

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MŨI PHUN HỢP LÝ CHO TRÀN XẢ LŨ SÔNG BUNG 4

TS. Nguyễn Quang Cường

Trường Đại học Thủy lợi

PGS. TS. Trần Quốc Thương

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

KS. Nguyễn Thị Hương Giang

Cao học Đại học Thủy lợi khoá 17

Tóm tắt: Tràn xả lũ thủy điện sông Bung 4 có tỷ lưu lớn, hạ lưu tràn là một đoạn sông cong, có đường giao thông và dân sinh sống ở bờ trái. Do đó việc nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực lựa chọn kết cấu mũi phun tràn để giảm xói lở và gia cố hạ lưu là cần thiết.

Bài viết nêu tóm tắt kết quả nghiên cứu thực nghiệm, chọn kết cấu mũi phun hợp lý cho tràn xả lũ thủy điện Sông Bung 4 – Quảng Nam.

I. MỞ ĐẦU

Sông Bung là một nhánh của sông Vu Gia, nằm trong tỉnh Quảng Nam thuộc miền Trung Việt Nam. Diện tích lưu vực tính đến tuyến đập Sông Bung 4 là 1477km², chiều dài dòng sông chính khoảng 106.6km. Vị trí của tuyến công trình nằm trên địa bàn xã Tà Bhing và xã ZuôiH và một phần thuộc địa bàn xã Chà Vải thuộc

huyện Nam Giang tỉnh Quảng Nam, cách thành phố Đà Nẵng khoảng 75km về hướng Tây Nam.

1. Các chỉ tiêu thiết kế chủ yếu

- Cấp công trình: Cấp I
- Tần suất lưu lượng lũ thiết kế: P=0.10%
- Tần suất lưu lượng lũ kiểm tra: P=0.02%
- Công suất lắp máy: 156.0MW

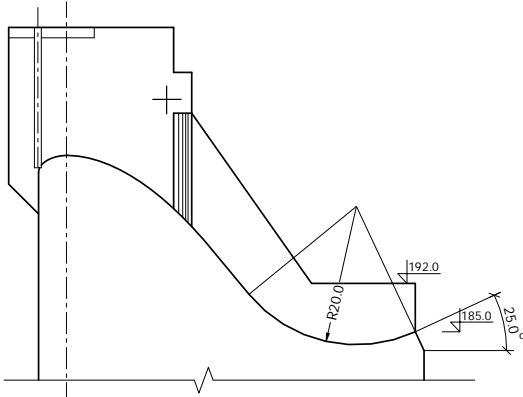
2. Các thông số kỹ thuật của dự án

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
I	Hồ chứa		
1	Mực nước dâng bình thường (MNDBT)	m	222.50
2	Mực nước kiểm tra (P=0.02%)	m	228.11
3	Mực nước thiết kế (P=0.1%)	m	225.82
4	Mực nước chết (MNC)	m	195.00
5	Dung tích toán bộ V _h	10 ⁶ m ³	493.30
6	Dung tích chết V _c	10 ⁶ m ³	172.60
7	Dung tích hữu ích V _{hi}	10 ⁶ m ³	320.70
II	Đập ngăn sông		
A	<i>Đập bê tông không tràn nước</i>		
1	Kết cấu đập ngăn sông		Đập BTĐL đầm lán toàn mặt cắt
2	Cao trình đỉnh đập	m	229.00
3	Chiều cao đập lớn nhất	m	112.00
4	Chiều rộng đỉnh đập	m	10.00
B	<i>Đập bê tông tràn nước</i>		
	Tràn xả mặt		
1	Hình thức mặt cắt đập tràn		Tràn thực dụng
2	Số cửa xả mặt	Cửa	6
3	Kích thước cửa (BxH)	m	12.0x16.0
4	Cao trình ngưỡng tràn	m	210.50
5	Chiều rộng tràn nước	m	72.00

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
6	Chiều rộng tràn kể cả trụ pin	m	87.00
7	Lưu lượng xả		
8	$Q_{xả}(0.02\%)$	m^3/s	10798
9	$Q_{xả}(0.1\%)$	m^3/s	8602

3. Kết cấu mũi phun theo thiết kế ban đầu (hình 1)

Đập tràn đặt trên đập bê tông ở giữa lòng sông có mũi hắt liên tục $\theta=25^\circ$, bán kính cong ngược $R=20.0m$.



Hình 1: Cắt dọc tràn (Phương án thiết kế ban đầu)

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Mô hình hóa

Để nghiên cứu tình hình thủy lực khi xả lũ qua tràn, đã xây dựng mô hình lòng cứng, chính thái với tỷ lệ 1/80. Theo tiêu chuẩn tương tự về trọng lực (Froude), phạm vi mô hình $14 \times 22m^2$.

Các vật liệu được chọn phải đảm bảo được tương tự về nhám trên các bề mặt kết cấu công trình tiếp xúc với nước. Trong xây dựng mô hình, chúng tôi chia ra 2 loại nhám chính để chọn vật liệu:

- Đối với mặt bê tông rất nhẵn, chất lượng thi công cao như mặt đập tràn, cửa van, trụ pin... thì ở mô hình dùng kính hữu cơ và tôn phun sơn nhẵn có $n_m \approx 0.007 \div 0.009$.

- Đối với kênh đào trong đá, lòng sông trong tự nhiên... vật liệu trong mô hình $n_m \approx 0.014 \div 0.017$, dùng vữa trát xi măng cát mịn được đánh bóng hay để bình thường tùy từng vị trí.

2. Kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu

Thí nghiệm tràn xả lũ thủy điện Sông Bung 4 gồm nhiều nội dung, chúng tôi chỉ nêu những vấn

đề chính tới diễn biến thủy lực của tràn xả lũ.

Mô hình tiến hành thí nghiệm với 4 cấp lưu lượng xả $Q=5704 \div 10798m^3/s$. Kết quả xác định các thông số thủy lực chính nêu ở dưới đây.

a) Về vận tốc dòng chảy

Ứng với 4 cấp lưu lượng xả $5704 \div 10798m^3/s$, vận tốc dòng chảy ở một số vị trí chủ yếu như sau:

+ Vận tốc ở chân mũi phun:

$$V=17.40 \div 22.34m/s$$

+ Vận tốc ở đỉnh mũi phun:

$$V=17.40 \div 23.60m/s$$

+ Vận tốc ở đáy hố xói:

$$V=7.32 \div 12.96m/s$$

+ Vận tốc ở sau hố xói:

$$V=9.54 \div 12.26m/s$$

+ Vận tốc ở chân đường giao thông:

$$V=6.59 \div 13.32m/s$$

+ Vận tốc dòng vật bờ phải:

$$V=-3.69 \div -4.41m/s$$

+ Vận tốc ở chân đường giao thông:

$$V=-5.83 \div -9.97m/s$$

Khi xả lưu lượng lũ $Q=10798m^3/s$ thì vận tốc lớn nhất ở vùng mũi phun khoảng $V \approx 23.60m/s$. Trong qua trình xả lũ như trên thì vận tốc ở đáy hố xói còn đạt tới $V=13.0m/s$. Như vậy với đáy hố xói là lớp đá phong hóa sẽ bị xói sâu thêm. Tại vị trí chân đường giao thông bờ trái vận tốc dòng xoắn $V \approx -10.0m/s$ sẽ gây xói lở đường giao thông.

b) Về sóng ở hạ lưu

Khi xả lưu lượng lũ $Q=5074 \div 10798m^3/s$ dòng phun phóng xuống hố xói, năng lượng tiêu hao chưa được nhiều nên vẫn còn vận tốc dòng chảy lớn; sóng cao nhất là bờ trái, sóng leo lên mái đường giao thông đến $10.0 \div 12.0m$. Với sóng lớn như vậy sẽ gây xói lở 2 mái kênh, nhất là bờ trái.

Chiều cao sóng bờ phải (P) và bờ trái (T) ở hạ lưu công trình thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Chiều cao sóng ở hạ lưu (m)

Mặt cắt đo sóng	Q=10798m ³ /s		Q=8602m ³ /s		Q=6420m ³ /s		Q=5704m ³ /s	
	P	T	P	T	P	T	P	T
Đầu hồ xói	4.5	5.5	4.0	4.8	4.0	4.8	3.2	3.5
Giữa hồ xói	5.2	6.5	4.8	5.5	4.5	5.2	3.2	3.8
Cuối hồ xói	7.0	10.0	5.5	8.0	4.8	7.0	4.5	6.0
Đầu kênh xả	6.5	10.0	5.5	8.0	4.8	7.0	4.5	6.0
Giữa kênh xả	5.6	8.0	4.5	6.4	4.0	4.8	3.2	4.0
Đầu sông tự nhiên	5.5	7.0	4.5	5.6	4.0	4.5	2.4	2.4

c) Về chiều dài phun xa

Với 4 cấp lưu lượng xả lũ, chiều dài dòng phun xa ghi ở bảng 2.

Bảng 2. Chiều dài dòng phun xa

TT	Q _{xả} (m ³ /s)	Z _{TL} (m)	Z _{HL} (m)	L _{max} (m)	L _{min} (m)
1	10798	227.94	146.48	110.00	93.00
2	8602	225.63	143.59	105.00	91.00
3	6420	223.10	140.35	100.00	90.00
4	5704	222.28	139.19	97.00	85.00

d) Về hiệu quả tiêu năng

Từ kết quả đo đạc ở mô hình cho thấy, ứng với các cấp lưu lượng xả Q=5704÷10798m³/s, năng lượng tiêu hao qua mũi phun khoảng 44.30÷52.50%.

3. Kết quả thí nghiệm các phương án chọn kết cấu mũi phun

Theo kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu cho thấy, kết cấu mũi phun chưa đạt được hiệu quả tốt, vận tốc và sóng ở hạ lưu còn lớn gây ra xói lở hạ lưu tràn xả lũ nhất là đường giao thông bờ trái. Do đó, trên mô hình đã nghiên cứu ứng dụng loại mũi phun 2 tầng thay cho mũi phun liên tục.

Trên mô hình đã thí nghiệm 3 dạng mũi phun:

- Loại mũi thứ nhất có góc $\theta=16.5^\circ$, bán kính cong ngược R=17.0m, bố trí cách mép mũi phun là 2.40m. Bố trí 4 mũi nguyên và 2 mũi nửa.

- Loại mũi thứ hai có góc $\theta=16.5^\circ$, bán kính cong ngược R=22.0m, bố trí cách mép mũi phun là 2.40m. Bố trí 4 mũi nguyên và 2 mũi nửa.

- Loại mũi thứ ba có góc $\theta=16.5^\circ$, bán kính cong ngược R=17.0m, bố trí cách mép mũi phun là 2.40m. Bố trí 5 mũi nguyên.

Để chọn mũi phun hợp lý chúng tôi đo đạc một số thông số thủy lực chính nêu ở bảng 3 ứng với 1 cấp lưu lượng Q=6420m³/s.

Bảng 3. So sánh các thông số thủy lực chủ yếu

Thông số thủy lực	Loại mũi phun 1	Loại mũi phun 2	Loại mũi phun 3
\bar{V} mũi phun (m/s)	22.60	24.44	22.40
\bar{V} rãnh phun (m/s)	22.23	22.80	22.20
\bar{V} đáy hồ xói (m/s)	5.98	6.99	5.90
Tiêu hao năng lượng (%)	68.0	67	68.60
Chiều cao sóng h _s (m)	3.90	5.10	3.00
Dòng phun xa			
L _{max} (m)	92	92	93
L _{min} (m)	70	76	72

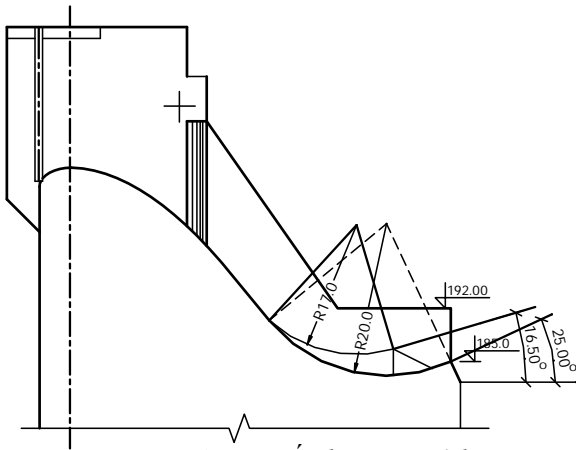
Qua so sánh các thông số thủy lực chính: Vận tốc, chiều cao sóng, chiều dài phun xa, tỷ lệ tiêu hao năng lượng dòng chảy chúng tôi thấy dạng mũi phun 3 cho các thông số thủy lực tốt hơn. Do đó chúng tôi chọn phương án mũi phun 3 làm phương án chọn kết cấu mũi phun cho tràn xả lũ Sông Bung 4.

4. Kết quả thí nghiệm phương án chọn (xem hình 2)

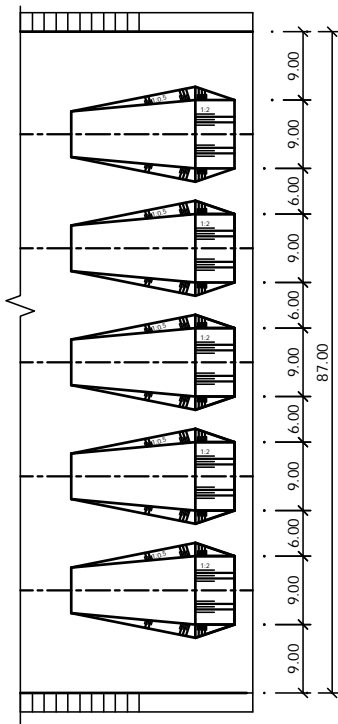
Kết cấu tiêu năng tràn xả lũ gồm có 1 hàng mũi và 1 mũi phun liên tục

Hàng mũi gồm 5 mũi phun, bố trí cách nhau 6.0m, cách mép ngoài mũi phun 2.40m, góc hất của mũi $\theta=16.5^\circ$.

Mũi phun liên tục có bán kính R=20.0m, góc hất $\alpha=25^\circ$.



Hình 2a: Cắt dọc tràn xả lũ



Hình 2b: Mặt bằng kết cấu mũi phun.

Hình 2: Sơ họa kết cấu mũi phun (phương án chọn)

Ghi chú: Cao độ, kích thước ghi là m

a) Về vận tốc dòng chảy

Ứng với 4 cấp lưu lượng xả $Q = 5704 \div 10798 \text{m}^3/\text{s}$, vận tốc dòng chảy ở một số vị trí chủ yếu như sau:

- + Vận tốc ở chân mô tiêu năng:
 $V=21.70 \div 23.50 \text{m/s}$.
- + Vận tốc ở chân mũi phun:
 $V=20.30 \div 23.20 \text{m/s}$.
- + Vận tốc ở đáy hố xói:
 $V=5.20 \div 8.80 \text{m/s}$.
- + Vận tốc ở sau hố xói:
 $V=4.90 \div 6.30 \text{m/s}$.
- + Vận tốc ở chân đường giao thông:
 $V=4.60 \div 7.30 \text{m/s}$.
- + Vận tốc dòng vật bờ phải:
 $V=-2.40 \div -4.00 \text{m/s}$.
- + Vận tốc dòng vật bờ trái:
 $V=-4.70 \div -5.80 \text{m/s}$.

Khi xả lưu lượng lũ $Q=10798 \text{m}^3/\text{s}$ thì vận tốc lớn nhất ở vùng mũi phun khoảng 23.0m/s. Trong quá trình xả lũ như trên thì vận tốc ở đáy hố xói khoảng 9.00m/s. Như vậy đáy hố xói là đá phong hóa có thể bị xói sâu thêm. Tại vị trí chân đường giao thông bờ trái với vận tốc dòng quần khoảng -5.80m/s (giảm so với phương án ban đầu hơn 4.0m/s) vẫn phải gia cố, tuy có giảm khối lượng gia cố so với phương án ban đầu.

b) Về sóng ở hạ lưu

Khi xả lưu lượng lũ $Q=5074 \div 10798 \text{m}^3/\text{s}$ dòng phun phóng xuống hố xói, năng lượng tiêu hao được khá tốt, tuy nhiên vẫn còn gây ra sóng ở hạ lưu. Chiều cao sóng lớn nhất bờ trái khoảng 5.0m (giảm so với phương án ban đầu khoảng 5m).

Chiều cao sóng bờ phải (P) và bờ trái (T) ở hạ lưu công trình thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Chiều cao sóng ở hạ lưu (m)

Mặt cắt đo sóng	$Q=10798 \text{m}^3/\text{s}$		$Q=8602 \text{m}^3/\text{s}$		$Q=6420 \text{m}^3/\text{s}$		$Q=5704 \text{m}^3/\text{s}$	
	P	T	P	T	P	T	P	T
Đầu hố xói	3.2	4.0	3.0	3.6	2.6	3.0	2.4	2.8
Giữa hố xói	3.5	4.0	3.0	3.6	2.6	3.0	2.4	2.8
Cuối hố xói	3.8	4.8	3.5	4.5	2.6	3.0	2.4	3.2
Đầu kênh xả	4.2	5.0	4.0	4.5	2.6	3.0	2.4	3.2
Giữa kênh xả	4.0	4.5	3.8	4.0	2.4	2.8	2.2	2.2
Đầu sông tự nhiên	3.2	3.8	3.0	3.2	2.1	2.8	2.0	2.0

c) Về chiều dài dòng phun xa

Với 4 cấp lưu lượng xả lũ, chiều dài dòng phun xa ghi ở bảng 5.

Bảng 5. Chiều dài dòng phun xa

TT	$Q_{xá}$ (m^3/s)	$Z_{TL}(m)$	$Z_{HL}(m)$	Dòng phun ở rãnh		Dòng phun ở mố	
				$L_{max}(m)$	$L_{min}(m)$	$L_{max}(m)$	$L_{min}(m)$
1	10798	227.94	146.48	96	76	90	52
2	8602	225.63	143.59	96	73	88	50
3	6420	223.10	140.35	93	72	85	48
4	5704	222.28	139.19	92	70	83	47

d) Về hiệu quả tiêu năng

Từ kết quả đo đạc ở mô hình cho thấy, ứng với các cấp lưu lượng xả $Q=5704\div 10798m^3/s$, năng lượng tiêu hao qua mố tiêu năng và mũi phun khoảng 52.35÷70.90%.

III. KẾT LUẬN

Công trình thủy điện sông Bung 4 là công trình thủy điện lớn (cấp 1). Trần xả lũ làm việc với lưu lượng xả lũ lớn ($q=120m^3/s.m$), chênh lệch cột nước thượng hạ lưu cũng lớn ($\Delta Z=82.0m$). Do đó việc nghiên cứu chọn kết cấu tiêu năng hợp lý để giảm xói lở hạ lưu là cần thiết. Qua thực nghiệm mô hình đã chọn kết

cấu mũi phun 2 tầng gồm: 1 hàng mố và mũi phun liên tục. Kết quả xác định các thông số thủy lực cho thấy, so với phương án thiết kế ban đầu: Vận tốc ở chân đường giao thông giảm từ 13.32m/s xuống 7.30m/s (giảm khoảng 6.0m/s), chiều cao sóng từ 10.0m xuống 5.0m (giảm 5.0m). Do đó, giảm xói lở và gia cố hạ lưu vào mùa lũ hàng năm, tiết kiệm khoảng 2 tỷ đồng. Kết cấu tiêu năng dạng mũi phun 2 tầng đã được Công ty thẩm định quốc tế Mott MacDonald của Anh đánh giá cao, đã được ứng dụng vào thiết kế và thi công công trình thủy điện Sông Bung 4.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hydraulic Design of Spillways, USArmy Corps of Engineers, 1990.
- [2] Trần Quốc Thương (2005), Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình, NXB Xây Dựng – Hà Nội.
- [3] Trần Quốc Thương, Vũ Thanh Te (2007), Đập tràn thực dụng, NXB Xây dựng – Hà Nội.
- [4] Trần Quốc Thương (2009), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực công trình thủy điện Sông Bung 4 – Hà Nội.

Summary:

EXPERIMENTAL RESULTS FOR DETERMINATION OF REASONABLE FLIP BUCKET SHAPE IN BUNG RIVER 4 SPILLWAY

Flow in Spillway of Bung river 4 is high specific discharge, behind spillway is meandering reach with road and local living house at left bank at downstream of structure. Thus, experimetal physical model test to choose reasonable shape of flip bucket in order to reduce scouring and propose method for bank protection plays an important matter.

This paper is to mention briefly experimental results for choosing reasonable shape of flip bucket in spillway of hydropower Bung 4 river – Quang Nam province.