NGHIÊN CỨU CHỌN KẾT CẤU PHỤ TRONG BỂ TIÊU NĂNG TRÀN XẢ LŨ

TS. Nguyễn Hữu Huế
Trường Đại học thủy lợi

Tóm tắt: *Công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện thường phải bố trí công trình tháo. Một trong những vấn đề quan trọng trong bố trí công trình tháo lũ là giải quyết tốt vấn đề nối tiếp sau công trình. Với trường hợp tiêu năng đáy thường trong bể có các công trình tiêu năng phụ trợ.*

Để chọn kết cấu tiêu năng phụ trợ thường qua thí nghiệm mô hình. Bài viết đề cập về dạng kết cấu bể tiêu năng của hai công trình Nước Trong và Tả Trạch. Trên cơ sở tham khảo tài liệu thí nghiệm của Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam, bài viết nêu tóm tắt kết quả nghiên cứu thực nghiệm, chọn kết cấu tiêu năng phụ trợ cho bể tiêu năng tràn xả lũ Nước Trong và Tả Trạch.

I. MỞ ĐẦU

Tràn xả lũ Nước Trong có tỷ lưu lớn, khoảng 125m^3/s.m, hạ lưu là một đoạn sông cong có cầu giao thông và dân sinh sống ở bờ trái.

Tràn xả lũ Tả Trạch cũng có tỷ lưu lớn, khoảng 120m^3/s.m, hạ lưu tràn có địa chất nền xấu: đá phong hóa mạnh, phân bố địa tầng không đồng nhất.

Việc nghiên cứu chọn kết cấu bể tiêu năng hợp lý ở hạ lưu 2 công trình trên là cần thiết. Với những công trình có lưu lượng xả lớn thì thường phải thông qua thí nghiệm mô hình để chọn phương án hợp lý

1. Các thông số kỹ thuật của dự án Nước Trong (Bảng 1)

Bảng 1: *Các thông số chủ yếu của tràn xả lũ*

Nº	Thông số	Đơn vị	Trị số
	Tràn xả mặt		
1	Hình thức mặt cắt đập tràn		Tràn thực dụng
2	Số cửa xả mặt	cửa	5
3	Kích thước cửa (BxH)	m	12.5x14.0
4	Cao trình ngưỡng tràn	m	115.50
5	Chiều rộng tràn nước	m	62.5
6	Chiều rộng tràn kể cả trụ pin	m	80.50
7	Chiều cao đập lớn nhất tính đến đỉnh đập	m	69.00
8	Lưu lượng xả		
	- Qxả max(0.5%)	m^3/s	6 728
	- Qxả max (0.1%)	m^3/s	7 722

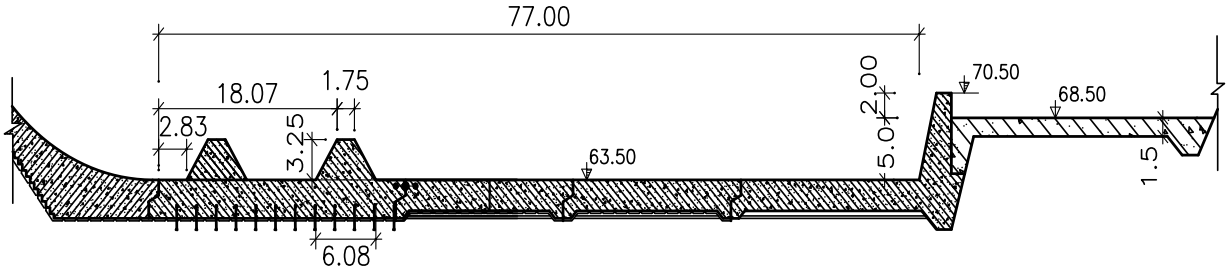
Kết cấu bể tiêu năng theo thiết kế ban đầu (hình 1)

+ Chiều dài bể L = 77.00m; bề rộng b = 76.50m; $\nabla_{đáy}$ = 63.50m

+ Trong bể bố trí 2 hàng mố:

- Hàng mố thứ nhất cách đầu bể 2.83m; gồm (12 + 1/2)mố; chiều cao mố 3.25m;

- Hàng mố thứ hai cách đầu bể 18.70m; gồm (12 + 1/2)mố; chiều cao mố 3.25m;



Hình 1: Cắt dọc bể tiêu năng (phương án thiết kế ban đầu)
Ghi chú: kích thước, cao độ ghi là m

2. Thông số kỹ thuật của dự án Tả Trạch (Bảng 2)

Bảng 2: *Các thông số chủ yếu của tràn xả lũ*

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
I	**Tràn xả mặt**		
1	Hình thức mặt cắt đập tràn		Tràn thực dụng
2	Số cửa xả mặt	Cửa	5
3	Kích thước cửa (BxH)	m2	9.0x10.0
4	Cao trình ngưỡng tràn	m	37.00
5	Chiều rộng tràn nước	m	45.00
6	Chiều rộng tràn kể cả trụ pin	m	58.00
7	Lưu lượng xả		
8	$Q_{xả}$(0.01%)	m^3/s	6147.00
9	$Q_{xả}$(0.5%)	m^3/s	4367.00
II	**Tràn xả sâu**		
1	Loại tràn		Xả sâu có cửa van
2	Số cửa xả sâu	Cửa	5
3	Cao trình ngưỡng tràn	m	16
4	Kích thước 1 cửa BxH	m2	4x3.20
5	Lưu lượng xả	m^3/s	945.00

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Mô hình hóa

Để nghiên cứu tình hình thủy lực tràn xả lũ vận hành, cả 2 tràn xả lũ đều xây dựng mô hình lòng cứng, chính thái với tỷ lệ 1/80. Theo tiêu chuẩn trọng lực (Froude), phạm vi mô hình 17x32m^2.

Các vật liệu được chọn để đưa vào mô hình phải đảm bảo 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 hai loại nhám chính để lựa chọn vật liệu.

- Đối với bê tông rất nhẵn, chất lượng bê tông cao như : Mặt đập tràn, cửa van, trụ pin... thì trong mô hình dùng kính hữu cơ và tôn phun sơn nhẵn có n_m=0.007÷0.009.

- Đối với kênh đào, dòng sông tự nhiên...vật liệu trong mô hình n_m=0.014÷0.017, dùng vữa xi măng cát mịn được đánh bóng hay để bình thường tùy từng vị trí.

Thí nghiệm tràn xả lũ với nhiều nội dung, bài viết chỉ nêu những vấn đề chính liên quan đến diễn biến thủy lực bể tiêu năng và hạ lưu tràn xả lũ: Vận tốc, sóng, áp suất âm...

2. Kết quả thí nghiệm tràn xả lũ Nước Trong

a. Phương án thiết kế (hình 1):

Thí nghiệm tràn xả lũ Nước Trong gồm nhiều nội dung, bài viết chỉ nêu những vấn đề chính liên quan tới diễn biến thủy lực của tràn xả lũ.

Mô hình tiến hành xả với 5 cấp lưu lượng thiết kế Q=4970 - 7722m^3/s.

+ Về vận tốc dòng chảy

Ứng với cấp lưu lượng kiểm tra vận tốc dòng chảy: vùng chân đập và mố khoảng 35÷38m/s, mái kè bờ phải sông và mố cầu giao thông 11m/s, vùng sát bờ có dân cư sinh sống khoảng 3 m/s.

+ Về diễn biến thủy lực

Bể tiêu năng chưa làm việc theo đúng yêu cầu mục đích thiết kế, nên ở sau bể tồn tại dao động sóng lớn xô vào mái kè bờ phải; độ cao

hs=3.5÷5.0m dễ gây nguy hiểm cho kè, ở vùng dân cư, sóng cũng cao tới 3m.

Như vậy có thể thấy với đặc điểm là công trình tràn xả lũ Nước Trong có tỷ lưu lớn, hạ lưu tràn lại có đoạn sông cong và có cầu giao thông, nên diễn biến thủy lực sau tràn phức tạp. Do đó, cần lựa chọn kết cấu sửa đổi để khắc phục các tồn tại của phương án thiết kế là:

+ Nghiên cứu tối ưu công trình tiêu năng, tạo nước nhảy ngập trong bể nhằm hạn chế lưu tốc cuối chân đập tràn đảm bảo tiêu năng diễn ra hoàn toàn trong bể.

+ Nghiên cứu việc phân bố dòng chảy về hạ lưu hợp lý nhằm hạn chế xói lở bờ phải hạ lưu đập. Đặc biệt là khu vực cầu giao thông và vùng dân cư ở hạ lưu, khắc phục dòng quẩn bờ trái để hạn chế bồi lắng hạ lưu nhà máy thủy điện.

b. Phương án chọn (Xem hình 2)

Kết cấu tiêu năng của phương án chọn có các thông số chính sau:

+ Chiều dài bể L = 77.00m; bề rộng bđ = 76.50m; bc = 81.78m; ∇đáy = 63.50m

+ Nâng tường tiêu năng cuối bể lên 1.50m (∇72.0m);

+ Bố trí 2 hàng mố cao 4.0m (∇67.50m):

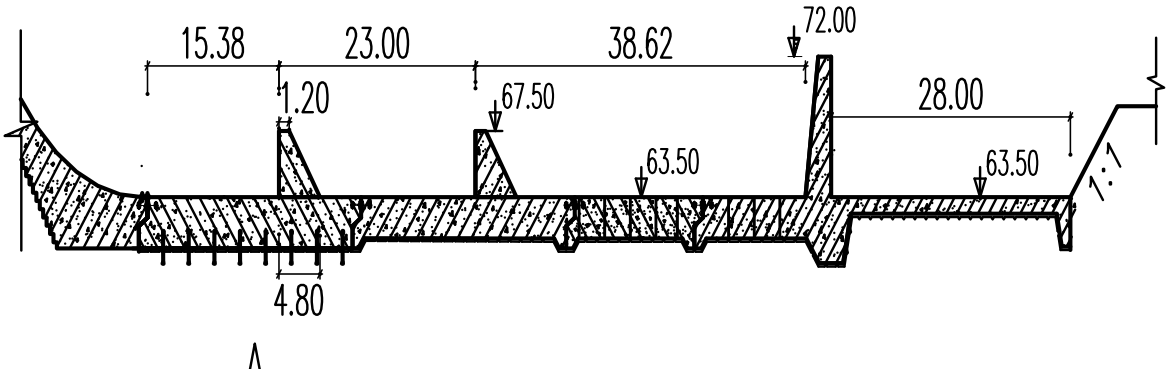
- Hàng mố thứ nhất cách đầu bể 15.38m; gồm 7 mố; chiều cao mố 4.0m;

- Hàng mố thứ hai cách hàng mố thứ nhất 23.00m; gồm 6 mố nguyên và 2 mố nửa; chiều cao mố 4.0m; đặt so le với hàng mố thứ nhất;

+ Tường phân dòng mở góc 18.3º (chiều dày D = 8.0 ÷ 4.0m; L = 37.3m);

+ Kéo dài tường bên phải bể tiêu năng thêm 21.40m;

+ Sân sau đào rãnh tiêu năng đáy có cao trình ∇63.50m.



Hình 2. Cắt dọc bể tiêu năng phương án chọn
Ghi chú: kích thước, cao trình ghi là m.

Qua thí nghiệm phương án chọn với kết cấu nêu trên so với phương án thiết kế cho kết quả như sau:

+ Nước nhảy gần ở đầu bể tiêu năng, tăng độ sâu liên hiệp của nước nhảy, nhất là độ sâu dòng chảy ở chân đập tràn và đầu bể tiêu năng.

+ Giảm vận tốc dòng chảy ở vùng chân đập và mố 35.0 ÷ 38.0m/s xuống còn khoảng 29.0 ÷ 32.0m/s.

+ Năng lượng dòng chảy được tiêu hao từ 60% ÷ 68% là loại tiêu năng đạt hiệu quả tốt.

+ Giảm chiều cao sóng tác dụng vào mái kè bờ phải ứng với lưu lượng xả lũ từ 6120 m^3/s ÷ 7720 m^3/s từ 3.0m ÷ 3.5m xuống còn 2.0m ÷ 3.0m.

+ Dòng chảy chuyển động đến mặt cắt cầu giao thông đã trải rộng trong phạm vi 6 nhịp cầu.

+ Giảm vận tốc dòng tác dụng vào mái kè và mố cầu bờ phải khi xả lũ lớn từ 9.0m/s ÷ 11.0m/s xuống khoảng 6.0m/s ÷ 9.0m/s.

3. Kết quả thí nghiệm giữa phương án thiết kế và phương án chọn tràn xả lũ Tả Trạch (Hình 3 và hình 4)

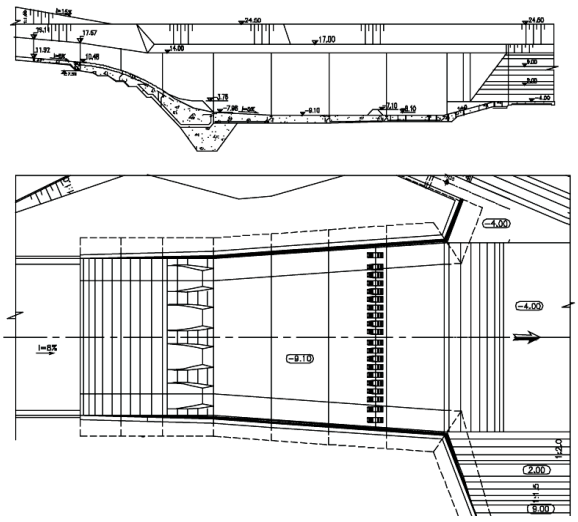
a. Về vận tốc dòng chảy

Qua số liệu thí nghiệm ứng với lưu lượng thiết kế Q=3002 ÷ 6793 m^3/s, cho thấy:

Nội dung	Vận tốc dòng chảy $\bar{v}$ (m/s)	
	PA thiết kế	PA chọn
Vận tốc ở cuối dốc nước (đầu đoạn cong nối tiếp)	21.80÷25.00	21.80÷25.00
Vận tốc ở đỉnh mố phun 1	22.70÷ 27.00	16.50÷25.80
Vận tốc đáy ở đầu bể tiêu năng	24.10÷ 27.30	14.10÷23.50
Vận tốc đỉnh mố tiêu năng 2	16.10÷ 20.00	7.70÷10.00
Vận tốc cuối bể tiêu năng	16.00÷ 17.80	6.60÷12.10
Vận tốc đầu kênh gia cố bê tông	9.80 ÷ 15.10	6.12÷10.70
Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố bê tông	5.80 ÷ 9.00	4.40÷6.50
Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố đá xây	4.20 ÷ 7.10	3.75÷6.10
Vận tốc đoạn kênh không gia cố	3.70 ÷ 5.25	2.90÷3.80

Với phương án thiết kế khi xả lưu lượng 6793 m^3/s thì vận tốc lớn nhất (chưa kể mạch động) ở mố phun 1 khoảng 27m/s, ở cuối đoạn kênh gia cố đá xây khoảng 7.10 m/s. Dòng chảy phóng qua hàng mố phun 1 đổ về hạ lưu gây ra vận tốc và sóng lớn ở hạ lưu.

Như vậy so với thiết kế ban đầu vận tốc ở đầu kênh xả giảm khoảng 4.50m/s, ở đoạn không gia cố giảm khoảng 1.40m/s.



Hình 3: Bể tiêu năng - Phương án thiết kế
Ghi chú: Cao trình, kích thước ghi trong bản vẽ đọc là: m

b. Về sóng ở hạ lưu

Với phương án thí nghiệm cho thấy dòng chảy tập trung vào giữa dốc nước qua đoạn cong chuyển tiếp phóng qua các mố phun 1 tạo thành dòng phun ngầm lao xuống gần giữa bể tiêu năng nên sinh ra sóng lớn ở cuối bể và kênh xả hạ lưu. Từ cấp lưu lượng 4367 m^3/s trở lên, sóng vượt qua đỉnh tường bên của bể ở ∇+14.00m và 2 bên bờ kênh xả ở ∇+17.00m.

Chiều cao sóng ở cuối bể và đoạn đầu kênh xả khoảng 2.00 ÷ 5.00m.

So với phương án thiết kế thì chiều cao sóng ở cuối bể tiêu năng và đầu kênh xả 0.50- 2.50m, giảm so với thiết kế từ 1-2.50m

c. Về áp suất âm

- Phương án thiết kế:

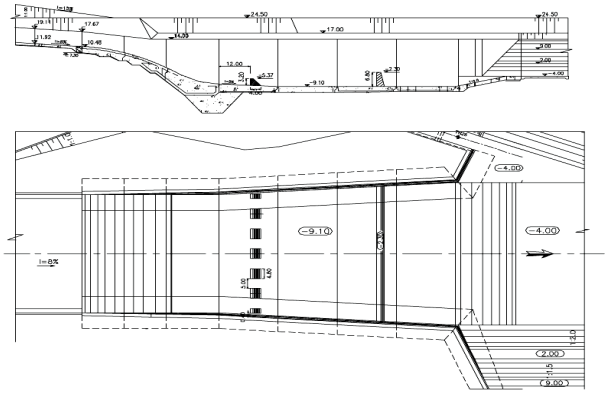
Áp suất âm lớn nhất ở đầu đoạn cong chuyển tiếp khoảng -1.20 m cột nước, giá trị này nhỏ hơn áp suất âm cho phép (-6÷-3 m cột nước). Áp suất âm xuất hiện ở đây là khó tránh khỏi vì khi chuyển tiếp từ đoạn thẳng sang cong sẽ tạo ra sự tách dòng.

Áp suất âm lớn nhất ở mố phun 1 khoảng -4.00m cột nước, dễ sinh xâm thực vùng mũi phun.

Theo kết quả thí nghiệm phương án thiết kế cho thấy, bể tiêu năng chưa đạt được hiệu quả tốt, dòng chảy qua hàng mố phun 1 có vận tốc lớn, mũi phun đặt ở đầu bể đã tạo ra dòng phun phóng xa ra cuối bể gây ra sóng và vận tốc lớn ở cuối bể và kênh xả, đầu kênh xả có dòng quẩn và sóng lớn vượt lên bờ kênh ở ∇17.0m. Hàng mố thứ 2 hầu như không có tác dụng tiêu năng vì chiều cao thấp và bố trí lại liền nhau. Hố xói ở cuối đoạn gia cố không cải thiện được tình hình thủy lực ở hạ lưu. Do đó cần tìm kết cấu bể hợp lý để tạo chế độ thủy lực tốt hơn ở bể và hạ lưu.

- Phương án chọn

Một yếu tố thuỷ lực cần xem xét là áp suất âm, vì nếu áp suất âm lớn sẽ sinh ra khí thực làm hư hại kết cấu công trình.



Hình 4: Bể tiêu năng - Phương án sửa đổi
Ghi chú: cao trình, kích thước ghi trong bản vẽ đọc là: m

Do không thay đổi kết cấu đoạn cong chuyển tiếp nên giá trị áp suất âm ở đây cũng như thiết kế

Áp suất âm lớn nhất ở đỉnh mố tiêu năng là -1.97 m cột nước, giá trị này nhỏ hơn áp suất âm cho phép (-6m÷ 3m)

III. KẾT LUẬN

Tràn xả lũ Nước Trong và Tả Trạch có tỷ lưu lớn q> 100 m^3/s.m, hạ lưu tràn có địa hình phức tạp, dịa chất xấu và có cầu giao thông. Do đó việc nghiên cứu bố trí kết cấu tiêu năng phụ trợ trong bể tiêu năng qua thí nghiệm mô hình thủy lực là cần thiết. Qua thí nghiệm đã đưa ra kết cấu bể gồm có: mố và tường đặt trong bể tiêu năng.

Với kết cấu này so với kết cấu bể tiêu năng thiết kế ban đầu cho hiệu quả rõ rệt, như: vận tốc đầu bể giảm khoảng 2-3,5m/s ; chiều cao sóng giảm từ 1-2,5m...

Những kết cấu chọn nêu ở hình 3 và hình 4 đã được cơ quan tư vấn (HEC) áp dụng vào thiết kế và thi công cho 2 công trình Nước Trong và Tả Trạch.

Tài liệu tham khảo

[1]. Hydraulic Design of Spillways, USArmy Corps of Engineers, 1990.

[2]. Trần Quốc Thưởng (2005), Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình, NXB Xây Dựng

[3]. Trần Quốc Thưởng, Vũ Thanh Te (2007), Đập tràn thực dụng, NXB Xây dựng.

[4]. Viện Khoa học thủy lợi (2008), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực công trình xả nước hồ Nước Trong, Quảng Ngãi. (Tập 1+2).

[5]. Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam (2009), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực công trình Tả Trạch, Thừa Thiên Huế.

[6]. Trần Quốc Thưởng, Nghiên cứu thực nghiệm chế độ thủy lực tràn xả lũ Nước Trong - Quảng Ngãi. Tạp chí KHKTTL& MT, Trường đại học thủy lợi số 28/3 - 2010.

Abstract

RESEARCH ON SELECTING SUBSIDIARY STRUCTURES OF ABSORPTION BASIN OF SPILLWAY DAM

PhD. Nguyen Huu Hue
Water resources university

Flood discharging system is (often) an essential part of a key water control construction project. To settle the problem of hydraulic connection following the spillway is crucial in flood-discharging structure planning. Bottom flow energy dissipation (BFED), one type of hydraulic connection which depends on dam-bottom flows of water to dissipate flood energy, often includes an energy dissipating basin or absorption basin with many subsidiary structures, whose types are often selected after conducting model experiments.

This article of describes structural types of two absorption basins of Nuoc Trong and Ta Trach projects. Basing on many experiment data of Vietnam Academy for Water Resources, the article presents a summary of a practical study on selecting subsidiary energy dissipating structures of two absorption basins in Nuoc Trong and Ta Trach construction projects.