m^3) và các sự cố về thấm thường có ảnh hưởng lớn đến an toàn của đập đất. Đã có rất nhiều sự cố vỡ đập xảy ra trong 10 năm gần đây và nguyên nhân là do dòng thấm gây ra ảnh hưởng lớn đến an toàn của đầu mối và vùng hạ du. Tại Việt Nam, các tính toán thiết kế đập đang sử dụng theo phương pháp tát đĩnh, trong khi các nước tiên tiến trên thế giới: Nga, Trung Quốc, Hà Lan,... đã thực hiện nhiều tính toán theo các tiêu chuẩn ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy. Từ việc đánh giá hiện trạng đập Tân Sơn ở Gia Lai, nghiên cứu đã ứng dụng lý thuyết ngẫu nhiên cấp độ II để xây dựng bài toán phân tích an toàn cho đập đất, từ đó đề xuất các giải pháp công trình để nâng cao độ tin cậy cho đập khi chịu tác động của dòng thấm ở máng và hai bên vai đập.

Từ khóa: Độ tin cậy, xác suất an toàn, hàm tin cậy, biến ngẫu nhiên, sự cố thấm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồ chứa nước là công trình lợi dụng tổng hợp nguồn nước nhằm cung cấp nước cho các ngành kinh tế quốc dân, cất giữ lũ, phát điện và cải thiện môi trường. Các hồ chứa nước được tạo ra hầu hết bằng các đập đất, được xây dựng cách đây 30 - 40 năm trong thời kỳ đất nước có nhiều khó khăn, đời sống kinh tế - xã hội còn thấp, nhu cầu dùng nước chưa cao, tiêu chuẩn thiết kế thấp các nguồn vốn đầu tư cho thủy lợi còn hạn hẹp, năng lực khảo sát thiết kế thi công, quản lý còn nhiều bất cập nên công trình đã xây dựng không tránh khỏi các nhược điểm: chưa đồng bộ, chất lượng thấp, thiếu mỹ quan, chưa thật an toàn. Trải qua thời gian dài khai thác, hầu hết các công trình đều có hư hỏng, xuống cấp hiện đang tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn hồ chứa. Các nghiên cứu an toàn hồ đập trên thế giới và Việt Nam đều chỉ ra rằng thấm là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến các hư hỏng và sự cố đập đất [1]. Do đó, cần thiết phải đánh giá lại mức an toàn của các đập đất theo các tiêu chuẩn hiện tại và có các giải pháp thích hợp để nâng cao độ tin cậy cho hệ thống. Hiện nay, các hồ đập Việt Nam chủ yếu được

thiết kế theo phương pháp tát đĩnh, trong đó các chỉ tiêu an toàn dùng để đánh giá là hệ số an toàn; các tính toán về ngẫu nhiên và độ tin cậy trong hệ thống thủy lợi đã được thực hiện trong các luận án, đề tài và nghiên cứu. Trong khi đó, các nước tiên tiến trên thế giới như: Nga, Trung Quốc, Nhật Bản và một số nước châu Âu đã sử dụng phương pháp thiết kế ngẫu nhiên và các tiêu chuẩn về độ tin cậy để đánh giá an toàn cho công trình. Bài báo giới thiệu về tình hình xây dựng hồ đập Việt Nam, các hư hỏng sự cố hồ đập và các sự cố của đập đất do dòng thấm là nguyên nhân chính gây ra, trong đó đập đất Tân Sơn là đập đất cấp II ở tỉnh Gia Lai cũng là một trong nhiều đập đất có nguy cơ bị mất ổn định do hiện tượng thấm mạnh ở hai vai và lấy hóa mái hạ lưu. Nghiên cứu đã ứng dụng lý thuyết độ tin cậy cấp độ II xây dựng bài toán đánh giá ổn định cho đập đất Tân Sơn - Gia Lai khi chịu tác động của các yếu tố ngẫu nhiên và có các giải pháp công trình để nâng cao độ tin cậy cho hệ thống.

2. HIỆN TRẠNG HỒ CHỨA NƯỚC THỦY LỢI VIỆT NAM

Tính đến năm 2018 nước ta đã xây dựng được 6755 đập và hồ chứa thủy lợi các loại, trong đó chủ yếu là đập đất [2]. Những hồ có dung tích nhỏ hơn 1 triệu m^3 chiếm tỷ lệ lớn 81,7%, các hồ có dung tích lớn hơn 1 triệu m^3 chiếm tỷ lệ nhỏ hơn nhiều (Hình 1). Tuy nhiên theo các số liệu thống kê của Tổng cục Thủy lợi năm 2018 trong 1730 hồ bị hư hỏng, xuống

¹ Trường Đại học Thủy lợi

² Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

³ Lớp cao học 26C12, Trường Đại học Thủy lợi

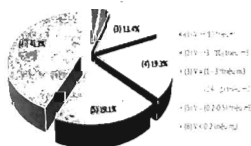
Email: lanhuong@thu.edu.vn

cấp các hồ có dung tích nhỏ và vừa ($V < 3$ triệu m^3) lại là các hồ có tỷ lệ hư hỏng sự cố nhiều hơn các hồ có dung tích lớn (Hình 2).

Các dạng hư hỏng chính hay gặp hiện nay tại các đầu mối hồ chứa là: Đập không đủ mặt cắt, lũ lớn tràn qua đỉnh đập; thấm lớn qua thân và nền đập do chất lượng thi công và công nghệ chống thấm kém, gây xói ngầm hoặc trượt sụt mái hạ lưu làm vỡ thân đập; tổ mối trong thân đập; sự cố đập, tràn, công lấy nước hoặc vận hành không đúng kỹ thuật cửa van tràn xả lũ, van hành công lấy nước; công lấy nước bị hư hỏng, mục ruỗng; tràn xả lũ bị xói, thiếu khả năng xả lũ...

Các nguyên nhân làm hư hỏng, sự cố và xuống cấp 1730 hồ chứa chủ yếu liên quan nhiều đến dòng thấm qua đập và nền, biến dạng mái đập đất [2]. Theo kết quả thống kê ở 223 hồ lớn ($V > 3$ triệu m^3) có 41,7% đập bị sự cố thấm qua thân và nền đập, 36,8% nguyên nhân biến dạng mái; với 613 hồ có dung tích

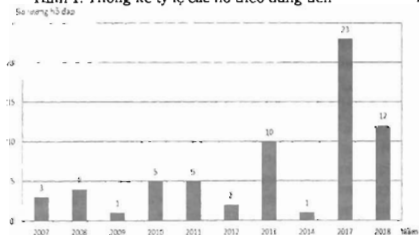
nhỏ hơn 3 triệu m^3 tỷ lệ này là 33,6% và 40,7%. Sự cố về thấm cũng là một trong các nguyên nhân chính gây ra sự cố cho 66 hồ đập trong 10 năm trở lại đây (Hình 3). Có thể kể đến một vài sự cố về đập do nguyên nhân thấm mạnh: nứt lớn kéo dài gây thấm mạnh qua đập đất, sạt mái hạ lưu như đập Đồng Đền và đập Đa Bàn ở Nghệ An năm 2008; đập Phước Trung ở Ninh Thuận mới thi công xong năm 2010 bị nước thấm rò qua vết nứt gây sạt, sạt to dẫn đến tới vỡ đập; thấm mạnh qua mang công để đập vỡ đập Lim ở Nghệ An năm 2012; thấm mạnh qua phân thân đập có tổ mối khi mực nước hồ đạt mực nước thiết kế ma chưa xả tràn gây ra vỡ đập Tây Nguyên ở Nghệ An năm 2012; thấm mạnh ở mái hạ lưu và vai trái đập ảnh hưởng đến an toàn đập Tân Sơn ở Gia Lai năm 2016; hiện tượng thấm lan rộng, rãnh thoát nước hạ lưu bị đổ gãy với chiều dài 200 m làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn đập chính hồ Núi Cốc - Thái Nguyên năm 2017.... [2].



Hình 1. Thống kê tỷ lệ các hồ theo dung tích



Hình 2. Tỷ lệ các hồ bị hư hỏng năm 2018



Hình 3. Một số thống kê về số lượng hồ bị vỡ trong khoảng 10 năm



Hình 4. Vỡ đập Tây Nguyên - Nghệ An năm 2012

3. TINH ĐỒ TƯ CÂY ĐẬP ĐẤT TÂN SƠN - GIA LAI

3.1. Giới thiệu về hồ chứa nước Tân Sơn

Hồ chứa nước Tân Sơn là hệ thống cấp II được xây dựng trên suối Tân Sơn, địa bàn xã Chư Păh, tỉnh Gia Lai. Hệ thống công trình đầu mối được vận hành năm 2010 gồm: Đập đất, công lấy nước, tràn xả lũ, nhà quản lý và tuyến kênh chính dài 2.024 m. Hồ có

dung tích $4,4 \cdot 10^6 m^3$, với nhiệm vụ: cấp nước tưới cho 450 ha lúa, hoa màu và cây công nghiệp của tỉnh Gia Lai; cấp nước nuôi trồng thủy sản và du lịch sinh thái; cải thiện cảnh quang môi trường trong khu vực.... Đập đất là đập đóng chặt cao 27,3 m, dài 333,3 m, cao trình đỉnh đập +783,80 m, đập có tường chắn sóng cao 1,2 m, đỉnh đập rộng 5 m [3].



Hình 5. Hiện trạng đập đất Tân Sơn



Hình 6. Thấm qua vai trái đập



Hình 7. Dòng thấm ở vị trí C9 dẫn về hạ lưu bằng ống PVC

3.2. Mô phỏng hệ thống

Sau khi thực hiện các quan sát, khảo sát hiện trường đồng thời tiến hành các nghiên cứu và phân tích các tài liệu lưu trữ gồm: hồ sơ thiết kế, hồ sơ thi công, hồ sơ hoàn công, tài liệu quan trắc và hồ sơ quản lý, nghiên cứu có các kết luận sơ bộ về hiện trạng hồ và các công trình đầu mối hồ chứa nước Tân Sơn như sau [3]:

- Phương án vận hành chống lũ đang thực hiện phù hợp với hệ thống đầu mối hồ chứa.

- Với đập đất: đường bão hòa trong thân đập đất cao làm nước thấm chảy ra hạ lưu ở vị trí rãnh thu nước môi ở chân đập giao với bộ phận áp hạ lưu ở cao trình +765 m, hiện tượng thấm thành dòng tập trung ở vị trí C9+11 m phía bên trái cống lấy nước. Hai bên vai đập bị lầy hóa do hiện tượng thấm vòng quanh vai đập.

- Các khối xây và cửa van của tràn xả lũ cũng như ở nơi nối tiếp với đập đất và bờ không có biểu hiện hư hỏng. Tràn làm việc ổn định. Van và tháp van của cống ngầm hoạt động bình thường, vật liệu thân cống chưa có biểu hiện suy thoái, quan sát phía ngoài cống ngầm thấy không có biểu hiện hư hỏng. Cống làm việc ổn định.

Từ các kết quả điều tra, khảo sát và thực hiện các phân tích từ tài liệu lưu trữ của hệ thống đầu mối

hồ chứa, thấy rằng: đập đất có khả năng xảy ra các sự cố hèn quan đến các hiện tượng về thấm; tràn và cống ngầm làm việc an toàn. Do vậy sơ đồ cây sự cố sẽ mô tả các sự cố hư hỏng liên quan đến đập đất.



Hình 8. Sơ đồ cây sự cố đập đất Tân Sơn

3.3. Hàm tin cậy và các biến ngẫu nhiên của các cơ chế sự cố

3.3.1. Nước tràn đỉnh đập

Sự cố nước tràn đỉnh đập đất xảy ra khi mực nước cao nhất trong hồ có kể đến sóng leo và độ dềnh do gió vượt quá cao trình đỉnh đập. Hàm tin cậy của cơ chế phá hoại do nước tràn qua đỉnh đập Z_1 tính theo (1), giá trị các biến ngẫu nhiên (BNN) trong hàm tin cậy như trong bảng 1 [1], [4].

$$Z_1 = Z_{dl} - \left(Z_{mn} + 2.10^{-6} \frac{V^2 \cdot D}{g (Z_{mn} - Z_{v,})} \cdot \cos \alpha + K h_{v,1} \right) \quad (1)$$

Bảng 1. Các biến ngẫu nhiên (BNN) trong hàm tin cậy Z_1

TT	Tên BNN	Ký hiệu BNN	Kỳ vọng μ	Độ lệch chuẩn σ	Luật phân bố xác suất
1	Cao độ đỉnh đập	Z_{dl} (m)	783,8	0,42	Phân bố chuẩn
		Z_{mn1} (m)	780,5	0,5	Phân bố chuẩn
2	Cao độ mực nước hồ	Z_{mn2} (m)	782,6	0,5	Phân bố chuẩn
		Z_{mn3} (m)	782,9	0,5	Phân bố chuẩn
3	Cao độ đáy đập	Z_v (m)	756,3		Tất định
4	Vận tốc gió	V (m/s)	28,64	2,8	Phân bố chuẩn
5	Chiều dài đa sóng	D (m)	1000	20	Phân bố chuẩn

6	Góc của hướng gió so với phương vuông góc với tuyến đập.	α	60°		Phân bố chuẩn
7	Hệ số phụ thuộc: độ nhám tương đối, đặc trưng vật liệu gia cố mái đập, tốc độ gió, góc của hướng gió so với phương vuông góc với tuyến đập, hệ số mài thương lưu.	K	1,71		Tất định
8	Chiều cao sóng với mức đảm bảo 1%	$h_{1\%}$	1,14	0,14	Phân bố chuẩn
9	Gia tốc trong trường	$g(m^2/s)$	9,81	-	Tất định

3.3.2. Mái đập hạ lưu bị trượt sâu

Đường bão hòa dâng cao và các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu thân đập, nên suy giảm theo thời gian là một trong nhiều nguyên nhân chính dẫn đến mất ổn định tổng thể mái hạ lưu. Mặt trượt nguy hiểm nhất ứng với hệ số an toàn nhỏ nhất (K_{\min}) được tính theo phương pháp mặt trượt trụ tròn. Sử dụng phương pháp Bishop để thiết lập hàm tin cậy Z_2 , trong đó tổng các mô men chống trượt được xem là hàm sin; chịu tải, tổng mô men gây trượt là hàm tử trọng [1], [4].

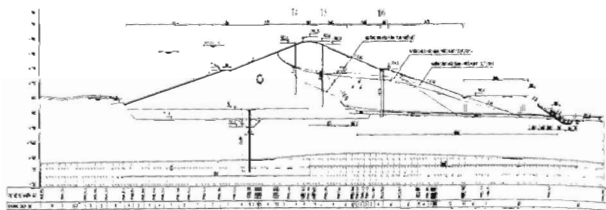
$$Z_2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - (h_i - c) \sin \alpha) \left[\frac{1}{\gamma_i \cos(\alpha \sin^2 \alpha)} \right] \left(\sum_{i=1}^n \sin \alpha \right) \right) \quad (2)$$

Các biến ngẫu nhiên và tham số tất định trong hàm Z_2 gồm: $K_{sa}, W_n, u_n, c, \varphi, \alpha, b_n$: Lần lượt là hệ số an toàn mái dốc, khối lượng thời đất, áp lực nước lỗ rỗng, lực dính đơn vị, góc nội ma sát, góc theo

phương ngang và phương cung trượt, bề rộng của thời đất. Giá trị và luật phân bố xác suất của các BNN như trong bảng 2.



Hình 9. Sơ đồ tính ổn định mái dốc theo phương pháp Bishop



Hình 10. Mặt cắt lòng sông đập đất Tân Sơn

Bảng 2. Các biến ngẫu nhiên (BNN) trong hàm tin cậy Z_2

TT	Tên BNN	Ký hiệu BNN	Ky vọng: μ	Độ lệch chuẩn: σ	Luật phân bố xác suất
1	Dạng trong các lớp đất khối I, II, III, dầm cắt; đồng đa tiêu nước; nền lớp 2, lớp 3 tương bentonite.	$\gamma_1 (KN/m^3)$	18,25	1,825	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{II} (KN/m^3)$	19,0	1,9	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{III} (KN/m^3)$	17,9	1,79	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{bentonite} (KN/m^3)$	17,0	1,7	Phân bố chuẩn

		$\gamma_{\text{đất}} (\text{KN} / \text{m}^3)$	28,6	2,86	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{\text{đất}}' (\text{KN} / \text{m}^3)$	18,6	1,86	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{\text{đất}}^{\text{đệm cát}} (\text{KN} / \text{m}^3)$	18,6	1,86	Phân bố chuẩn
		$\gamma_{\text{bentonite}} (\text{KN} / \text{m}^3)$	12,50	1,25	Phân bố chuẩn
2	Góc ma sát trong của: lớp đất khối I, II, III; đệm cát; đóng đá tiêu nước; nền lớp 2, lớp 3.	ϕ_I (độ)	26,50	5,3	Phân bố chuẩn
		ϕ_{II} (độ)	24,38	4,876	Phân bố chuẩn
		ϕ_{III} (độ)	24,38	4,876	Phân bố chuẩn
		$\phi_{\text{đệm cát}}$ (độ)	35,00	7	Phân bố chuẩn
		$\phi_{\text{đá}}$ (độ)	38,00	7,6	Phân bố chuẩn
		$\phi_{\text{nền 2}}$ (độ)	26,25	5,25	Phân bố chuẩn
		$\phi_{\text{nền 3}}$ (độ)	26,90	5,38	Phân bố chuẩn
3	Lực dính đơn vị của: lớp đất khối I, II, III; đệm cát; đóng đá tiêu nước; nền lớp 2, lớp 3	$C_I (\text{KN} / \text{m}^2)$	14,9	2,235	Phân bố chuẩn
		$C_{II} (\text{KN} / \text{m}^2)$	6,5	0,975	Phân bố chuẩn
		$C_{III} (\text{KN} / \text{m}^2)$	6,5	0,975	Phân bố chuẩn
		$C_{\text{nền 2}} (\text{KN} / \text{m}^2)$	13,32	1,998	Phân bố chuẩn
		$C_{\text{nền 3}} (\text{KN} / \text{m}^2)$	15,73	2,3595	Phân bố chuẩn
4	Lực dính đơn vị của: lớp đất khối I, II, III; đệm cát; đóng đá tiêu nước; nền lớp 2, lớp 3	$K_I (m / s)$	$3,37 \times 10^7$	-	Tất định
		$K_{II} (m / s)$	$3,37 \times 10^7$	-	Tất định
		$K_{III} (m / s)$	$3,37 \times 10^7$	-	Tất định
		$K_{\text{đệm cát}} (m / s)$	$2,5 \times 10^5$	-	Tất định
		$K_{\text{đá}} (m / s)$	$2,0 \times 10^3$	-	Tất định
		$K_{\text{nền 2}} (m / s)$	$2,76 \times 10^6$	-	Tất định
		$K_{\text{nền 3}} (m / s)$	$4,22 \times 10^7$	-	Tất định
		$K_{\text{bentonite}} (m / s)$	$4,5 \times 10^8$	-	Tất định
5	Chiều dày trung bình của tầng thấm	T (m)	13	1	Phân bố chuẩn
6	Hệ số trung bình mái thượng lưu	m_1	3,75	0,4	Phân bố chuẩn
7	Hệ số trung bình mái hạ lưu	m_2	3,5	0,4	Phân bố chuẩn
8	Chiều dài trung bình đáy đập	L_d	177,5	5	Phân bố chuẩn

3.3.3. Xói tại vị trí chân khay chỗ có hào bentonite và cửa ra

Xói cục bộ có thể xảy ra tại những vị trí có gradien thấm lớn vượt quá gradien thấm cho phép của đập và nền như: tại phần nằm ngang của chân khay chỗ có hào bentonite; phần tiếp giáp giữa đập và nền không thấm; mái hạ lưu; nơi dòng thấm thoát ra [1], [4].

Ham tin cây xói chân khay: $Z_1 = [J]^{bentonite} - J_{bentonite}^{\max}$ (3); Hàm tin cây xói cửa ra: $Z_4 = [J]^{ra} - J_{ra}^{\max}$ (4)

Các biến ngẫu nhiên và tham số tất định trong hàm Z_3 và Z_4 gồm: J_{ra}^{\max} , $J_{chỗ\ khay}^{\max}$ - Gradien thấm lớn nhất tại vị trí cửa ra và ở chân khay, thông qua tính toán thấm bằng phần mềm Seep/w (Geoslope 2007) sẽ tìm được luật phân bố xác suất và các đặc trưng thống kê của các biến ngẫu nhiên thứ cấp: J_{ra}^{\max} ,

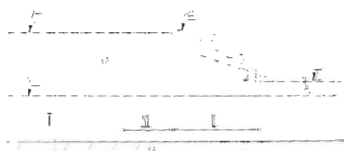
$J_{bentonite}^{max}$; $[J]^{ra}$; $[J]^{bentonite}$: Gradient thấm cho phép tại vị trí cửa ra và ở hào bentonite, xác định từ các số liệu thí nghiệm đất đắp đập ở vị trí cửa ra và các thí nghiệm về hào bentonite.

Bảng 3. Gradient tại các vị trí chân khay và cửa ra

TT	Tên biến ngẫu nhiên	Ký hiệu BNN	Kỳ vọng: μ	Độ lệch chuẩn: σ	Luật phân bố xác suất
1	$Z_{min} = 780.5$	$J_{bentonite}^{max}$	2.1	0.2	Phân bố chuẩn
		J_{ra}^{max}	0.4	0.04	Phân bố chuẩn
2	$Z_{max} = 782.6$	$J_{bentonite}^{max}$	2.6	0.26	Phân bố chuẩn
		J_{ra}^{max}	0.45	0.05	Phân bố chuẩn
3	$Z_{min} = 782.9$	$J_{bentonite}^{max}$	2.8	0.3	Phân bố chuẩn
		J_{ra}^{max}	0.48	0.05	Phân bố chuẩn
4	Gradient thấm cho phép để kiểm tra độ bền thấm đặc biệt của thân đập	$[J_{k,p}]^d$	1.1	-	Tất định
5	Gradient thấm cho phép để kiểm tra độ bền thấm đặc biệt của nền đập	$[J_{k,p}]^n$	0.25	-	Tất định
6	Gradient thấm cho phép để kiểm tra xói tại cửa ra	$[J]^{ra}$	0.7	-	Tất định
7	Gradient thấm cho phép của hào bentonite	$[J]^{bentonite}$	20	-	Tất định

3.3.4. Hình thành hang thấm trong thân đập và nền đập

Trong thân đập và nền đập có thể hình thành những hang thấm do trong quá trình đắp đập, việc đầm chặt có thể đã không thực hiện được đồng đều trên toàn mặt cat đập hoặc chất lượng đất có chỗ đã không đúng như dự định, hoặc xử lý nền đập không triệt để [1], [4].



Hình 11. Sơ đồ tính toán biến hình thấm đặc biệt

Hàm tin cậy hình thành hang thấm trong thân

đập: $Z_c = [J_{k,p}]^d - \frac{(Z_{min} - Z_c - \beta_1 \cdot V)}{L_d + m_1(Z_{min} - Z_c) + \frac{m_1 \cdot V \cdot Z_{min} - Z_c}{L_d \cdot m_1 \cdot (1 - \beta_1)}}$ (5)

Hàm tin cậy hình thành hang thấm trong nền

đập: $Z_c = [J_{k,p}]^n - \frac{(Z_{min} - Z_c - \beta_1 \cdot V)}{L_d + 0.888 \cdot T}$ (6)

Các biến ngẫu nhiên và tham số tất định gồm: $[J_{k,p}]^d$; $[J_{k,p}]^n$: Độ dốc thủy lực cho phép của vật liệu làm đập và nền, phụ thuộc vào cấp công trình và chất đất đắp đập và nền đập, được xem như sự chu chuyển của công trình và được xác định thông qua việc phân tích số liệu quan trắc các công trình đã bị sự cố cho đến thời điểm đánh giá ổn định; β_1 : Cột nước hạ lưu đập; a_0 : Độ cao hút nước; T: Chiều dày tầng thấm; m_1 , m_2 : Hệ số mẫu thương lưu và hạ lưu; L_d : Chiều dài đập; Z_{min} : Cao độ mực nước thượng lưu; Z_c : Cao độ đáy hồ.

3.4. Xác suất an toàn của đập Tân Sơn

3.4.1. Xác suất an toàn (độ tin cậy) của cơ chế sự cố

$P_s = P(Z > 0) = \phi(\beta)$ (7): Xác suất sự cố;

$P = 1 - P_s$ (8)

β là chỉ số tin cậy: $\beta = \frac{\bar{Z}}{\sigma_Z} = \frac{\bar{R} - \bar{S}}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}}$ (9)

Trong đó: \bar{R} , \bar{S} , \bar{Z} và σ_R , σ_S , σ_Z lần lượt là các kỳ vọng toán học và độ lệch chuẩn của hàm phân bố tải trọng R, sức chịu tải S và hàm tin cậy Z [1].

3.4.2. Độ tin cậy của đập đất

Coi các cơ chế sự cố xảy ra độc lập, các sự cố liên kết với nhau theo công "hoặc", xác suất an toàn của đập đất P_{at}^{CT} [1].

$$P_{at}^{CT} = 1 - \sum_{i=1}^n (1 - P_i) \quad (10)$$

Trong đó: P_i - Xác suất an toàn của từng cơ chế sự cố tính như (7); n : số cơ chế sự cố xảy ra với đập đất.

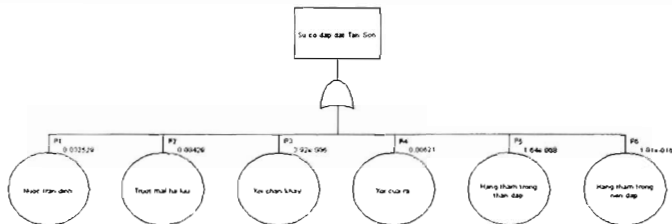
Đập đất an toàn theo tiêu chuẩn về độ tin cậy khi: $P_{at} \geq [P]$ (11).

Trong đó: $[P] = 0,95$: độ tin cậy cho phép lấy theo tiêu chuẩn về độ tin cậy của Nga [5].

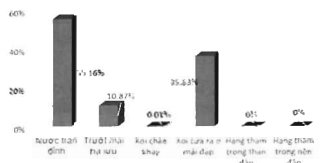
3.4.3. Độ tin cậy của đập đất Tân Sơn

Bảng 4. Độ tin cậy của đập đất Tân Sơn

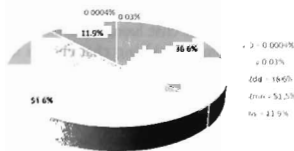
Z	Xác suất sự cố P_{ic}						$P_{đậpTânSơn}^{CT}$	$P_{đậpTânSơn}^{an}$
	Nước tràn đỉnh	Trượt mái hạ lưu	Xói chân khay	Xói cửa ra ở mái đập	Hàng thấm trong thân đập	Hàng thấm trong nền đập		
780.5	3.25E-02	4.29E-03	3.92E-06	6.21E-03	1.64E-08	1.01E-16	4.2666E-02	0.9573
782.6	3.51E-02	6.92E-03	7.20E-06	2.28E-02	1.48E-06	6.84E-14	6.3633E-02	0.9364
782.9	8.41E-02	1.05E-02	1.13E-05	4.46E-02	1.59E-04	1.64E-13	1.3428E-01	0.8657



Hình 12. Xác suất sự cố đập đất Tân Sơn (Phần mềm OPEN FTA)



Hình 13. Ảnh hưởng của các cơ chế sự cố đến độ tin cậy đập Tân Sơn



Hình 14. Ảnh hưởng của các BNN đến sự cố nước tràn đỉnh đập

3.4.4. Phân tích các kết quả tình độ tin cậy đập đất Tân Sơn

- Khi mực nước hồ $Z_{ngp} = 780.5m$ (MNDBT), đập chính làm việc an toàn theo các tiêu chuẩn về độ tin cậy $P_{at}^{đập} = 0.9573 \geq [P] = 0.95$ [5].

Khi $Z_{ngp} = 782.6m$ (MN.TK 1): $Z_{ngp} = 782.9m$ (MN.LKT) thì

$P_{at}^{đập} < [P] = 0.95$: đập đất có khả năng xảy ra sự cố do các nguyên nhân chính sau: nước tràn đỉnh đập (55,16%), xói cửa ra mái đập (35,83%), trượt mái hạ lưu đập (10,87%), 3 cơ chế sự cố còn lại có ảnh hưởng không đáng kể. Mực nước hồ Z_{min} và cao độ đỉnh đập $Z_{đđ}$ là hai biến ngẫu nhiên có ảnh hưởng lớn nhất đến cơ chế nước tràn đỉnh đập lần lượt là 51,5% và 36,6%.

các biến còn lại: D, V, h_{31} có ảnh hưởng không đáng kể.

Tuy nhiên, các kết quả khảo sát trong thân đập thủy cơ tồn tại dòng thấm tập trung liên thông từ thượng lưu về hạ lưu và dòng thấm vòng qua vai trái tập trung ở hạ lưu. Những án hóa này nếu không xử lý kịp thời dòng thấm có thể phát triển và kéo theo đất trong thân đập về hạ lưu gây mất an toàn đập do thấm. Do đó phải có biện pháp xử lý thấm để đảm bảo an toàn cho đập trong mùa mưa lũ sắp đến.

3.4.5. Các giải pháp nâng cao độ tin cậy cho đập đất Tân Sơn

Căn cứ vào công nghệ và thiết bị hiện nay để xử lý thấm cho đập Tân Sơn có thể sử dụng các phương án sau:

Phương án 1: Khoan phụt vữa xi măng bentonite để tạo màn chống thấm chặn dòng thấm liên thông từ thượng lưu về hạ lưu. Kết hợp làm hệ thống thu nước ở hạ lưu để hạ thấp đường bão hòa và tiêu nước thấm [2].

a) Ưu điểm:

Công nghệ không phức tạp, dễ triển khai và có thể hoàn thành trong thời gian ngắn. Có thể khoan phụt sâu hơn 40 m xuyên qua các tầng đá, hoặc tầng đá thấm mạnh để phụt. Vừa được phụt với áp lực cao nên vữa được đẩy đi xa lấp đầy các khe rỗng liên thông về thượng và hạ lưu màn chống thấm. Sau khi hoàn thành khoan phụt thì có thể triển khai ngay công tác nâng cấp mặt đập

b) Nhược điểm:

Khó kiểm soát chất lượng, nếu kiểm soát chất lượng khoan phụt vữa không chặt chẽ thì hiệu quả chống thấm không cao.

Phương án 2: Làm tường hào bentonite để chặn dòng thấm liên thông từ thượng lưu về hạ lưu. Kết hợp làm hệ thống thu nước ở hạ lưu để hạ thấp đường bão hòa và tiêu nước thấm [2].

a) Ưu điểm:

Đảm bảo tạo được một tường chống thấm liên tục trong thân, khả năng chống thấm tốt. Tuổi thọ của tường hào cao.

b) Nhược điểm:

Không xử lý được các khe liên thông trong thân đập phía trước và sau tường. Khó có thể đào được chiều sâu tới 40 m và không đào được ở những vị trí

địa tầng có lẫn đá tầng như ở vai trái đập. Sau khi thi công xong hào còn phải có thời gian chờ lún của hào ổn định nơi được nâng cấp mặt đập. Thời gian lún của tường xi măng-bentonite là nhiều tháng, của tường đất-bentonite cũng phải 2-3 tháng.

Lựa chọn phương án:

Từ kết quả phân tích ở trên thấy rằng, việc xử lý thấm cho đập Tân Sơn bằng phương án đào tường Bentonite là khó khăn vì điều kiện địa chất vai trái đập có nhiều đá mở rời xen kẽ, còn ở thềm suối thì chiều sâu đào lớn 27,5 m đến 38,5 m. Về kinh tế thì phương án khoan phụt kinh tế hơn: PA1: 9,7 tỷ đồng; PA2: 10,1 tỷ đồng. Vậy đề xuất phương án xử lý thấm cho đập Tân Sơn là khoan phụt vữa xi măng bentonite.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ rõ sự cố về thấm chiếm tỷ lệ lớn trong số các hư hỏng của hồ đập và là nguyên nhân gây ra vỡ đập đất. Đã vận dụng lý thuyết độ tin cậy cấp độ II để xây dựng bài toán phân tích an toàn đập đất Tân Sơn khi chịu tác động của các yếu tố ngẫu nhiên. Kết hợp giữa phân tích mức độ ảnh hưởng của các cơ chế sự cố đến an toàn của đập đất với các kết quả khảo sát liên trường nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp chống thấm nhằm nâng cao độ tin cậy cho hệ thống đầu mối hồ chứa. Nội dung bài báo là tài liệu tham khảo thiết thực cho công tác thiết kế và quản lý an toàn đập ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Mao, Nguyễn Hữu Bảo, Nguyễn Lan Hương (2014). Cơ sở tính độ tin cậy an toàn đập, Nhà xuất bản Xây dựng, năm 2014.
2. Tổng cục Thủy lợi (2017). Báo cáo sự cố hồ chứa nước thủy lợi những năm gần đây. Tổng cục Thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 12/2017
3. Báo cáo xác định nguyên nhân thấm và đề xuất phương án xử lý cho đập Tân Sơn. Tiểu dự án: Nâng cấp, hoàn thiện cơ sở HTNT HTCTI, Tân Sơn khu vực xã Nghĩa Hưng -Chư Jờ
4. Nguyễn Lan Hương. Phân tích và đánh giá an toàn công trình đầu mối hồ chứa thủy lợi Việt Nam theo lý thuyết độ tin cậy. LATSKT năm 2017, Đại học Thủy lợi.

5. "Основные положения расчета причальных сооружений на надежность." М В/О "Мортехинформреклама", РД 31-31-35-85, 1986.

RELIABILITY-BASED ANALYSIS OF EARTH FILL DAM AND SOLUTIONS TO IMPROVE SAFETY FOR TAN SON RESERVOIR SYSTEM - GIA LAI

Nguyen Lan Huong, Nguyen Kien Quyet, Tran Khuong Duy

Summary

Currently, Vietnam has built 6755 dams and irrigation reservoirs, of which most dams for irrigation reservoirs are earth dams. In the course of operation, there have been many problem and damage to the dam, which greatly affects the safety of the dam and the overall safety of headworks. According to the statistical results, out of 1730 irrigation reservoirs damaged, the small and medium sized reservoirs accounted for the majority ($V < 3$ million m^3) and infiltration incidents often have a great impact on the safety of dams. There have been many dam failure incidents in the last 10 years and this is due to the seepage current which greatly affects the safety of clues and downstream areas. In Vietnam, the dam design calculations are using the deterministic method, while the advanced countries in the world: Russia, China, the Netherlands, and many calculations have been performed according to random standards and reliability analysis. From the assessment of the current status of Tan Son Dam in Gia Lai, the study has applied the level II random theory to develop safety analysis problems for earth dams, thereby proposing construction solutions to improve reliability for dams subjected to dam flow in the roof and to the sides of the dam.

Keywords: *Reliability, safety probability, function of confidence, random variables, infiltration incidents.*

Người phản biện: GS.TS. Trương Đình Dự

Ngày nhận bài: 3/12/2019

Ngày thông qua phản biện: 3/01/2020

Ngày duyệt đăng: 10/01/2020