

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP DÀM KHOÉT LỖ ĐÁY SO LE VÀ KẾT CẤU TIÊU NĂNG HỢP LÝ CHO CÔNG TRÌNH TRÀN XẢ LŨ ĐÁ HÀN, HÀ TĨNH

ThS. Đặng Thị Hồng Huệ

PGS.TS Lê Văn Nghị

KS. Nguyễn Tiến Hải

Phòng Thí nghiệm trọng điểm quốc gia về Động lực học sông biển

Tóm tắt: Bài báo trình bày tóm tắt một số kết quả nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình thủy lực xác định giải pháp dầm khoét lỗ đáy so le để triệt phá dòng xiên trên dốc nước và kết cấu tiêu năng hợp lý cho công trình tràn xả lũ Đá Hàn, tỉnh Hà Tĩnh.

Summary: This paper presents a summary of the experimental research results on hydraulic model defined staggered bottom hole channel bars solutions for destroying oblique line on the water slope and appropriate energy dissipation structures for the flood spillway Đá Hàn, Ha Tinh province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình đầu mối hệ thống thủy lợi Đá Hàn được xây dựng trên sông Rào Nô, thuộc địa phận xã Hoà Hải, huyện Hương Khê, tỉnh Hà Tĩnh.

Tràn xả lũ là công trình cấp III, thiết kế khác với các công trình tràn xả lũ thông thường tràn được phân làm 3 đoạn với hai bên là đập tràn tự do ở giữa là tràn có cửa van điều tiết. Nối tiếp sau tràn là dốc nước thu hẹp dần, cuối dốc nước là đoạn cong chuyển tiếp nối với bể tiêu năng đáy. Quy mô và các thông số công trình tràn xả lũ

- Lưu lượng lũ thiết kế: $Q_k = 1742,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Lưu lượng lũ kiểm tra: $Q_k = 2038,0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Cột nước thiết kế: $H_k = 4,44 \text{ m}$. Cột nước kiểm tra: $H_k = 4,50 \text{ m}$.
- Cao trình ngưỡng tràn tự do: 38,36 m. Cao trình ngưỡng tràn có cửa: 34,0 m.
- Chiều rộng tràn tự do: 65,0 m. Chiều rộng tràn có cửa: 12,0 m.
- Chiều dài dốc nước: 25,0 m. Chiều rộng dốc nước: 47,2 m đến 49,2 m.
- Chiều dài đoạn chuyển tiếp: 20,0 m.
- Chiều dài bể tiêu năng: 50,0 m. Cao trình đáy bể tiêu năng 17,0 m.
- Cao trình đỉnh tường bể tiêu năng: 29,0 m. Chiều sâu bể tiêu năng 3,50 m.
- Cao trình đáy kênh hạ lưu sau bể: 20,50 m.

Địa chất công trình: Nền thân đập tràn, dốc nước, đáy bể tiêu năng và đáy kênh hạ lưu đặt trên nền mềm yếu là đất sét bột kết phong hóa mạnh đến phong hóa vừa màu xám vàng xám nâu, tím gu lẫn xám xanh. Cấu tạo phân lớp mỏng, đá mềm, cường độ kháng nén khô $12,75 \text{ kg/cm}^2 \approx 43,10 \text{ kg/cm}^2$, cường độ kháng kéo từ $3,20 \times 10^{-5} \approx 4,37 \times 10^{-5} \text{ (cm/s)}$

Giai đoạn 1 công trình đã thí nghiệm phương án thiết kế tiêu năng bằng dòng phun. Tuy nhiên do địa chất tại tuyến tràn không tốt so với tài liệu khảo sát ban đầu nên phương án tiêu năng bằng dòng phun không được áp dụng và được cấp quyết định đầu tư cho phép thay đổi sang phương án tiêu năng đáy để đảm bảo ổn định cho công trình.

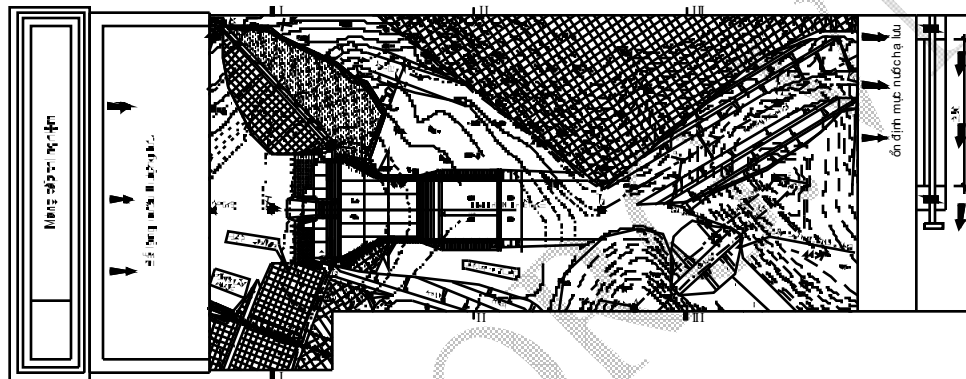
Với điều kiện làm việc của tràn xả lũ Đá Hàn có ảnh hưởng lớn tới chế độ thủy lực dòng chảy, khả năng tháo, tác động của trường lưu tốc và áp lực trên tràn, biên và kết cấu nối tiếp, kết cấu tiêu năng hạ lưu, diễn biến ổn định kênh dẫn hạ lưu... bằng lý thuyết không thể tính toán một cách chính xác được. Vì vậy mô hình thủy lực tràn xả lũ Đá Hàn được nghiên cứu

để chính xác hoá các thông số công trình. Trong phạm vi của bài báo chúng tôi chỉ đề cập tới việc lựa chọn giải pháp bố trí đầm khoét lỗ đáy so le để triệt phá dòng xiên trên dốc nước và kết cấu tiêu năng hợp lý đảm bảo công trình làm việc an toàn hiệu quả.

2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Thiết kế và xây dựng mô hình

Mô hình thủy lực tràn xả lũ Đá Hàn được thiết kế theo tiêu chuẩn Froude. Mô hình được xây dựng là mô hình tổng thể chính thái lòng cứng tỷ lệ 1/50. Kiểm tra điều kiện tương tự với $(Q, H)_{min}$ cho kết quả số Reynolds trong mô hình $Re_m=415945 > Re_{gh}=10^4$, như vậy mô hình đã chọn đảm bảo các điều kiện tương tự về trạng thái thủy lực dòng chảy trên mô hình và nguyên hình. Phạm vi xây dựng mô hình gồm một phần lòng hồ, chiều dài tuyến tràn, bể tiêu năng, kênh xả hạ lưu kéo dài hết phạm vi mặt cắt xác định quan hệ $Q=f(Z_{ha})$, với tổng chiều dài 1000m, chiều rộng 420m; mô hình với tỷ lệ $\lambda_L=50$ được xây dựng với kích thước $B \times H \times L = (8,5 \times 1,0 \times 20)m$ - hình 1 và hình 2.



Hình 1: Mặt bằng bố trí tổng thể mô hình vật lý tràn xả lũ Đà Hàn



Hình 2: Mô hình tràn xả lũ Đá Hàn

2.2. Các chế độ lưu lượng và mực nước thí nghiệm mô hình

Trên mô hình được thí nghiệm với hai trường hợp: Tràn có cửa và tràn tự do cùng làm việc; Chỉ có tràn tự do làm việc.

Các tổ hợp lưu lượng và mực nước tương ứng các trường hợp thí nghiệm như bảng 1.

Bảng 1: Bảng các chế độ xả lũ thí nghiệm trên mô hình.

TT	Q(m ³ /s)	H _{Tr} (m)	Z _{TL} (m)	Ghi chú
1	2038	5,05	43,41	(1) Trường hợp tràn có cửa mở (cả tràn có cửa và tràn tự do cùng làm việc)
2	1742	4,44	42,80	
3	1400	3,70	42,06	
4	1100	3,07	41,43	
5	800	2,35	40,71	
6	500	1,57	39,93	
7	138	1,00	39,36	(2) Trường hợp tràn có cửa đóng (chỉ có tràn tự do làm việc)

Trên mô hình nghiên cứu cả hai chế độ xả lũ của tràn, tuy nhiên khi tràn có cửa đóng lưu lượng qua tràn tự do nhỏ với chế độ thủy lực dòng chảy, nối tiếp tiêu năng hạ lưu đều tốt, vì vậy trong phạm vi bài báo chỉ nêu trường hợp cả tràn có cửa và tràn tự do cùng làm việc.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm phương án thiết kế

a. Về khả năng tháo của công trình

Khả năng xả lũ của tràn Đá Hàn đảm bảo yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế công trình phù hợp với kết quả thí nghiệm phương án thí nghiệm tiêu năng bằng dòng phun.

b. Về tình hình thủy lực

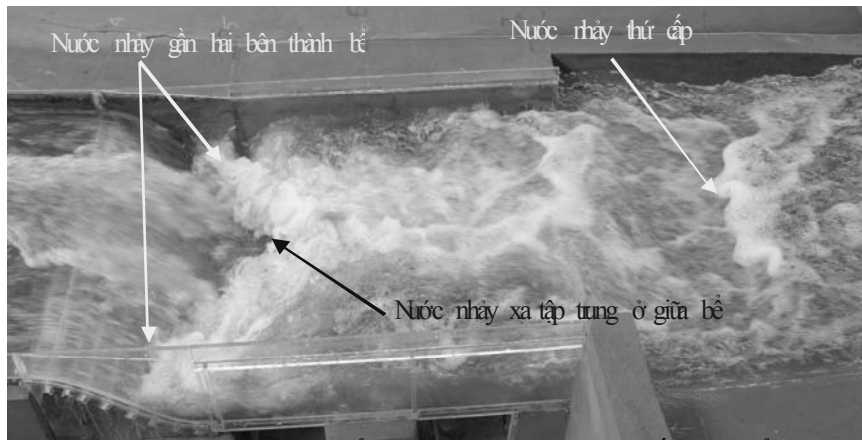
- Dòng chảy từ lòng hồ qua hai đoạn tràn tự do đổ xuống đầu dốc nước, do tường hai bên bị thu hẹp nên khi tràn xả lũ dòng chảy va đập vào thành bên đoạn đầu dốc bị thu hẹp sinh ra hai dải sóng xiên. Hai dải sóng này chảy gần đến cuối dốc gặp nhau hình thành giao thoa và chụm lại thành một dải sóng cao ở gần cuối dốc nước với chiều cao các ngọn sóng $h_s = 5,0m \div 7,0m$ và cách đuôi dốc nước từ 9,0m đến 15,0m trước khi đổ xuống bể tiêu năng - hình 3.



Hình 3: Dòng chảy xiên và dải sóng trên dốc nước - PAIK.

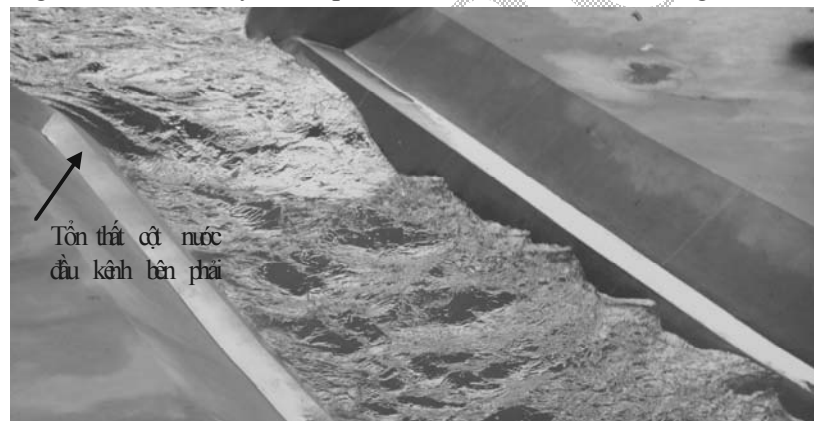
- Tại bể tiêu năng: Do hình thành hai dải sóng xiên trên dốc nên phân bố lưu tốc và độ sâu dòng chảy trên dốc nước không đều trên mặt cắt ngang, điều này dẫn đến phân bố lưu lượng đơn vị ở cuối dốc không đều và ảnh hưởng tới dạng nước nhảy ở trong bể tiêu năng

nước nhảy gần ở hai bên thành bể, nước nhảy xa tập trung ở giữa bể, đồng thời tồn tại hiện tượng nước nhảy thứ cấp dạng nước nhảy sóng trên sân sau bể tiêu năng, xem hình 4.



Hình 4: Nước nhảy trong bể tiêu năng và nhảy thứ cấp sau bể - PATK

- Trên kênh xả hạ lưu: Nối tiếp sau bể dòng chảy đổ ra kênh xả để đưa nước nhập vào sông Rào Nổ, khi đến mặt cắt đầu kênh xả đoạn thứ hai do ảnh hưởng thu hẹp của đầu bờ kênh bên phải hình thành nước đổ từ đầu kênh xuống mái kênh, độ chênh lệch cột nước đổ từ 3,5m đến 4,0m, trong kênh dòng chảy xiết theo dạng sóng - xem hình 5. Các thông số của nước nhảy trong bể và nước nhảy thứ cấp ở đầu đoạn kênh xả như bảng 2.



Hình 5: Nước nhảy dạng sóng đầu kênh đoạn 2 - PATK

Bảng 2: Bảng các thông số nước nhảy - PATK

Thứ tự	$Q_{xả}$ (m^3/s)	Nước nhảy trong bể tiêu năng		Nước nhảy thứ cấp sau bể	
		Chiều dài nước nhảy L_m (m)	Ghi chú	Chiều dài nước nhảy L_{nn} (m)	Ghi chú
1	2038	30,00	nước nhảy xa	25,00	nước nhảy dạng sóng
2	1742	23,50		25,00	
3	1400	23,00	nước nhảy chính quy	23,00	
4	1100	23,00		41,00	
5	800	25,00	nước nhảy gần	45,00	
6	500	25,00		50,00	

c. Về lưu tốc dòng chảy

Kết quả thí nghiệm về lưu tốc dòng chảy tại các vị trí khi tràn xả lũ như trong bảng 3.

Bảng 3: Giá trị lưu tốc trung bình tại một số vị trí công trình - PATK

TT	Giá trị Vtb (m/s)	Vị trí công trình	Ghi chú
1	10,0÷11,50	Đầu dốc nước	
2	12,0÷14,5	Mặt cắt ngang cuối dốc nước	
3	15,0÷18,0	Đầu bể tiêu năng	
4	6,0÷10,0	Bể tiêu năng Hai luồng dòng chảy đáy hai bên thành bể	
5	11,0÷14,0	Bể tiêu năng: Luồng dòng đáy ở phần giữa bể tiêu năng (tim tuyến),	do ảnh hưởng của dòng chảy tập trung từ cuối dốc nước đổ xuống
6	4,50÷5,50	Cuối bể tiêu năng	
7	8,5÷10,0	Đầu kênh xả thứ nhất	dòng xiết nhất ở giữa tim của tuyến kênh
8	$V_{\text{đáy}} \approx 4,0 \div 7,0;$ $V_{\text{mái}} \approx 5,0 \div 7,5$	Đầu kênh xả thứ hai	
9	$V_{\text{đáy}} \approx 5,8 \div 9,0;$ $V_{\text{mái}} \approx 5,8 \div 8,8.$	Tại giữa đoạn kênh thứ hai	
10	$V_{\text{đáy}} \approx 3,0 \div 6,0;$ $V_{\text{mái}} \approx 4,0 \div 7,9.$	Cuối kênh xả thứ hai	

c. Sóng hai bên bờ công trình

Do mực nước hạ lưu đầu kênh xả thấp và có hiện tượng nước nhảy thứ cấp nên dao động sóng hai bên bờ kênh xả khá lớn, dao động sóng tại một số vị trí công trình như sau:

- Cuối dốc nước : $hs = 1,2 \div 2,5m.$
- Đầu bể tiêu năng: $hs = 1,2 \div 2,5m.$
- Cuối bể tiêu năng: $hs = 1,2 \div 2,5m.$
- Giữa đoạn kênh xả thứ nhất: $hs = 1,5 \div 2,5m.$
- Đầu đoạn kênh xả thứ hai: $hs = 1,3 \div 2,5m.$
- Mái đập phụ bên bờ phải: $hs = 1,2 \div 2,0m.$

3.2. Nhận xét về phương án thiết kế

Từ kết quả thí nghiệm mô hình phương án thiết kế cho nhận xét:

- Chế độ thủy lực dòng chảy sau tràn khá phức tạp, trên dốc nước do xuất hiện các giao thoa tạo ra phân bố lưu lượng đơn vị không đều đổ xuống bể tiêu năng nên hình thành hai loại nước nhảy đó là:

- Dạng nước nhảy gần ở hai bên thành bể.
- Dạng nước nhảy xa tập trung ở giữa bể.

- Nối tiếp dòng chảy cuối bể tiêu năng và kênh xả hạ lưu là nước nhảy thứ cấp dạng sóng, giá trị lưu tốc khá lớn nên lòng kênh là lớp địa chất có cường độ kháng nén và kháng cắt thấp, là loại đá mềm dễ gây ra xói lở đáy và mái kênh.

- Dao động sóng hai bên bờ kênh xả khá lớn, chiều cao sóng $hs = 2,0m$ đến $2,5m.$

- Dòng chảy ở đầu và giữa đoạn kênh thứ hai là dòng chảy xiết với giá trị lưu tốc trung bình từ $8.5 \div 9.0m/s$ sẽ gây xói cục bộ đáy và mái kênh.

Những hiện tượng thủy lực nêu trên đều gây bất lợi cho công trình khi vận hành do vậy cần nghiên cứu thí nghiệm mô hình để đề xuất giải pháp khắc phục.

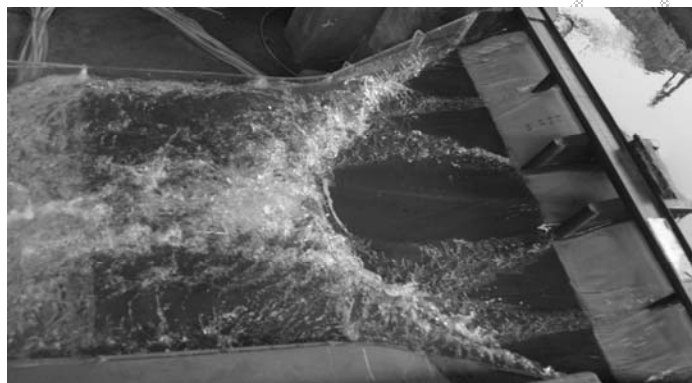
3.3 Nghiên cứu chọn phương án kết cấu tiêu năng hợp lý

Với 4 hiện tượng về thủy lực bất lợi đã nêu ở trên, nhóm nghiên cứu mô hình đề xuất một số phương án kết cấu công trình để nghiên cứu trên cơ sở đó chọn ra được phương án phù hợp

3.3.1. Phương án kết cấu 1:

Với mục đích phân bố lại dòng chảy trên dốc nước sử dụng giải kết cấu ngưỡng phân dòng, được bố trí trên dốc nước ở cuối đoạn tường thu hẹp để phân bố lại dòng chảy sau tràn khi bắt đầu đổ xuống dốc nước và bể tiêu năng.

Với phương án kết cấu 1: Ngưỡng cao 1,25m, dài 49,2m, rộng 1,0m, kết quả mô hình cho thấy: tác dụng của ngưỡng trên dốc nước có hiệu quả đáng kể đã phân bố dòng chảy trước khi đổ xuống bể tiêu năng - hình 6, tuy nhiên sau bể vẫn tồn tại nước nhảy thứ cấp và dòng chảy còn xiết với lưu tốc lớn, do đó hiệu quả tiêu năng cũng không cải thiện được nhiều so với phương án thiết kế.



Hình 6: ngưỡng phân bố lại dòng chảy trên dốc nước

3.3.2. Phương án kết cấu 2:

Với mục đích triệt tiêu nước nhảy thứ cấp tại đầu kênh xả, cần phải tạo được mực nước ở đầu kênh xả hạ lưu bằng hoặc xấp xỉ với độ sâu nước nhảy liên hiệp ở cuối bể tiêu năng, tức là $h_c'' = h_{\text{kênh}}$.

Phương án kết cấu 2: Bố trí ngưỡng cao 1,25m trên dốc nước và nâng đáy kênh xả đoạn thứ hai lên cao trình +21,0m.

Kết quả: ngưỡng phân dòng trên dốc nước đã khắc phục được hiện tượng sóng giao thoa và dòng chảy chum trên dốc nước, phân bố lại dòng chảy với độ sâu khá đều ở cuối dốc trước khi đổ xuống bể tiêu năng. Việc nâng đáy kênh đoạn thứ hai lên cao trình +21,0m có tác dụng nâng mực nước ở đầu kênh xấp xỉ bằng cao độ mực nước tại cuối bể, đã khắc phục được hiện tượng nước nhảy thứ cấp dạng sóng tại đầu kênh xả, giảm nhẹ được dao động sóng ở đoạn kênh này. Tại vị trí cuối bể tiêu năng và đoạn kênh xả thứ nhất dòng chảy với giá trị lưu tốc nhỏ nhưng chiều dài nước nhảy còn lớn $L_{\text{nn}} = 42 \div 50\text{m}$, vì vậy cần nghiên cứu giải pháp tiêu năng phụ để có thể rút ngắn được chiều dài bể một cách hợp lý.

3.3.3. Phương án kết cấu 3:

Nội dung phương án kết cấu 3:

- Bố trí ngưỡng cao 1,25m trên dốc.
- Nâng đáy kênh đoạn thứ hai lên cao trình +21,0m.

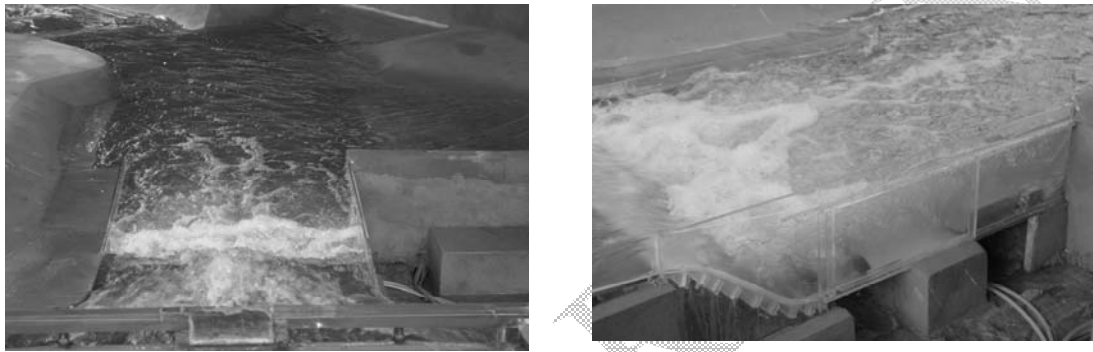
- Bố trí hai hàng mố tiêu năng phụ ở đầu bể tiêu năng mố cao 2m; hàng thứ nhất gồm 9 mố hàng thứ hai 10 mố bố trí so le và cách hàng thứ nhất 5m.

- Rút ngắn bể tiêu năng 20m;

Kết quả phương án kết cấu 3 đã khắc phục các bất lợi của phương án thiết kế như sau:

- Thứ nhất bố trí ngưỡng trên dốc nước có hiệu quả rõ với việc phân bố lại dòng chảy trên dốc nước trước khi đổ xuống bể tiêu năng.

- Thứ hai nâng cao trình đáy kênh đoạn thứ hai tới cao trình +21,0m đồng thời kết hợp bố trí thiết bị tiêu năng phụ là hai hàng mố trong bể tiêu năng, kết quả dòng chảy từ dốc nước đổ xuống bể tiêu năng va vào hai hàng mố trong bể có tác dụng tiêu hao năng lượng, nước nhảy nằm hoàn toàn trong phạm vi bể tiêu năng là tiền đề để rút ngắn chiều dài bể tiêu năng mà vẫn đảm bảo chế độ thủy lực dòng chảy ổn định, không còn hiện tượng nước nhảy thứ cấp trên đoạn kênh xả hạ lưu ngay sau bể - *xem hình 7.*



Hình 7: Hình ảnh dòng chảy trên dốc nước và bể tiêu năng với phương án kết cấu 3.

3.3.4. Phương án kết cấu đề nghị:

Qua nghiên cứu các phương án trên mô hình cho thấy: tác dụng ngưỡng trên dốc nước có hiệu quả đáng kể đối với việc phân bố dòng chảy trên dốc nước, phân bố lại lưu lượng đơn vị trên dốc nước trước khi đổ xuống bể tiêu năng. Tuy nhiên với phương án bố trí ngưỡng (dạng dầm) trên dốc nước khi tràn mới bắt đầu xả lũ (hoặc khi xả lưu lượng nhỏ) có hiện tượng dòng phóng lên cao hình thành các lưỡi nước và rơi xuống phía sau ngưỡng, còn khi xả với lưu lượng lớn hiệu quả phân bố dòng chảy phụ thuộc vào chiều cao ngưỡng, như vậy chiều cao ngưỡng có tác dụng tốt khi xả lưu lượng lớn sẽ bất lợi khi lưu lượng nhỏ, qua nghiên cứu các phương án trên mô hình nhóm nghiên cứu kiến nghị bố trí ngưỡng có khoét lỗ đáy so le.

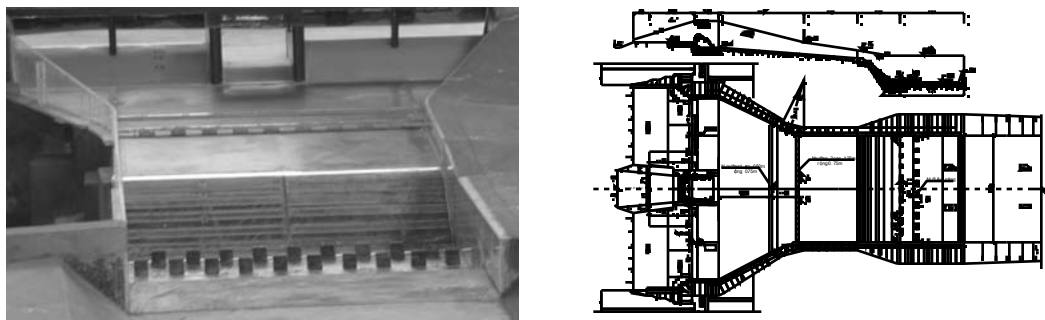
Kết cấu phương án kiến nghị sử dụng cho công trình tràn xả lũ Đá Hàn - hình 8, hình 9.

- Trên dốc nước: Bố trí hai ngưỡng (dạng dầm) ngưỡng thứ nhất cao 0,50m sau tràn 24m; ngưỡng thứ hai cách ngưỡng thứ nhất 12m, ngưỡng cao 1.25m dạng dầm khoét lỗ đáy so le, các lỗ đáy có kích thước $b \times h = (2,5 \times 0,5)m$, khoảng cách các lỗ 2.5m;

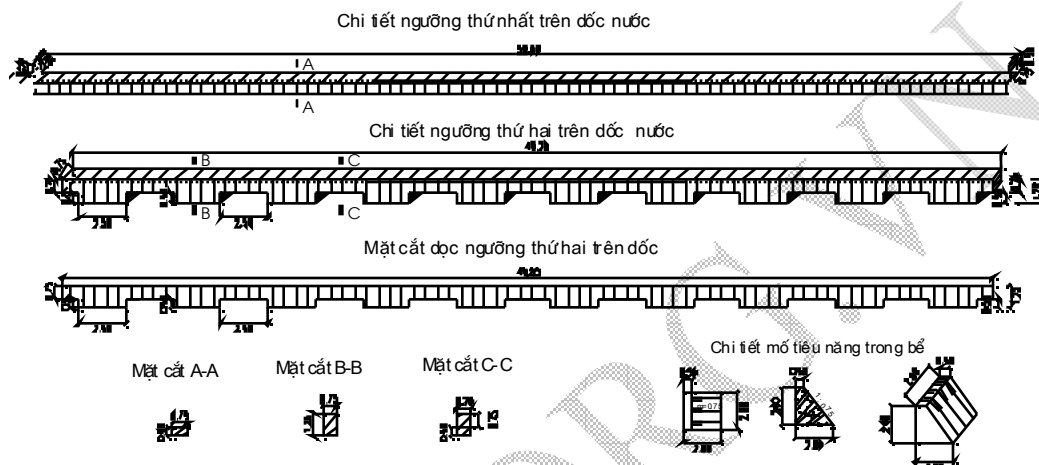
- Tại bể tiêu năng bố trí hai hàng mố đặt so le nhau Hàng thứ nhất đặt ở vị trí đầu bể tiêu năng gồm 9 mố, hàng mố thứ hai đặt cách hàng mố thứ nhất là 5m gồm 10 mố. Các mố hình thang cao 2m; chiều rộng mố 2,0m, các mố trên 1 hàng cách nhau 2m.

- Chiều dài bể tiêu năng là 30m (rút ngắn bể đi 20m so với PATK).

- Nâng đáy kênh đoạn thứ hai lên cao trình +21m.



Hình 8: Kết cấu phương án kiến nghị



Hình 9: Chi tiết kết cấu các dầm và bố trí trong bể tiêu năng

Kết quả: Hai ngưỡng đặt trên dốc nước đã điều chỉnh lại phân bố dòng chảy nên độ sâu dòng chảy đổ xuống cuối dốc tương đối đều. Khi xả lũ với lưu lượng nhỏ dòng chảy sau khi va vào ngưỡng thứ nhất được phân tán một phần rồi tiếp tục tới ngưỡng thứ hai dòng chảy được phân tán khá đều và lưới nước trên ngưỡng cũng đã giảm. Phần dòng chảy đáy được chảy qua các lỗ khoét so le ở đáy dầm đã có tác dụng khắc phục hiện tượng dòng phóng lên cao do gặp dầm chắn khi xả lưu lượng nhỏ, đồng thời dòng chảy qua lỗ đáy tạo thành lớp nước đệm sau ngưỡng tiêu hao một phần năng lượng dòng chảy. Do dòng chảy phân tán đều trên dốc nước nên chênh lệch về độ sâu dòng chảy giữa dốc và hai bên dốc giảm 50%÷65%, chênh lệch giá trị lưu tốc cuối dốc tại vị trí ở giữa và hai bên cũng giảm từ 1.6 lần xuống 1.2 lần, chế độ thủy lực dòng chảy trong bể tiêu năng ổn định, chiều dài nước nhảy dọc theo vị trí luồng phóng giữa tim tuyến giảm 25%÷35%, kết quả về độ sâu dòng chảy trên dốc nước và giá trị lưu tốc dòng chảy xem các bảng 4 và bảng 5.

Bảng 4: Độ sâu dòng chảy trên ngưỡng và cuối dốc.

$Q_{xả}$ (m^3/s)	Vị trí công trình	Độ sâu dòng chảy trên ngưỡng và cuối dốc h(m)					Ghi chú
		TI ₁ (trái)	TI ₂	TI ₃	TI ₄	TI ₅ (phải)	
2038	Trên ngưỡng 1	5,30	3,25	2,0	3,25	5,30	Các thủy trực đo từ 1 đến 5 tính từ bờ trái sang bờ
	Trên ngưỡng 2	4,25	5,25	2,5	5,25	4,25	
	Cuối dốc	3,75	3,0	5,25	3,0	5,25	
1742	Trên ngưỡng 1	4,50	3,25	1,9	3,25	4,50	
	Trên ngưỡng 2	4,25	5,0	2,5	5,0	4,25	
	Cuối dốc	2,50	3,0	4,0	3,0	2,5	

1400	Trên ngưỡng 1	3,75	2,0	1,5	2,0	3,75	phải, chia đều trên mặt cắt ngang công trình
	Trên ngưỡng 2	4,0	4,5	2,0	4,5	4,0	
1100	Cuối dốc	2,5	2,0	3,5	2,0	2,5	
	Trên ngưỡng 1	3,0	2,0	1,5	2,0	3,0	
	Trên ngưỡng 2	4,0	1,75	1,75	1,75	4,0	
	Cuối dốc	2,5	2,0	3,0	2,0	2,5	

Bảng 5: So sánh giá trị lưu tốc trung bình dòng chảy tại một số vị trí $V_{tb}(m/s)$.

TT	Phương án thiết kế	Phương án kiến nghị	Vị trí công trình
1	10,0÷11,50	10,2÷11,5	Đầu dốc nước
2	12,0÷14,5	10,2 ÷ 13,9	Mặt cắt ngang cuối dốc nước
3	15,0÷18,0	5,5 ÷ 10,3	Đầu bể tiêu năng
4	6,0÷10,0	3,4÷8,2	Bể tiêu năng: Hai luồng dòng chảy đáy hai bên thành bể
5	11,0÷14,0	2,8÷8,2	Bể tiêu năng: Luồng dòng chảy ở phân giữa bể tiêu năng (tim tuyến),
6	4,50÷5,5	3,7÷5,7	Cuối bể tiêu năng
7	8,5÷10,0	3,20÷6,0	Đầu kênh xả thứ nhất
8	$V_{đáy} \approx 4,0 \div 7,0$; $V_{mái} \approx 5,0 \div 7,5$	$V_{đáy} \approx 3,8 \div 5,5$; $V_{mái} \approx 2,6 \div 4,5$	Đầu kênh xả thứ hai
9	$V_{đáy} \approx 5,8 \div 9,0$; $V_{mái} \approx 5,8 \div 8,8$	$V_{đáy} \approx 6,3 \div 8,7$; $V_{mái} \approx 6,3 \div 8,0$	Tại giữa đoạn kênh thứ hai

Chế độ nối tiếp: Nối tiếp dòng chảy sau dốc nước là nước nhảy ngập trong bể tiêu năng, vị trí đầu nước nhảy đã đẩy lùi vào đoạn cong chuyển tiếp, tác dụng của hai hàng mố trong bể tiêu năng đã tiêu hao thêm một phần năng lượng dòng chảy, do đó mặc dù rút ngắn bớt chiều dài bể tiêu năng nhưng trong bể tiêu năng vẫn là nước nhảy hoàn chỉnh và nằm chọn trong phạm vi chiều dài bể, bảng 6.

Bảng 6: Các thông số của nước nhảy

TT	$Q_{3/5}$ (m^3/s)	$Z_{TL}(m)$	$Z_{HL} 13-13$ (m)	Các thông số nước nhảy			Ghi chú
				h_c' (m)	h_c'' (m)	L_m (m)	
1	2038	43,38	27,42	3,25	14,0	40,0	Nước nhảy lùi vào chân đoạn cong chuyển tiếp từ 10m đến 11,0m
2	1742	42,76	26,87	2,75	13,5	38,0	
3	1400	42,05	26,47	2,0	11,5	35,0	
4	1100	41,40	25,87	1,50	9,5	32,0	
5	800	40,69	24,47	1,25	9,0	30,0	

Nối tiếp với hạ lưu sau bể tiêu năng không còn hiện tượng nước nhảy thứ cấp, ở kênh xả sau bể tiêu năng là dòng chảy êm, chiều cao dao động sóng trong kênh giảm, xem hình 10.



Hình 10: Phân bố dòng chảy trên dốc nước, bể tiêu năng và kênh xả hạ lưu- PA kiến nghị

4. KẾT LUẬN

- Bố trí ngưỡng (dầm ngang) trên dốc nước có tác dụng triệt tiêu dòng chảy xiên trên dốc nước, phân bố lại lưu lượng đơn vị trên dốc trước đồng thời tiêu hao bớt một phần năng lượng trước khi dòng chảy đổ xuống bể tiêu năng, tuy nhiên khi xả lũ với lưu lượng nhỏ dòng chảy va vào dầm phóng cao lên tạo thành lưỡi nước và rơi xuống phía sau ngưỡng

- Với giải pháp ngưỡng khoét lỗ đáy so le có tác dụng khắc phục hiện tượng dòng phóng lên cao, dòng chảy từ tràn đổ xuống khi gặp ngưỡng một phần lưu lượng (dòng chảy đáy) được chảy qua các lỗ khoét so le ở đáy dầm, đồng thời dòng chảy qua lỗ đáy tạo thành lớp nước đệm sau ngưỡng có tác dụng tiêu hao thêm một phần năng lượng dòng chảy. Sau ngưỡng dòng chảy được phân tán đều trên mặt cắt ngang dốc nước làm giảm xoáy cuộn ở hai bên bể tiêu năng, góp phần tăng khả năng làm việc ổn định của công trình.

- Bố trí hai hàng mô tiêu năng ở đầu bể tiêu năng có tác dụng đẩy lùi nước nhảy tiến sâu thêm vào đoạn cong chuyển tiếp vừa tiêu hao thêm năng lượng và đảm bảo nước nhảy hoàn chỉnh trong phạm vi chiều dài của bể, là tiền đề rút ngắn chiều dài bể.

- Nâng đáy kênh xả hạ lưu đến cao trình +21,0m đã triệt tiêu được hiện tượng nước nhảy thứ cấp, trên kênh xả hạ lưu dòng chảy êm, mực nước hạ lưu và mực nước trong bể tiêu năng ổn định, chiều cao sóng hai bờ giảm còn 0,75m±1,00m, đồng thời việc nâng cao đáy kênh đã giảm được khối lượng thi công đào đáy kênh.

Như vậy với phương án kiến nghị áp dụng cho công trình tràn xả lũ Đá Hàn chế độ thủy lực dòng chảy và nối tiếp hạ lưu thuận, nước nhảy ổn định trong bể tiêu năng, đồng thời giảm được kích thước kết cấu tiêu năng giảm khối lượng gia cố kênh xả hạ lưu và khối lượng thi công, đảm bảo công trình làm việc an toàn và hiệu quả về kinh tế, phương án kiến nghị được tư vấn thiết kế áp dụng và đã được thi công cho công trình tràn xả lũ Đá Hàn - Hà Tĩnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ Đá Hàn tỉnh Hà Tĩnh (phương án tiêu năng đáy), năm 2010.
- [2]. Nguyễn Văn Cung, Nguyễn Văn Đăng, Ngô Trí Viêng - Công trình tháo lũ trong đầu mối hệ thống thủy lợi. NXB Khoa học và kỹ thuật. Hà nội, năm 1977.
- [3]. P.G Kixelep và các tác giả khác - Sổ tay Thủy lực (*Bản dịch tiếng Việt*). NXB “Cầu vồng” - Matxcova, năm 1988.
- [4]. Quy phạm thiết kế của Trung Quốc (*Sổ tay thiết kế thủy công SL-259*)

Người phân biện: PGS.TS Trần Quốc Thường