

QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN LỖ VỠ THEO CHIỀU ĐỨNG CỦA ĐẬP ĐÁ ĐỒ NHIỀU KHỐI

PGS.TS Lê Văn Nghị

KS. Bùi Văn Hữu

KS. Phạm Hồng Thành

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Xác định các đặc trưng lỗ (vết) vỡ là điều khó khăn nhất khi tính toán sự cố vỡ đập. Các đặc trưng của lỗ vỡ bao gồm: Chiều rộng (chiều ngang), chiều sâu (chiều đứng) lỗ vỡ, tốc độ phát triển, khả năng thoát lũ của lỗ vỡ... Bài viết trình bày kết quả thí nghiệm trên mô hình vật lý quá trình phát triển lỗ vỡ theo chiều đứng với nguyên hình là đập chính thủy điện Hòa Bình.

Từ khóa: Lỗ vỡ, chiều đứng

Summary: Determination the breach characteristics is the most difficult problem in dams failures calculating. Breach characteristics include: Breach width; height of vertical breach; failure time, outflow... The article presented experimental results on physical model of process of formation and development of vertical breach with prototype is the main dam of Hoa Binh hydropower.

Keywords: Breach, height of vertical breach

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính toán sự cố vỡ đập nhằm dự báo các rủi ro cho chính công trình và vùng hạ lưu là công tác khó khăn và phức tạp. Trong bài toán đo quá trình phát triển vết vỡ là một biên thêm vào của bài toán thủy lực. Trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng chưa có phương pháp xác định cụ thể mà chỉ dựa vào các bảng tra hoặc dựa vào phương pháp xác định thực nghiệm.

Đối với đập vật liệu địa phương (đập đất, đập đất đá hỗn hợp) thì yêu cầu tuyệt đối với an toàn đập và hồ chứa là không để nước tràn qua đỉnh đập. Tuy nhiên trong trường hợp bất khả kháng, hiện tượng nước tràn qua đỉnh đập là một rủi ro cần phải được tính toán và là phương án được sử dụng trong tất cả các tính toán vỡ đập.

Bài báo này trình bày kết quả xác định biên vết

vỡ theo chiều đứng bằng thực nghiệm trên mô hình vật lý 2D (Mô hình mặt cắt) với nguyên hình là đập chính thủy điện Hòa Bình có kết cấu đập đá đồ nhiều khối có lõi giữa đất sét nhằm xác định các đặc trưng hình học của vết vỡ, cao trình đáy thấp nhất khi có vỡ đập, tốc độ hạ thấp đáy vết vỡ theo thời gian và bên cạnh đó là vận tốc dòng chảy qua vết vỡ.

II. GIỚI THIỆU VỀ ĐẬP HÒA BÌNH VÀ MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

2.1 Cấu tạo mặt cắt đập nguyên hình (Bảng 1, Hình 2)

- Lớp I là lớp đá núi trụ tỳ, đây là khối chịu lực chính có dung trọng thiết kế 1.93 t/m^3 .

- Lớp II, III và IV là các lớp chuyển tiếp thứ 3, thứ 2 và thứ nhất. Lớp thứ nhất dùng hỗn hợp cát sỏi (HHCS chứa 45-65% đất vụn - hạt nhỏ hơn 5 mm) và Lớp thứ 2 dùng hỗn hợp sỏi cát (HHSC chứa 20-50% đất vụn). Lớp thứ ba của các vùng chuyển tiếp được đắp bằng đá núi nhỏ (ĐNN)- Dung trọng trung bình của ĐNN ở thân đập là 2.03 t/m^3 , dung trọng đắp

Người phản biện: TS. Nguyễn Ngọc Nam

Ngày nhận bài: 13/3/2015

Ngày thông qua phản biện: 06/4/2015

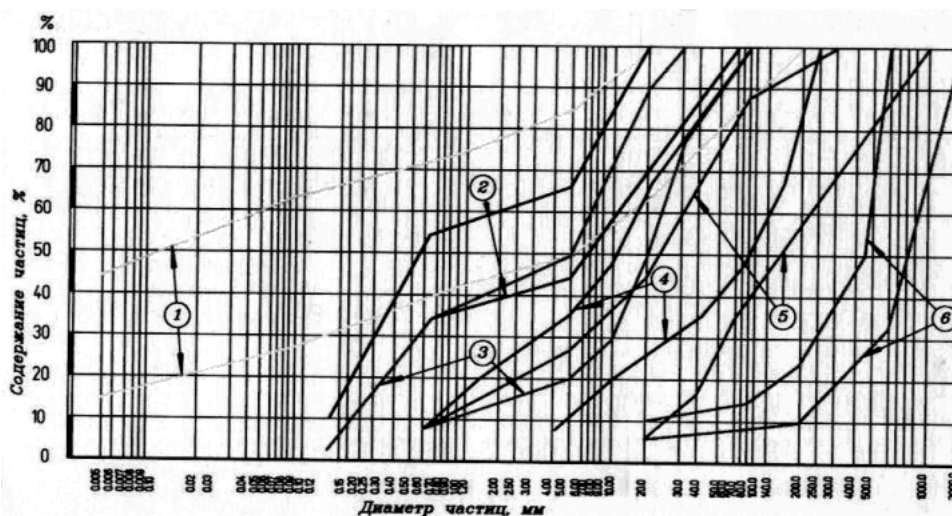
Ngày duyệt đăng: 05/6/2015

1.93 t/m³. Chiều dày của lớp chuyển tiếp thứ nhất thay đổi theo chiều cao, của lớp thứ hai là 3.5-5 m và của lớp thứ ba là 5 m.

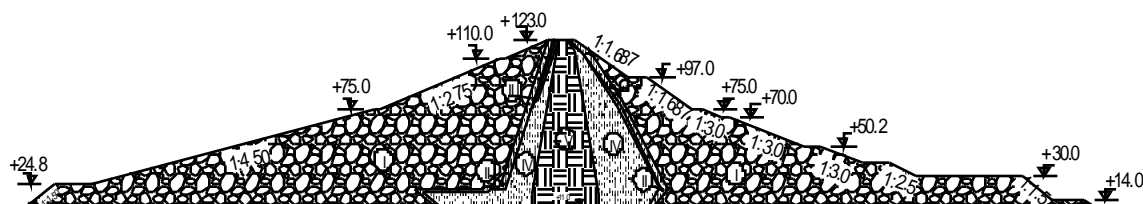
- Lớp V là lớp lõi sét cốt, các chỉ tiêu của lớp này được thể hiện ở Bảng 1;

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật của lớp sét cốt đắp lõi đập

STT	Tên gọi đặc tính của đất	Đơn vị tính	Tần số đảm bảo %		
			5	50	95
1	Dung trọng của đất khô (đất vụn)	t/m ³	1.68	1.45	1.25
2	Mức độ đầm nén đất vụn		1.0	0.96	0.93
3	Độ ẩm của đất vụn	%	39.2	29.2	20.0
4	Độ ngậm nước phân tử tối đa	%	28.1	21.3	15.0
5	Chỉ tiêu độ dẻo:				
	- giới hạn dưới	%	39	30	21
	- giới hạn trên	%	62	50	38
	- chỉ số dẻo	%	25	20	17
6	Tỷ trọng của đất	t/m ³	2.90	2.85	2.75
	Hàm lượng hòn dưới 0.005 mm	%	43	30	17
	dưới 0.1 mm		60	46	33
	dưới 1 mm		78	63	48
	dưới 5 mm		93	75	57
	dưới 20 mm		97	88	74
7	dưới 80 mm		100	100	91
	dưới 200 mm		100	100	100
8	Hệ số thấm		1×10^{-7}	2×10^{-6}	5×10^{-6}



1- Đất sét lõi đập; 2- Đất cát-sỏi lớp chuyển tiếp thứ nhất; 3- Đất sỏi cát-Lớp chuyển tiếp thứ 2; 4- Đá núi nhỏ - lớp chuyển tiếp 3; 5- Đá núi trụ tỳ
Hình 1. Đường cong cấp phối hạt các lớp đắp đập



I: Lớp đá núi trụ tỳ; II lớp chuyển tiếp thứ 3; III: Lớp chuyển tiếp thứ hai,
IV: lớp cát sỏi- Lớp chuyển tiếp thứ nhất; V: Lớp lõi sét

Hình 1. Cắt ngang đập Hòa Bình

2.2 Phương pháp và mô hình nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu là sử dụng mô hình vật lý được xây dựng trên máng kính rộng 50cm cao 1,20m, được xây dựng tại Trung tâm Nghiên cứu Thủy lực – Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Mô hình được thiết kế theo tiêu chuẩn tương tự Froude, là mô hình chính thái có tỷ lệ hình học 1/125 mô phỏng một lát cắt của đập Hòa Bình có chiều dài là 62,5m (tương đương 0,5m trong mô hình) cho mặt cắt chính giữa lòng sông. Chiều rộng chân đập trong mô hình dài 5,44m. (tương đương 680,0m trên thực tế).

Lưu lượng cấp vào mô hình (chỉ tính riêng phần tràn qua đỉnh đập) $Q = 15\ 000\text{m}^3/\text{s}$ (tương đương 88,6 l/s trong mô hình) được cấp liên tục trong suốt quá trình thí nghiệm.

Mức nước hạ lưu được khống chế theo quan hệ $Z_H = 3,9141 \cdot \ln(Q) - 15,067$ [3].

Để đo vận tốc trên mô hình tại các cao trình khác nhau của vết vỡ, mặt đập được cứng hóa và tạo nhám sau đó cho nước tràn qua và đo đạc các thông số dòng chảy như đường mặt nước vận tốc dòng chảy, mạch động vận tốc.

Để thí nghiệm quá trình phát triển lỗ vỡ, xả một lưu lượng ổn định vào mô hình, khi nước tràn qua đỉnh đập, quá trình xói đập diễn ra, dùng máy ảnh và camere quay lại quá trình xói. Sau đó xử lý hình ảnh để thu được quá trình phát triển theo chiều đứng của vết vỡ theo thời gian.

2.3 Mô phỏng vật liệu đắp đập

2.3.1 Các nguyên tắc cơ bản khi chọn vật liệu mô phỏng

Khi mô phỏng vật liệu trong thí nghiệm mô hình thì nguyên tắc đầu tiên phải xét đến là:

- Đảm bảo về kích thước và thành phần cấp phối hạt;
- Đảm bảo về vận tốc xói cho phép của vật liệu.

Các nguyên tắc này phù hợp với việc mô phỏng vật liệu rời. Tuy nhiên trong quá trình mô phỏng vật liệu đắp đập đá đổ còn phải chú ý đến các yếu tố khác như:

- Chiều dày lớp dài;
- Số lần đầm và lực đầm.

2.3.2 Phương pháp xác định

+ Xác định kích thước (d) và dung trọng hạt (γ)

Theo luật tương tự Froude thì cần đảm bảo sự tương tự với nguyên hình về kích thước và trọng lượng:

$$d_m = \frac{d_n}{\lambda_L} \quad (1)$$

+ Về kích thước kiểm tra theo công thức:

+ Về trọng lượng :

Trọng lượng xác định theo:

$$G = W \times \gamma_{vl} \quad (2)$$

$$\text{khi đó } G_m = \frac{G_n}{\lambda_L^3} \quad (3)$$

Sau khi xác định tính toán tương tự về mặt kích thước hạt và tính toán được trọng lượng tương đương của từng loại hạt tiến hành sàng lấy vật liệu, lấy ngẫu nhiên N hạt có kích thước như đã tính toán, dùng cân xác định khối lượng, tính toán khối lượng cho từng hạt đem so sánh với kết quả tính toán, nếu 2 kết quả là như nhau thì vật liệu chọn mô phỏng là đảm bảo tương tự về dung trọng và kích thước hạt;

+ *Xác định số lần đầm và độ rỗng (n) của cấp phối*

Dùng bình lập phương có cạnh là a (cm) có dung tích là a^3 (cm³), dưới đáy gắn ống thoát nước. Trình tự như sau:

Bước 1: Đổ đầy vật liệu vào bình, dùng đầm chuyên dụng đầm (Có ghi lại số lần đầm và lực đầm);

Bước 2: Đổ đầy nước cho vừa ngập hết vật liệu;

Bước 3: Rút toàn bộ nước ra;

Bước 4: Dùng thiết bị chuyên dùng tính toán dung tích nước chiếm chỗ trong vật liệu là b (cm³);

Bước 5: Xác định độ rỗng của vật liệu xác định theo công thức:

$$n = \frac{b}{a^3} \times 100 (\%) \quad (4)$$

Kết quả:

+ Nếu n của vật liệu mô phỏng trùng với n của vật liệu đắp đập thì đó chính là số lần đầm và lực đầm của vật liệu mô phỏng

+ Nếu n của vật liệu mô phỏng không trùng với n của vật liệu đắp đập, tiến hành lại thí nghiệm trên cho đến khi nào đạt yêu cầu.

2.3.3 Kết quả lựa chọn vật liệu mô phỏng

Dựa vào đường cong cấp phối đắp đập và phương pháp mô phỏng vật liệu như trình bày ở trên các tác giả xác định được:

+ *Á sét lõi đập*

Dung trọng cốt đạt $\gamma=1,60\text{g/cm}^3$. Cấp phối lựa chọn:

- Cát mịn sàng dưới 0,5mm : tỷ lệ 22,0%
- Cát mịn sàng dưới 0,7mm: tỷ lệ 12,0%
- Cát mịn sàng dưới 2,0mm: tỷ lệ 21,0%
- Bột sét: tỷ lệ 45,0%

Với cấp phối này dung trọng xác định được $\gamma=1,54\text{g/cm}^3$

+ *Hỗn hợp cát sỏi, lớp thứ nhất vùng chuyển tiếp*

Dung trọng cốt đạt $\gamma =1,75\text{g/cm}^3$. Cấp phối lựa chọn:

- Cát mịn sàng dưới 0,5mm : tỷ lệ 80,0%
- Bột sét: tỷ lệ 20,0%

Với cấp phối này dung trọng xác định được $\gamma=1,73\text{g/cm}^3$

+ *Đá nhỏ lớp thứ 2,3 vùng chuyển tiếp*

Dung trọng thực tế lớp vật liệu là $\gamma = 1,85\text{g/cm}^3$; Cấp phối lựa chọn:

- Cát sàng dưới 1,0mm: tỷ lệ 70,0%
- Đá mặt sàng dưới 2,0mm: tỷ lệ 30,0%

Với cấp phối này dung trọng xác định được $\gamma=1,82\text{g/cm}^3$

+ *Đá núi trụ tỷ*

Dung trọng cốt đạt $\gamma = 1,93\text{g/cm}^3$; Cấp phối lựa chọn:

- Đá mặt dưới sàng 0,5mm: tỷ lệ 20,0%
- Đá mặt sàng dưới 1,0mm: tỷ lệ 10,0%
- Đá mặt sàng dưới 4,0mm: tỷ lệ 40,0%
- Đá mặt sàng dưới 7,0mm: tỷ lệ 30,0%

Với cấp phối này dung trọng đạt $\gamma=1,92\text{g/cm}^3$.

III KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN LỖ VỠ THEO CHIỀU ĐỨNG

3.1 Cơ chế hình thành và phát triển

Quá trình hình thành vết vỡ của đập Hòa Bình diễn ra trong một thời gian dài.

Ban đầu khi dòng chảy bắt đầu qua đỉnh đập, do mặt đập được cứng hóa nên dòng chảy qua mặt đập chảy xuống mái đập hạ lưu;

Thời điểm ban đầu vận tốc dòng chảy tại một số vị trí trên mái đập hạ lưu đạt đến gần 30,0m/s, tại các vị trí này hình thành các vị trí xói sâu, phát triển thành các rãnh xói kéo dài xuống hạ lưu (xung quanh cao trình +75,0m), tiếp đến rãnh xói được đào sâu và mở rộng về 2 bên gây mất ổn định chân mái đập gây sụt trượt phía trên, rãnh xói phát triển thành vết vỡ, lớn dần về chiều rộng, chiều sâu và có xu hướng dịch chuyển dần về phía thượng lưu cho đến khi đạt đến trạng thái ổn định (Chiều sâu lớn nhất, bề rộng lớn nhất).

Quá trình phát triển lỗ vỡ diễn ra trong một thời gian dài, càng về sau khả năng phát triển vết vỡ theo chiều đứng càng chậm lại- lúc này vật liệu thân đập bị cuốn trôi xuống hạ lưu bồi lấp lòng sông, chân đập hạ lưu được kéo dài. Dòng chảy qua đập lúc này như dòng chảy

trên dốc nước.

Chiều sâu lỗ vỡ lớn nhất được xác định khi quá trình phát triển lỗ vỡ đạt đến trạng thái ổn định (Không đào sâu và không mở rộng).

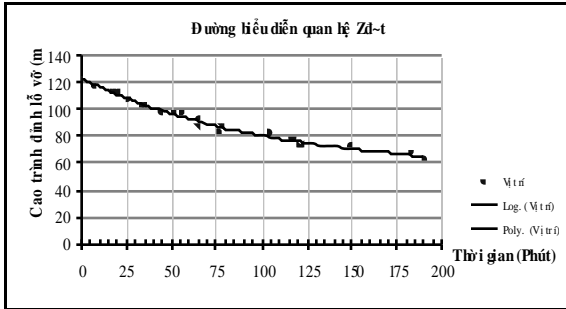
3.2 Quá trình phát triển vết vỡ theo chiều đứng

Dùng máy ảnh và camera thu thập số liệu, sau đó xử lý hình ảnh và video tại từng thời điểm trong từng trường hợp, các tác giả xác định được quá trình phát triển vết vỡ theo chiều đứng của đập Hòa Bình trên mô hình 2D: Tại thời điểm ban đầu khi lưu lượng dung tích hồ còn lớn, phần bề mặt đỉnh đập tiếp xúc với lớp nước tràn qua còn nhỏ tốc độ phát triển lỗ vỡ theo chiều đứng diễn ra nhanh, càng về sau tốc độ phát triển lỗ vỡ càng giảm thể hiện: Để hạ sâu 20m đầu tiên chỉ cần khoảng 35 phút, tuy nhiên để hạ sâu thêm 20m tiếp theo cần khoảng 50 phút (40-60 phút) và để hạ thêm 20m tiếp theo cần khoảng 90 phút (Xem bảng 2);

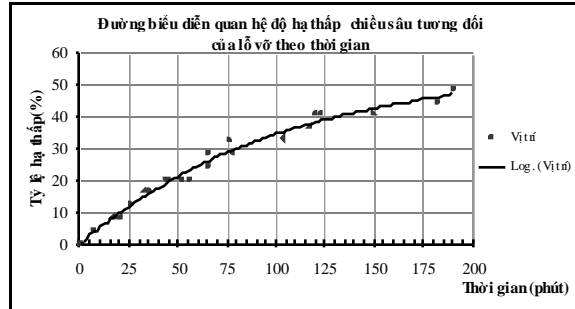
Bảng 2. Bảng xác định cao trình đỉnh lỗ vỡ tại từng thời điểm trong các trường hợp

STT	Thời điểm (phút)			Cao trình đáy lỗ vỡ (m)			Độ sâu lỗ vỡ (m)			Ghi chú
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
1	0,0	0,0	0,0	123,0	123,0	123,0	0,0	0,0	0,0	
2	17,0	19,0	7,0	113,0	113,0	118,0	10,0	10,0	5,0	
3	26,0	34,0	20,0	108,0	103,0	113,0	15,0	20,0	10,0	
4	52,0	45,0	35,0	98,0	98,0	103,0	25,0	25,0	20,0	
5	65,0	65,0	56,0	88,0	93,0	98,0	35,0	30,0	25,0	
6	76,0	104,0	78,0	83,0	82,5	88,0	40,0	40,0	35,0	
7	117,0	120,0	123,0	78,0	73,0	73,0	45,0	50,0	50,0	
8	149,0	190,0	183,0	73,0	63,0	68,0	50,0	60,0	55,0	

Ghi chú: Chiều sâu lỗ vỡ tính từ cao trình đỉnh đập (123m) đến đáy lỗ vỡ



Hình 3. Quan hệ cao trình đỉnh lỗ vỡ tại từng thời điểm theo chiều đứng ($Z_d \sim t$)



Hình 4. Quan hệ độ hạ thấp chiều sâu tương đối theo thời gian ($h \sim t$)



Tại thời điểm ban đầu; $Z_q = +123,0m$



Tại thời điểm $t=19,0$ phút; $Z_t = +113,0m$



Tại thời điểm $t=34,0$ phút; $Z_t = +103,0m$



Tại thời điểm $t=45,0$ phút; $Z_d=+98,0\text{m}$



Tại thời điểm $t=65,0$ phút; $Z_d=+93,0\text{m}$



Tại thời điểm $t=104,0$ phút; $Z_d=+82,5\text{m}$



Tại thời điểm $t=120,0$ phút; $Z_d=+73,0\text{m}$



Tại thời điểm $t=190,0$ phút; $Z_d=+63,0\text{m}$

Hình 5. Một số hình ảnh quá trình phát triển lỗ vỡ tại từng thời điểm (Lần 2)

3.3. Lưu tốc trên mái hạ lưu tại từng thời điểm

Phân bố lưu tốc trung bình dòng chảy tại thời điểm ban đầu (Đỉnh đập $+123,0\text{m}$) tăng dần từ

vị trí thượng lưu đập cho đến giữa mái đập hạ lưu (Vị trí cơ đập $+75,0\text{m}$ xuống $+70\text{m}$) lớn nhất có thể đạt đến 30m/s và sau đó giảm dần; phần cuối mái dốc hạ lưu có thể đạt đến trên $15-16\text{m/s}$. Tuy nhiên khi cao trình đỉnh đập bị

hạ thấp thì vị trí xuất hiện lưu tốc lớn nhất sẽ dịch chuyển xuống gần chân mái hạ lưu.

Điều này có thể được giải thích như sau:

Theo lý thuyết về năng lượng thì năng lượng dòng chảy tại 1 vị trí xác định bởi: $E = E_t + E_v$
Năng lượng tiêu hao của dòng chảy để mang vật liệu: E_{th}

Trong đó: E là năng lượng toàn phần dòng chảy; E_t : năng lượng do thế năng sinh ra; E_v là năng lượng do động năng sinh ra và E_{th} : Năng

lượng tiêu hao để mang vật liệu:

Tại thời điểm ban đầu khi dòng chảy từ thượng lưu xuống mái đập năng lượng dòng chảy lớn (E lớn), lượng vật liệu cuốn vào dòng chảy còn ít ($E_{th} \sim 0$), nên lưu tốc dòng chảy tăng dần (E_v tăng), đến một thời điểm năng lượng dòng chảy nhỏ hơn năng lượng cần thiết để mang theo lượng vật liệu trong dòng chảy ($E < E_{th}$) lúc đó lưu tốc dòng chảy sẽ giảm dần.

Bảng 3. Lưu tốc dòng chảy tại thời điểm ban đầu ứng với các trường hợp thí nghiệm

STT	Vị trí mặt cắt	Vị trí	Giá trị lưu tốc tại từng vị trí (m/s)						Ghi chú
			Lần 1- Cao trình đỉnh đập +123,0m		Lần 2- Cao trình đỉnh lỗ vờ + 113,0m		Lần 3- Cao trình đỉnh lỗ vờ +108,0m		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
1	Tim đập	Trái	6,27	7,27	4,92	5,25	8,05	8,50	
		Giữa	6,16	7,16	4,92	5,25	7,71	8,05	
		Phải	6,16	7,16	4,92	5,25	7,71	8,50	
2	Mép hạ lưu mặt đập, cách tim đập 8,0m	Trái	6,38	7,38	5,93	6,37	7,16	7,38	
		Giữa	6,38	7,71	6,37	6,71	7,16	7,38	
		Phải	6,16	7,38	6,37	6,71	7,16	7,38	
3	Giữa mái thứ nhất, cách tim đập 26,0m	Trái	15,99	16,99	7,16	7,38	8,05	8,50	
		Giữa	16,99	17,44	6,37	6,71	8,05	8,83	
		Phải	17,45	18,45	6,16	7,16	8,05	8,50	
4	Giữa mặt cơ 97, cách tim đập 48,7m	Trái	22,36	26,27	16,99	20,12	16,66	16,99	
		Giữa	21,24	24,60	13,42	14,53	15,21	15,99	
		Phải	21,24	22,36	14,53	16,77	14,53	14,87	
5	Mép hạ lưu cơ +97, cách tim đập 54,3m	Trái	20,71	22,07	16,92	20,16	17,78	18,11	
		Giữa	20,60	22,07	16,80	20,16	17,89	20,12	
		Phải	20,12	22,36	16,77	20,12	19,90	20,91	
6	Giữa mặt cơ +84m,	Trái	22,36	24,60	18,80	24,60	18,45	20,12	

STT	Vị trí mặt cắt	Vị trí	Giá trị lưu tốc tại từng vị trí (m/s)						Ghi chú
			Lần 1- Cao trình đỉnh đập +123,0m		Lần 2- Cao trình đỉnh lỗ vỡ + 113,0m		Lần 3- Cao trình đỉnh lỗ vỡ +108,0m		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
	cách tim đập 86,8m	Giữa	22,36	26,83	18,60	26,83	22,03	23,48	
		Phải	22,83	28,19	18,71	26,95	22,36	23,48	
7	Giữa mặt cơ +75m, cách tim đập 104,5m	Trái	24,60	29,07	15,65	17,89	19,01	20,68	
		Giữa	24,60	26,83	19,01	21,80	21,80	22,92	
		Phải	25,71	29,07	19,57	22,36	21,80	22,92	
8	Mái hạ lưu, cách tim đập 130,9m	Trái	24,60	29,86	19,57	23,48	20,12	22,92	
		Giữa	22,36	25,71	21,24	24,60	20,60	22,83	
		Phải	24,60	27,95	19,01	23,48	20,60	22,83	
9	Mép hạ lưu cơ +50,0m, cách tim đập 165,9m	Trái	22,77	25,12	21,24	24,60	20,68	23,48	
		Giữa	21,24	24,60	16,77	19,01	23,48	25,95	
		Phải	24,60	27,95	19,01	22,36	22,92	25,16	
10	Giữa mặt cơ +39,0m, cách tim đập về hạ lưu 200,8m	Trái	20,12	22,36	20,12	23,48	20,12	23,48	
		Giữa	19,01	21,24	21,24	24,60	18,45	20,68	
		Phải	19,01	22,36	17,33	19,01	18,45	20,68	
11	Mép mặt cơ +39,0m, cách tim đập về hạ lưu 208,8m	Trái	20,12	22,36	16,77	19,01	17,89	20,12	
		Giữa	20,12	23,48	16,77	20,12	19,01	20,48	
		Phải	21,24	24,60	14,53	18,45	19,01	20,36	
12	Mép thượng lưu cơ +30m, cách tim đập về hạ lưu 226,8m	Trái	19,01	22,36	13,42	15,65	19,83	20,19	
		Giữa	22,36	26,27	17,89	21,24	19,71	20,19	
		Phải	20,12	24,60	17,89	21,24	19,71	20,19	
13	Giữa cơ +30m, cách tim đập về hạ lưu 260,8m	Trái	11,74	15,09	11,18	12,30	19,57	19,48	
		Giữa	12,30	16,32	11,18	12,30	19,57	18,48	
		Phải	13,42	15,65	11,18	11,74	17,89	17,12	
14	Mép hạ lưu cơ +30m, cách tim đập về hạ lưu 294,8m	Trái	10,62	11,18	8,94	10,06	13,42	15,65	
		Giữa	13,42	15,65	9,50	10,62	14,57	14,48	
		Phải	13,42	15,65	8,94	11,18	13,42	13,21	

IV. KẾT LUẬN

- Quá trình hình thành và phát triển vết vỡ của đập Hòa Bình khi có nước tràn qua đỉnh đập diễn ra trong thời gian khoảng 3 giờ, do đó trong quá trình xảy ra sự cố không ghi nhận được hiện tượng sóng gián đoạn, tuy nhiên có xuất hiện sóng động lực có bước sóng lớn

- Cơ chế phá hủy: Vận tốc lớn nhất trên mái đập hạ lưu tại thời điểm ban đầu đạt đến gần 32,0m/s, lúc này trên mái đập bắt đầu hình thành các vị trí xói sâu (tương đương các vị trí có lưu tốc lớn nhất) và phát triển thành các rãnh xói (xung quanh cao trình +75,0m) phát triển xuống hạ lưu, sau đó rãnh xói được đào sâu và mở rộng về 2 bên gây mất ổn định chân mái đập gây sạt trượt phía trên cứ như thế lỗ vỡ phát triển dần về phía thượng lưu cho đến khi đạt đến trạng thái ổn định (Chiều sâu lớn

nhất, bề rộng lớn nhất).

- Vận tốc lớn nhất trên mặt đập xuất hiện ở cao trình từ +75,0m xuống + 70,m với giá trị lên đến gần 32,0m/s (31,86m/s).

- Thời gian xói lớn nhất: Thời gian xói lớn nhất để chiều sâu lỗ vỡ đạt đến trạng thái tương đối ổn định từ 150 đến 190 phút (tương đương trên dưới 3 giờ);

- Chiều sâu lỗ vỡ lớn nhất: Chiều sâu lỗ vỡ lớn nhất có thể đạt đến 60m, tương đương cao trình đỉnh lỗ vỡ +63,0m.

- Hạn chế trong nghiên cứu: do dùng mô hình 2D nghiên cứu nên quá trình lưu lượng cấp bằng động lực sẽ khác nhiều so với quá trình lũ đến và dung tích trong hồ trong thực tế, Vì vậy vấn đề này cần được nghiên cứu sâu hơn trên mô hình 3D

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Cảnh Cẩm, Nguyễn Văn Cung và các tác giả - Thủy lực tập 1,2. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội, 2006.
- [2]. P.G. Kixelep và nnk, Sổ tay Tính toán thủy lực, NXB Xây dựng, Hà Nội 2008.
- [3]. Lê Duy Hàm, Lê Văn Nghị và nnk- Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình hóa vật liệu hồ tiêu năng và hạ du tràn xả lũ công trình thủy điện Bình (Giai đoạn thử nghiệm và thí nghiệm PA1). Viện Khoa học Thủy lợi- Hà Nội 1999.
- [4]. Nguyễn Viết Phách, Hàm Quốc Trinh, Lê Văn Nghị, Báo cáo kết quả đề tài “Nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực hồ tiêu năng sau tràn vận hành thủy điện Hòa Bình”, Viện năng lượng – Viện Khoa học Thủy lợi, Hà Nội 1999.

