

# KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM CHỌN CHIỀU CAO ĐẬP VÀ CHIỀU DÀI BẠC KHI XẢ LŨ THI CÔNG QUA ĐẬP ĐÁ ĐỔ ĐANG THI CÔNG

ThS. Phạm Anh Tuấn, Ths. Tô Vĩnh Cường  
Phòng TNTĐ Quốc gia về Động lực học sông biển

**Tóm tắt:** Trong xây dựng các công trình thủy lợi, thủy điện lớn thời gian dẫn dòng thi công kéo dài vài ba năm; do đó khi xả lưu lượng dẫn dòng thi công vào mùa lũ qua cống hay tuynel ... sẽ rất tốn kém. Vì vậy, một số nước đã nghiên cứu và áp dụng biện pháp xả lũ thi công qua đập đang thi công. Bài viết nêu một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm chọn cao trình đỉnh đập và chiều dài bậc nước khi xả lũ thi công qua đập đá đổ đang thi công.

**Từ khóa:** Đập đá đổ, chế độ thủy lực.

**Summary:** Construction of large water resources and hydro power projects requires several years long-time construction flow that construction flood discharge through conduit or tunnel is high cost investing. Therefore, in some countries, solution of flood discharge through weir under construction has been being applied. This paper presents some of experimental results of research for selection of weir height and length of step for discharge flow through in-progress constructive rockfill weir.

**Key words:** rock fill weir, hydraulic regime.

## I. MỞ ĐẦU

Có rất nhiều phương án dẫn dòng thi công khác nhau như: dẫn dòng thi công qua hầm (tuynel), qua kênh dẫn, qua cống dẫn dòng, qua lỗ chừa lại trên thân đập ... Phương án dẫn dòng qua cống(tuynel), đập bê tông và đập đá đổ đang thi công (đắp dờ) là một giải pháp rất khả thi, phù hợp với các công trình có lưu lượng mùa kiệt và mùa lũ chênh lệch nhau nhiều (bảng 1)

Trong mùa kiệt, khi lưu lượng về nhỏ, toàn bộ được xả về hạ lưu qua cống (tuynel). Nhưng khi lũ về, một phần lưu lượng được xả qua cống phần còn lại được xả qua một đoạn đập đang thi công (đắp dờ) tại một cao trình đã định. Khi đó cống và đập làm việc kết hợp để tháo lũ thi công cho công trình.

Người phân biên: PGS.TS Trần Quốc Thương

Ngày nhận bài: 02/12/2014

Ngày thông qua phân biên: 04/2/2015

Ngày duyệt đăng: 24/4/2015

Bảng 1 cho thấy lưu lượng mùa lũ gặp nhiều lần lưu lượng mùa kiệt. Nếu dùng công trình dẫn dòng xả lũ thi công mùa kiệt để xả lũ thi công mùa lũ thì phải làm nhiều cống hay tuynel sẽ tốn kém kinh phí và thi công lại phức tạp.

Do đó xả lũ thi công kết hợp qua cống (tuynel) và đập bê tông hay đá đổ đang thi công (đắp dờ) đem lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật lớn.

Tuy nhiên do chưa có nhiều tài liệu tham khảo để tính toán thiết kế xả lũ thi công qua đập đá đổ đang thi công (đắp dờ), vì vậy thường phải qua thí nghiệm để chọn phương án hợp lý.

Mục đích nghiên cứu là chọn được cao trình đỉnh đập đoạn đập đá đổ đắp dờ hợp lý, xác định kết cấu bậc nước khi xả lũ thi công trên mô hình lòng cứng cho sơ đồ đập chính chịu lực là chính.

**Bảng 1: Lưu lượng mùa lũ và mùa kiệt một số công trình.**

TT	Tên Công trình	Phương án xả lũ thi công	Lưu lượng dẫn dòng (m <sup>3</sup> /s)	
			Mùa lũ	Mùa kiệt
1	Sông Tranh 2	Cống dẫn dòng + tràn xây dờ	6250	581
2	Bản Chát	Cống dẫn dòng + đê quai thượng lưu + tràn xây dờ (Phương án hiệu chỉnh)	5000	333.8
3	Tuyên Quang	Cống dẫn dòng + đê quai + đập đá đổ xây dờ	5036	938
4	Sơn La	Cống dẫn dòng + lỗ xả thi công + tràn xây dờ	15600	4690
5	Cửa Đạt	Tuynel + đập đá đổ xây dờ	5050	361
6	Sông Bung 4	Cống dẫn dòng + tràn xây dờ	5450	558
7	Bản Vẽ	Cống dẫn dòng + đập xây dờ (Phương án hiệu chỉnh)	3297	384

## II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH

### 2.1. Mô hình hóa

Để nghiên cứu tình hình thủy lực khi xả lũ thi công qua đoạn đập đá đổ đắp dờ, xây dựng mô hình mặt cắt với tỷ lệ 1/40, theo tiêu chuẩn tương tự về trọng lực (Froude). Kiểm tra các điều kiện tương tự cho thấy trị số Reynold trên mô hình  $Re_{min} = 6200 > Re_{gh} = 4000$ , như vậy đảm bảo về điều kiện làm việc ở khu tự động hóa mô hình, đồng thời điều kiện cấp nước được đảm bảo và các thiết bị đo đạc cũng phù hợp.

### 2.2. Chế tạo mô hình

Công trình đều cứng hóa bề mặt để xác định các thông số thủy lực.

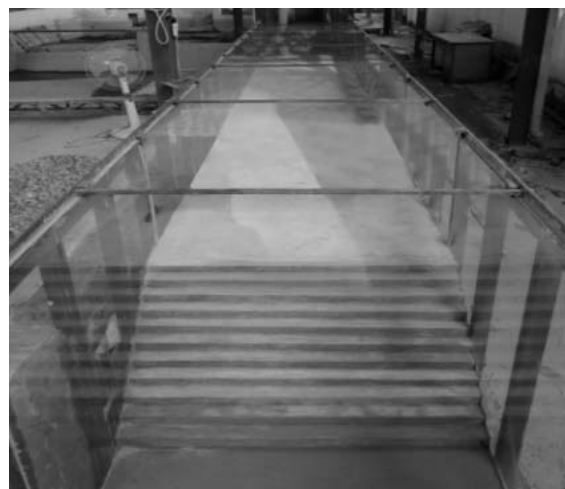
### 2.3. Khái quát nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu sơ đồ đập chính chịu lực là chính, nghĩa là cao trình đỉnh đập đá đổ đắp dờ (▽45.00m-▽50m) cao hơn cao trình đỉnh đê quai thượng lưu (▽43.50m) và đê quai hạ lưu (▽32.00m).

Nghiên cứu trên mô hình mặt cắt, lòng cứng, toàn bộ kết cấu công trình ở mô hình đều trát vữa xi măng cát để cứng hóa bề mặt.

Nhiệm vụ nghiên cứu: Chọn cao trình đỉnh đập hợp lý với 3 cao trình đỉnh đập 50m, 48m và 45 m; chọn chiều dài bậc đảm bảo kinh tế kỹ thuật với 2 độ dài bậc nước 2.25, và 4m ở độ cao bậc 1.50m.

Mô hình mặt cắt với lòng cứng được mô tả trong hình 1



Hình 1. Mô hình mặt cắt - lòng cứng

### 2.4. Kết quả nghiên cứu thí nghiệm

Để xác định kết cấu đoạn đập đá đổ đắp dờ hợp lý cần chọn cao trình đỉnh đập phù hợp, đảm

bảo các thông số thủy lực cơ bản nhỏ nhất để giảm kinh phí gia cố, xây dựng công trình dẫn dòng. Trên mô hình đã tiến hành cùnghóa toàn bộ mặt đập, các bậc nước, lòng dẫn hạ lưu... với 3 cao độ đỉnh đập là: 50m, 48m và 45m.

#### 2.4.1. Nghiên cứu lựa chọn cao trình đỉnh đập hợp lý

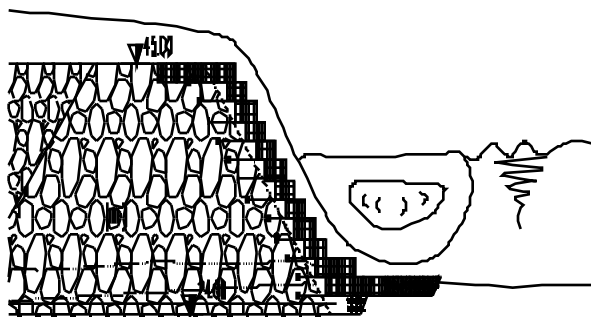
Để lựa chọn cao trình đỉnh đập hợp lý đã tiến hành thí nghiệm với 3 cao trình 50; 48 và 45m với bậc dài 2.25 m cho 4 cấp lưu lượng  $Q=1000; 2000; 4500$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Trên mô hình tiến hành xác định các thông số thủy lực chính:

- Chiều dài dòng phun trên bậc;
- Vận tốc dòng chảy dọc công trình (Lưu ý các vị trí ở cuối đỉnh đập, chân đập);
- Đường mặt nước dọc công trình;
- Diễn biến tình hình thủy lực, dòng chảy dọc công trình.

##### 2.4.1.1. Xác định chiều dài phun xa trên bậc nước dài 2.25m.

Kết quả xác định chiều dài phun xa cho thấy, với cấp lưu lượng nhỏ nhất  $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , chiều dài dòng phun  $L_p=2.69$  m dài hơn chiều dài  $L=$



Hình 3: Sơ đồ mô tả nước nhảy ở hạ lưu đập.

##### 2.4.1.2. Xác định vận tốc dòng chảy

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành xác định vận tốc dòng chảy dọc công trình, trong đó chú ý tới các vị trí chủ yếu: Tim và cuối đập chính,

2.25 m là 0.44m. Nghĩa là dòng chảy vượt ngoài bậc, không nằm trên bậc (Hình 2).

Với  $Q = 6500 \text{ m}^3/\text{s}$ , chiều dài dòng phun  $L_p = 5.60\text{m}$ , dài hơn chiều dài bậc  $L = 2,25\text{m}$  là 3,35m.

Qua kết quả thí nghiệm xác định chiều dài phun xa cho thấy: dòng chảy là dòng chảy trượt ngoài mũ bậc.

Dòng chảy đổ xuống hạ lưu đập, tạo nước nhảy trên các bậc tương ứng với cấp lưu lượng 1000-6500  $\text{m}^3/\text{s}$  nước nhảy từ đỉnh bậc 1 lên đỉnh bậc 5 (Hình 3 và Hình 4)



Hình 2: Dòng chảy trượt ngoài mũ bậc  $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Hình 4: Nước nhảy ở hạ lưu đập trong mô hình.

các bậc nước vùng hạ lưu dao động (nước nhảy), chân đập...

Vận tốc dòng chảy với các cấp  $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$  nêu ở bảng 2,

**Bảng 2. Vận tốc dòng chảy (m/s)**

TT	Mặt cắt đo	Q =4500 (m <sup>3</sup> /s)			Q =6500 (m <sup>3</sup> /s)		
		▽45 (m)	▽48 (m)	▽50 (m)	▽45 (m)	▽48 (m)	▽50 (m)
1	Tim đập chính	5.10	5.60	6.10	5.50	6.00	6.52
2	Cuối đỉnh đập chính	5.42	6.20	6.90	6.97	7.80	8.10
3	Vùng nước hạ lưu dao động (nước nhảy) trên các bậc cuối	11.20	12.10	13.85	12.66	14.70	17.10
4	Vùng chân đập chính	5.14	6.49	7.60	6.52	6.96	8.20

Kết quả thí nghiệm mô hình cho thấy: cùng một cấp lưu lượng 6500 m<sup>3</sup>/s so với cao trình đỉnh đập ▽45 (m), cao trình đỉnh đập ▽48 và ▽50 (m) vận tốc dòng chảy tại một số vị trí có sự chênh lệch như sau:

- Về vận tốc dòng chảy tại cuối đỉnh đập tăng tương ứng 0.8 và 1.1 (m/s)
- Về vận tốc dòng chảy tại vùng nước hạ lưu dao động (nước nhảy) trên các bậc tăng tương ứng 2.0 và 4.5 (m/s)

#### 2.4.1.3. Chọn cao trình đỉnh đập hợp lý.

Qua xác định các thông số thủy lực chính với 3 cao trình đỉnh đập 45, 48 và 50m = cho thấy: cùng một cấp lưu lượng so với cao trình đỉnh đập 45m, cao trình 48 và 50m cho các thông số thủy lực: Vận tốc, độ dốc đường mặt nước đều bất lợi hơn, nhất là vận tốc dòng chảy ở hạ lưu đập lớn hơn nhiều dẫn đến gia cố bảo vệ hạ lưu đập cũng tốn kém và phức tạp hơn rất nhiều. Do đó kiến nghị chọn cao trình đỉnh đập ▽45m nghiên cứu các giai đoạn tiếp theo.

#### 2.4.2. Nghiên cứu trường hợp chiều dài bậc 4m, cao trình đỉnh đập 45m

Dưới đây nêu kết quả nghiên cứu xác định các yếu tố dòng chảy trên mô hình lòng cứng với bậc dài 4m, cao trình đỉnh đập 45m (Hình 5 và Hình 6)



Hình 5. Mô hình lòng cứng với bậc dài 4m, cao trình đỉnh đập 45m nhìn từ hạ lưu



Hình 6. Mô hình lòng cứng với bậc dài 4m, cao trình đỉnh đập 45m nhìn theo phương vuông góc trục dòng chảy

2.4.2.1. Xác định chiều dài phun xa trên bậc nước

Nghiên cứu xác định các thông số thủy lực với bậc nước dài 4m, cao trình đỉnh đập 45m cho 3 cấp lưu lượng  $Q=2000; 4500$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Kết quả nghiên cứu thí nghiệm xác định dòng phun xa cho thấy, với cấp lưu lượng nhỏ nhất  $Q=2000 \text{ m}^3/\text{s}$  và lớn nhất  $Q=6500 \text{ m}^3/\text{s}$ , chiều dài phun xa  $L=5,56 \text{ m}$  và  $10\text{m}$  dài hơn chiều dài bậc  $1.56 \text{ m}$  và  $6\text{m}$ . Nghĩa là dòng chảy vượt ngoài bậc (chảy trượt ngoài mũi bậc), không nằm trên bậc (Hình 7).



Hình 7. Dòng chảy vượt ngoài mũi bậc dài 4m, khi xả lưu lượng  $Q=2000 \text{ m}^3/\text{s}$

2.4.2.2. Xác định vận tốc dòng chảy

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành xác định vận tốc dòng chảy dọc công trình, trong đó chú ý tới các vị trí chủ yếu: Tim và cuối đập chính, các bậc nước vùng nước hạ lưu dao động (nước nhảy), chân đập cho 3 cấp lưu lượng  $Q=2000; 4500$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$

Kết quả xác định vận tốc đáy tại một số vị trí chủ yếu, như sau:

- Tại tim đập chính:  $3.10 - 5.50 \text{ m/s}$ ;
- Cuối đập chính:  $5.30 - 7.00 \text{ m/s}$ ;
- Các bậc 1 - bậc 5 (vùng nước hạ lưu dao động):  $5.00 - 12.65 \text{ m/s}$
- Chân mái hạ lưu đập:  $3.10 - 6.50 \text{ m/s}$

Qua xác định vận tốc dòng chảy với bậc dài 4m, cao trình đỉnh đập 45m cho 3 cấp lưu lượng có thể rút ra nhận xét như sau: Vận tốc dòng chảy tại các vị trí chủ yếu trên so với bậc

dài 2.25 m không khác nhau nhiều, vì cao trình đỉnh đập đều là 45m, mực nước hạ lưu không đổi do đó vận tốc hai độ dài bậc 2.25m và 4 m với cao trình đỉnh đập 45m ở các vị trí chủ yếu tương tự nhau.

2.4.3. Kết quả chọn cao trình đỉnh đập và chiều dài bậc nước

2.4.3.1. Chọn cao trình đỉnh đập

Đảm bảo điều kiện kinh tế, kỹ thuật: vận tốc dòng chảy ở mặt đập và vùng chân đập hạ lưu là hợp lý, tức là đá giá cố mặt đập vừa phải, dễ khai thác vận chuyển và kết cấu gia cố vùng hạ lưu là nhỏ nhất.

Để xác định các yếu tố trên đã tiến hành thí nghiệm cho 03 cao trình đỉnh đập: 45m; 48m và 50m, với 02 cấp lưu lượng thí nghiệm, kết quả nêu ở dưới đây.

2.4.3.2. Xác định đường kính đá hộc bảo vệ mặt đập

Từ vận tốc dòng chảy trên mặt đập với 2 cấp lưu lượng  $4500 \text{ m}^3/\text{s}$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$  nêu ở bảng 2. Mặt khác theo nghiên cứu của X.VIZBAS [2] xác định đường kính đá hộc bảo vệ mặt đập (Hình 8), như sau

$$V_{\max} = 1.2 \sqrt{2g \frac{\gamma_d - \gamma_n}{\gamma_n} \sqrt{D}} \quad (1)$$

Trong đó

$V_{\max}$  - vận tốc lớn nhất (m/s)

D- Đường kính đá hộc (m)

$\gamma_d$  - Trọng lượng riêng của đá,  $\gamma_d = 2.65 \text{ T/m}^3$

$\gamma_n$  - Trọng lượng riêng của nước,  $\gamma_n = 1.00 \text{ T/m}^3$

Từ bảng 3 cho thấy so với cao trình đỉnh đập 45m, cao trình đỉnh đập 48 và 50m có đường kính đá hộc gia cố bảo vệ mặt đập tăng thêm với 2 cấp lưu lượng  $4500 \text{ m}^3/\text{s}$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$ , như sau:

- Với cấp  $Q=4500 \text{ m}^3/\text{s}$
- + Cao trình đỉnh 48m tăng thêm 0.17m (0.65 và 0.82m)

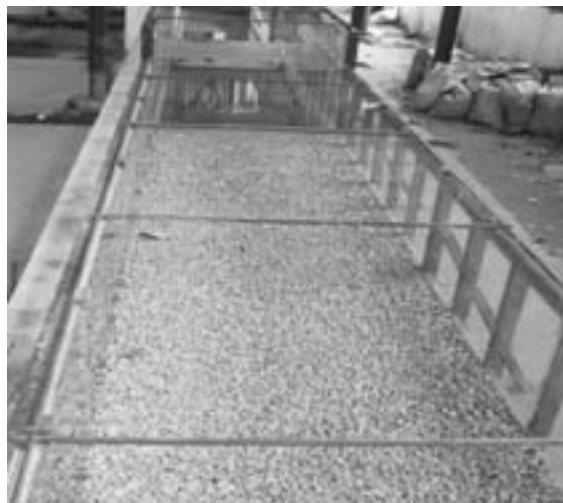
+ Cao trình đỉnh 50m tăng thêm 0.40m (0.65 và 1.05m)

- Với cấp lưu lượng  $Q=6500 \text{ m}^3/\text{s}$

+ Cao trình đỉnh 48m tăng thêm 0.26m (1.05 và 1.31m)

+ Cao trình đỉnh 50m tăng thêm 0.36m (1.05 và 1.41m)

Như vậy ta thấy hạ thấp cao trình đỉnh đập từ 50m xuống 45m đường kính đá hộc giảm 0.40m (với  $Q=4500 \text{ m}^3/\text{s}$ ) và 0.36 m (với  $Q=6500 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Đường kính đá trung bình  $D \approx 0.65\text{m}$  để khai thác và vận chuyển, thi công ở hiện trường thuận lợi hơn nhiều so với với đá có đường kính trung bình  $D \approx 1.05\text{m}$  và 1.41m



Hình 8. Mô tả đá hộc bảo vệ mặt đập

Bảng 3. Quan hệ V~D

TT	$V_{\max}$ (m/s)	D (m)	Ghi chú
1	5.50	0.65	▽ đỉnh đập 45m, $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{s}$
2	6.20	0.82	▽ đỉnh đập 48m, $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{s}$
3	7.00	1.05	▽ đỉnh đập 50m, $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{s}$
4	7.00	1.05	▽ đỉnh đập 45m, $Q = 6500 \text{ m}^3/\text{s}$
5	7.80	1.31	▽ đỉnh đập 48m, $Q = 6500 \text{ m}^3/\text{s}$
6	8.10	1.41	▽ đỉnh đập 50m, $Q = 6500 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 2.4.3.3. Vận tốc dòng chảy ở hạ lưu đập

Như đã nêu trên, khi xả lũ thi công qua đập đá đổ, dòng chảy chảy trượt trên các bậc và đổ xuống hạ lưu đập tạo nước nhảy, mực nước dao động từ lòng sông (▽29m) đến hết bậc 5 (▽36.50m). Vùng này có vận tốc lớn nhất, kết quả xác định vận tốc dòng chảy với 2 cấp  $Q=4500 \text{ m}^3/\text{s}$  và  $6500 \text{ m}^3/\text{s}$  cho thấy: so với cao trình đỉnh đập 45m, thì cao trình 48 và 50m có vận tốc tăng thêm như sau:

- Với  $Q=4500 \text{ m}^3/\text{s}$

+ Cao trình đỉnh 48m vận tốc tăng thêm:

0.90m/s (11.20 và 12.10 m/s), khoảng 8%

+ Cao trình đỉnh 50m vận tốc tăng thêm: 2.65m/s (11.20 và 13.85 m/s), khoảng 19%

- Với  $Q=6500 \text{ m}^3/\text{s}$

+ Cao trình đỉnh 48m vận tốc tăng thêm: 2.04m/s (12.66 và 14.70 m/s), khoảng 14%

+ Cao trình đỉnh 50m vận tốc tăng thêm: 4.44m/s (12.66 và 17.10 m/s), khoảng 26%

Như vậy nếu chọn cao trình đỉnh ▽45m so với ▽50m thì gia cố giảm rất nhiều, vì ngoài vận tốc lớn tới 17.10 m/s còn chịu sự tác động của mực nước dao động, nước nhảy...

Đề chọn cao trình đỉnh hợp lý cần xem xét cả yếu tố dòng phun trên các bậc nước hạ lưu, nêu ở dưới đây.

#### 2.4.3.4. Chiều dài dòng phun trên bậc

Như đã nêu trên kết quả xác định dòng phun xa với 2 độ dài bậc là 2.25m và 4m cùng đỉnh đập  $\nabla 45\text{m}$  cho thấy: dòng chảy đều trượt ra ngoài bậc, nghĩa là không xuất hiện nước nhảy trên bậc (cho hiệu quả tiêu năng tốt nhất); nếu tạo nước nhảy thì bậc rất dài sẽ tốn kém.

Do đó cần chọn giải pháp gia cố vùng hạ lưu đập, vùng có vận tốc lớn nhất.

#### 2.4.4. Chọn hình thức công trình xả lũ thi công

##### 2.4.4.1. Chọn cao trình đỉnh đập

Qua kết quả nghiên cứu xác định cao trình đỉnh đập và dòng phun xa ở trên có thể rút ra nhận xét sau:

Chọn cao trình đỉnh đập 45m sẽ giảm đường kính đá học gia cố bảo vệ mặt đập, đảm bảo thi công thuận lợi và giảm giá thành vì khai thác đá thi công dễ dàng, không phải chọn lọc loại đá có đường kính lớn hơn 1m.

Mặt khác với cao trình đỉnh đập 45m, vận tốc ở vùng hạ lưu đập cũng nhỏ hơn, vật liệu gia cố cũng đơn giản hơn, rẻ hơn (có thể dùng khung thép bỏ đá...), nếu vận tốc dòng chảy lớn hơn 10 m/s phải dùng bê tông cốt thép tốn kém kinh phí.

Từ đánh giá về vận tốc dòng chảy tại một số vị trí chủ yếu: cuối đỉnh đập, hạ lưu đập... chọn cao trình đỉnh đập 45m để nghiên cứu các bước tiếp theo.

##### 2.4.4.2. Chọn chiều dài bậc nước.

Qua phân tích các thông số dòng phun xa với 2 bậc nước dài 2,25m và 4m cho thấy: Dòng chảy là dòng chảy trượt ngoài mũ bậc.

Do đó chọn chiều dài bậc 2.25m đảm bảo kinh tế kỹ thuật hơn vì bậc ngắn hơn 1.75m. Mặt

khác vận tốc ở các vị trí chủ yếu, nhất là hạ lưu đập tương tự nhau.

Gia cố bảo vệ vùng hạ lưu đập nhất là vùng mực nước dao động và chịu ảnh hưởng của nước nhảy.

Qua xem xét 2 thông số vận tốc và dòng phun xa chọn cao trình đỉnh đập 45m và chiều dài bậc là 2.25m để làm cơ sở nghiên cứu các bước tiếp theo.

## III KẾT LUẬN VÀ CÁC ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

### 3.1. Kết luận

Qua kết quả thí nghiệm mô hình lòng cứng với 3 cao trình đỉnh đập 50; 48 và 45m, độ dài bậc nước 2.25 m và 4m cho các cấp lưu lượng từ 1000-6500 m<sup>3</sup>/s có thể rút ra kết luận như sau:

1. Chọn cao trình đỉnh đập đá đổ đang thi công (đắp dờ)  $\nabla 45\text{m}$  để xả lũ thi công là hợp lý.
2. Chọn chiều dài bậc nước  $L=2.25\text{m}$  để gia công chế tạo các bậc nước bảo vệ hạ lưu đập.
3. Dùng đoạn đập đá đổ đang thi công có cao trình đỉnh 45m và bậc nước  $L=2.25\text{m}$  làm các thông số nghiên cứu cho các bước tiếp theo.

### 3.2. Những vấn đề cần nghiên cứu tiếp

Một số vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu như sau (Kết quả nghiên cứu các vấn đề này sẽ được trình bày trong các bài báo khác):

1. Cần nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình lòng mềm với các hình thức kết cấu gia cố khác nhau như: khung thép bỏ đá, tấm bê tông cốt thép ..bảo vệ mái hạ lưu đập;
2. Nghiên cứu với các trường hợp đề quai hạ lưu ổn định và bị phá vỡ khi xả lũ thi công;
3. Nghiên cứu kết cấu gia cố bảo vệ chân đập khi xả lũ thi công;
4. Nghiên cứu xác định các thông số thủy lực và kết cấu gia cố bảo vệ, nhất là 2 vai đập trên mô hình tổng thể.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Qui phạm tính toán thủy lực đập tràn QP.TL.C-8-76, Bộ thủy lợi năm 1977.
- [2]. X.V.IZBAS, thủy lực chặn dòng sông, NXB khoa học kỹ thuật năm 1974
- [3]. Viện Năng Lượng (2002), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình công trình thủy điện Tuyên Quang.
- [4]. Viện Khoa học Thủy lợi (2004), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình các công trình dẫn dòng và tuynen xả lũ công trình Cửa Đạt, Thanh Hóa.
- [5]. Trần Quốc Thương, (2005): Thí nghiệm mô hình thủy lực- NXB xây dựng, Hà Nội.
- [6]. Trần Quốc Thương (2008): Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước mã số 6-201J
- [7]. Giang Thư và nnk, Xả lũ thi công qua công trình xây dựng dở trong xây dựng các công trình thủy lợi, thủy điện. Tạp chí KH&CN thủy lợi - Viện KHTL VN số 4-2011.
- [8]. Giang Thư và nnk, Nghiên cứu thực nghiệm xả lũ thi công qua đập đá đổ đang thi công công trình thủy điện Tuyên Quang. Tạp chí KH&CN thủy lợi - Viện KHTL VN số 13-2013.
- [9] TCVN 9610: 2012, công trình thủy lợi – yêu cầu thiết kế dẫn dòng trong xây dựng..