

MỘT SỐ KIẾN NGHỊ LỰA CHỌN KẾT CẤU TIÊU NĂNG ĐÁY ĐỐI VỚI TRÀN XẢ LŨ CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI VÀ THỦY ĐIỆN

(Trích dẫn từ kết quả nghiên cứu đề tài cấp Bộ năm 2011: Nghiên cứu, lựa chọn hợp lý kết cấu tiêu năng đáy đối với tràn xả lũ của các công trình thủy lợi và thủy điện)

ThS. Trần Vũ

KS. Nguyễn Huy Thắng

Viện Năng lượng

Tóm tắt: Bài viết nêu kết quả nghiên cứu, phân tích, đánh giá số liệu thí nghiệm mô hình thủy lực một số công trình thủy lợi, thủy điện do Viện Năng lượng và Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện. Từ đặc điểm bố trí công trình thủy công, số liệu thí nghiệm mô hình thủy lực, các đại lượng về vận tốc, áp suất, sóng hạ lưu... nhóm nghiên cứu đã rút ra một số kết luận, kiến nghị của đề tài, là cơ sở khoa học và thực tiễn đối với bài toán thiết kế công trình tiêu năng đáy sau tràn xả lũ.

I. MỞ ĐẦU:

Một trong những hạng mục quan trọng ở đầu mỗi công trình thủy lợi, thủy điện là công trình tháo lũ. Dòng chảy qua công trình tháo lũ thường là dòng chảy xiết có lưu tốc cao, năng lượng dư thừa lớn. Khi chảy xuống hạ lưu, nó có thể gây ra xói lở lòng dẫn nếu không được gia cố đầy đủ dẫn đến làm mất ổn định công trình. Có nhiều giải pháp tiêu năng để đảm bảo an toàn cho công trình đầu mối cũng như hạn chế xói lở hạ lưu công trình:

- Tiêu năng đáy: có thể dùng bê, hay bê tường kết hợp.
- Tiêu năng mặt: dòng chảy của hình thức tiêu năng này là dòng mặt.
- Tiêu năng dòng phun: là lợi dụng mũi phun ở chân đập hoặc cuối dốc nước để dòng chảy với vận tốc lớn phóng xa xuống lòng sông hạ lưu để hình thành hồ xói cách xa chân công trình, không ảnh hưởng tới an toàn của hồ chứa.

Ở nước ta hiện nay, các công trình thủy lợi và thủy điện đang phát triển mạnh, trong đó nhiều công trình có cột nước không cao nhưng lưu lượng qua công trình tháo lũ lại khá lớn, địa chất nền hạ lưu là nền đá yếu. Các công trình này có hình thức tiêu năng đáy sau tràn được sử dụng khá rộng rãi và phổ biến. Theo thống kê: công trình tiêu năng nối tiếp bởi dốc nước thường có chiều cao đập từ 30 ÷ 50m. Những công trình có chiều cao đập $H_d \leq 30m$ thường không có dốc nước.

Lý thuyết tính toán, thiết kế công trình tiêu năng khá đầy đủ, tuy nhiên chỉ được áp dụng trong điều kiện bài toán phẳng. Đặc điểm công trình xả lũ nối tiếp tiêu năng đáy thường rất phức tạp và liên quan đến nhiều công trình phụ trợ. Do đó đòi hỏi cần có thêm thí nghiệm mô hình để tìm ra kết cấu tiêu năng hợp lý đối với các công trình quan trọng hoặc có đặc điểm bố trí công trình phức tạp.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu dựa trên số liệu thí nghiệm mô hình 3 công trình thủy lợi gồm: hồ chứa nước Tả Trạch (Thừa Thiên Huế), hồ chứa Nước Trong (Quảng Ngãi), hồ chứa Ngàn Trươi (Hà Tĩnh) và 4 công trình thủy điện: Sông Tranh 3 (Quảng Nam), Sông Bung 5 (Quảng Nam), A Lưới (Thừa Thiên Huế), Khe Bó (Nghệ An).

II.1. Kết quả thí nghiệm phương án thiết kế

Thông số thiết kế ban đầu bề tiêu năng các công trình xem bảng 1.

Bảng 1. Thông số thiết kế ban đầu bề tiêu năng các công trình thủy lợi, thủy điện

TT	Thông số	Đơn vị	Sông Tranh 3	Sông Bung 5	A Lưới	Khe Bó	Nước Trong	Tả Trạch
1	Cao độ đáy bề	m	34,0	26,5	507,0	32,0	63,5	-9,1 ÷ -7,98
2	Chiều rộng bề	m	111,0	99,0	58,0	99,5	76,5	58 ÷ 70
3	Chiều dài bề	m	81,99	73,0	20,0	63,1	77,0	90,0
4	Chiều cao tường tiêu năng	m	-	-	-	-	7,0	6,8
5	Thiết bị tiêu năng phụ	Có/ Không	Không	Không	Không	Không	Có 2 hàng mố tiêu năng	Có 1 hàng mố tiêu năng
6	Ghi chú						Có sân sau thứ 2 dài 26,6m.	Tường tiêu năng giữa bề

Qua số liệu đo vận tốc và thiết lập phương trình năng lượng cho các mặt cắt trước và sau bề tiêu năng, năng lượng tiêu hao được qua bề tiêu năng của các công trình theo thiết kế ban đầu xem bảng 2.

Bảng 2. Hiệu quả tiêu năng (%) của bề tiêu năng các công trình theo thiết kế ban đầu

Q _{TN}	Sông Tranh 3	Sông Bung 5	A Lưới	Khe Bó	Nước Trong	Tả Trạch
Q1	41,62	33,83	37,16	34,10	58,69	57,71
Q2	39,28	36,04	44,37	37,44	56,38	58,77
Q3	40,35	37,17	45,87	40,63	54,55	62,50
Q4		41,53	46,19	39,19	55,70	
Q5		50,94	40,87	49,66	46,72	

Nhận xét kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu các công trình:

1. Số liệu đo thí nghiệm tương đối phù hợp với số liệu thiết kế bề tiêu năng theo tính toán lý thuyết.

2. Với các bề tiêu năng không có thiết bị tiêu năng phụ thì khả năng tiêu hao năng lượng chỉ khoảng từ 30% đến 40% năng lượng dư thừa.

3. Với các bề tiêu năng có thêm các thiết bị tiêu năng phụ thì năng lượng tiêu hao có thể lên đến 60%.

4. Do điều kiện làm việc của các công trình thủy lợi, thủy điện phức tạp: phía sau hạ lưu tràn xả lũ thường có cầu giao thông, kênh xả nhà máy.... nên cần nghiên cứu, thiết kế bề tiêu năng hợp lý hơn nhằm đảm bảo các hạng mục công trình đó làm việc hiệu quả và an toàn.

II.2. Kết quả thí nghiệm các phương án sửa đổi

Sự khác biệt giữa phương án sửa đổi và phương án thiết kế các bề tiêu năng:

- Công trình thủy điện Sông Tranh 3: cao trình đáy bề nâng lên 4,0m; chiều dài và chiều rộng bề giữ nguyên.

- Công trình thủy điện Sông Bung 5: cao trình đáy bề hạ xuống 3,0m; trong bề có bố trí thêm thiết bị tiêu năng phụ; chiều dài và chiều rộng bề giữ nguyên.

- Công trình thủy điện A lưới: chuyển từ phương án tiêu năng mặt sang phương án tiêu năng đáy.

- Công trình thủy điện Khe Bó: chiều dài bề ngắn lại 6,0m; cao độ đáy bề và chiều rộng bề giữ nguyên.

- Công trình hồ chứa Nước Trong: cao độ đáy, chiều dài, chiều rộng bề giữ nguyên; tường tiêu năng cao hơn PATK 1,5m và chiều dài sân sau thứ hai dài hơn 1,4m.

- Công trình hồ chứa nước Tả Trạch: cao độ đáy, chiều dài, chiều rộng bề giữ nguyên; thay 1 hàng mô tiêu năng cho tường tiêu năng ở cuối bề.

Thông số bề tiêu năng các công trình theo phương án sửa đổi xem bảng 3.

Bảng 3. Thông số thiết kế bể tiêu năng các công trình theo phương án sửa đổi

TT	Thông số	Đơn vị	Sông Tranh 3	Sông Bung 5	A lưới	Khe Bó	Nước Trong	Tả Trạch
1	Cao độ đáy bể	m	38,0	23,5	509,5	32,0	63,5	-9,1 ÷ -7,98
2	Chiều rộng bể	m	111,0	99,0	58,0	99,5	76,5	58 ÷ 70
3	Chiều dài bể	m	81,99	73,0	80,0	57,0	77,0	90,0
4	Chiều cao tường tiêu năng	m	-	-	-	-	8,5	6,8
5	Thiết bị tiêu năng phụ	Có/ Không	Không	Có	Không	Không	Có 2 hàng mố tiêu năng	Có 1 hàng mố tiêu năng
6	Ghi chú						Có sân sau thứ 2 dài 28,0m.	Thay đổi vị trí hàng mố

Từ số liệu đo trên mô hình, phân tích, tính toán và đánh giá hiệu quả tiêu năng giữa phương án thiết kế ban đầu và phương án sửa đổi (xem bảng 4).

Bảng 4. So sánh hiệu quả tiêu năng của các công trình giữa PATK và PASĐ

Q _{xá}	Sông Tranh 3			Sông Bung 5			A Lưới			Khe Bó			Nước Trong			Tả Trạch		
	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε	ε (%) PATK	ε (%) PASĐ	Δε
Q1	41,62	24,61	-12,00	33,83	34,91	1,08	37,16	45,38	8,22	34,10			58,69	51,24	-7,45	57,71	61,40	3,69
Q2	39,28	33,07	-6,21	36,04	38,42	2,38	44,37	50,26	5,89	37,44	39,54	2,10	56,38	58,47	2,09	58,77	62,20	3,43
Q3	40,35			37,17	37,57	0,4	45,87	50,39	4,52	40,63	41,42	0,79	54,55	59,78	5,23	62,50	65,30	2,80
Q4				41,53	42,25	0,72	46,19			39,19			55,70	59,90	4,2			
Q5				50,94	46,13	-4,81	40,87			49,66	50,14	0,48	46,72	58,32	11,6			

Ghi chú: $\Delta\varepsilon = \varepsilon(\%) \text{ PASĐ} - \varepsilon(\%) \text{ PATK}$

Nhận xét:

1. Công trình thủy điện Sông Tranh 3: khi nâng cao trình đáy bể tiêu năng lên thì hiệu quả tiêu năng giảm.
2. Công trình thủy điện Sông Bung 5: sau khi đào sâu bể thêm 3,0m và có thêm 2 hàng răng tiêu năng thì hiệu quả tiêu năng qua tính toán từ số liệu thí nghiệm mô hình nhận thấy vẫn không thay đổi nhiều.
3. Công trình thủy điện A Lưới: sau khi chuyển từ phương án tiêu năng nước mặt về phương án tiêu năng đáy thì hiệu quả tiêu năng đã được cải thiện đáng kể.
4. Công trình thủy điện Khe Bó: chiều dài bể tiêu năng được rút ngắn từ 62,3m về 57,0m tuy nhiên hiệu quả tiêu năng gần như vẫn không thay đổi.
5. Công trình hồ chứa Nước Trong và hồ Tả Trạch: khi thêm các hàng răng tiêu năng và tường tiêu năng, hiệu quả tiêu năng được cải thiện rõ rệt.

III. KẾT LUẬN

Trên cơ sở số liệu của các đơn vị tư vấn thiết kế, số liệu thí nghiệm mô hình thủy lực các phương án thiết kế và sửa đổi; nhóm nghiên cứu đã phân tích, đánh giá hiệu quả tiêu năng của các dạng bể và đưa ra nhận xét như sau [4]:

1. Công trình thủy lợi, thủy điện sử dụng hình thức tiêu năng đáy nối tiếp sau tràn xả lũ thường có cột nước thấp ($\Delta Z < 30\text{m}$); lưu lượng xả lũ tương đối lớn, tỷ lưu lượng có thể lên đến vài trăm $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$. Hình thức tiêu năng đáy thích hợp khi địa hình vùng công trình có lòng sông rộng, hai bờ thoải, lòng không ngoằn ngoèo, địa chất nền đá yếu.

2. Với các bể tiêu năng mặt cắt ngang không đổi, kích thước bể được tính toán theo lý thuyết, trong bể không có các thiết bị tiêu năng phụ thì khả năng tiêu hao năng lượng chỉ được từ $30 \div 40\%$. Khi bể có thêm thiết bị tiêu năng phụ thì năng lượng tiêu hao tăng lên đáng kể từ $40 \div 60\%$. Đối với các công trình thủy lợi, công trình tiêu năng thường thiết kế theo hướng càng tiêu năng được nhiều năng lượng càng tốt để giảm gánh nặng cho việc gia cố bờ sau công trình. Tuy nhiên, đối với công trình thủy điện nhất là các công trình thủy điện vừa và nhỏ, ngay sau hạ lưu thường là kênh xả của nhà máy, việc dâng mức nước trong bể có thể ảnh hưởng đến năng lượng của nhà máy thủy điện, hoặc gây ra sóng lớn hay dòng xoắn lại trong kênh xả, hoặc kéo theo tường phân dòng giữa kênh xả nhà máy và bể tiêu năng quá cao nên bể tiêu năng có thể phải thiết kế theo hướng đẩy bớt năng lượng dòng tràn ra phía sau.

3. Các bể tiêu năng có thêm thiết bị tiêu năng phụ: số liệu thí nghiệm cho thấy chiều cao sóng hạ lưu giảm tới gần 50% so với bể khi chưa có thiết bị tiêu năng phụ. Khi thiết kế các thiết bị tiêu năng phụ, việc lựa chọn hình dạng, kích thước, vị trí của các chi tiết này theo các hướng dẫn hiện hành chỉ mang tính định hướng. Để có được tính hợp lý cũng cần phải tiến hành thí nghiệm mô hình để lựa chọn vì bài toán trong trường hợp này là bài toán 3 chiều rất phức tạp, không thể giải quyết trên cơ sở lý thuyết.

4. Do dòng chảy qua bể tiêu năng có 2 tường bên thẳng đứng không được khuếch tán theo phương ngang nên bể có dạng mặt cắt ngang chữ nhật có hiệu quả tiêu năng kém hơn so với bể có hai tường bên vát mái nghiêng.

Việc lựa chọn mặt cắt ngang của bể phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất nền và bố trí tổng thể công trình. Do đó đối với bể có mặt cắt ngang chữ nhật, để tăng hiệu quả tiêu năng của bể thì cần tăng chiều dày lớp nước trong bể.

5. Với các công trình có dạng bố trí mặt bằng có kênh xả nhà máy thủy điện ngay sát cạnh công trình tràn ở hạ lưu, máy năm gần đây, tiêu năng bể vẫn được lựa chọn với các công trình xả có cột nước cao, lưu lượng đơn vị lớn, nền hạ lưu là nền đá cứng chắc thay cho tiêu năng dòng phun như vẫn thường lựa chọn trước đây nhất là ở những công trình có mặt bằng hạ lưu hẹp (ví dụ như công trình Thủy điện Xiaian-Susen ở Liên Bang Nga...). Trong trường hợp này, tiêu năng bể có thể có nhiều ưu thế hơn như giảm dao động sóng, giảm nước

dềnh ở hạ lưu sau nhà máy thủy điện, giảm đáng kể lưu tốc dòng chảy trong khoảng 1000m ở hạ lưu (giảm gia cố bờ), không hình thành bãi trầm tích sau cửa ra nhà máy, giảm khối lượng cho các tường phân dòng trên tràn cũng như ở hạ lưu...Tuy nhiên, do cột nước cao dẫn đến chiều dày bản đáy bê tông cốt thép có thể đến hơn 10m bê tông cốt thép, bởi vậy trong trường hợp này yếu tố kinh tế thường quyết định cho việc lựa chọn hợp lý sau khi đã tiến hành thí nghiệm mô hình thủy lực để lựa chọn giải pháp hợp lý.

6. Với các bể nổi tiếp bởi dốc nước: lưu tốc dòng chảy đáy trong bể rất lớn nên kiến nghị cần có biện pháp gia cố đáy bể và bắt buộc thiết kế thiết bị tiêu năng phụ như răng, mỏ hoặc tường tiêu năng (xem thiết kế của công trình hồ chứa nước Tả Trạch). Điều này hoàn toàn phù hợp với quy phạm thiết kế đập bê tông trọng lực (DL 5108 -1999) của Trung Quốc.

7. Việc đóng mở các cửa van tràn cũng là yếu tố quan trọng giữ cho việc tiêu năng trong bể được hiệu quả và an toàn. Nhiều công trình tiêu năng bể bị hư hỏng phá hoại do vận hành không đều các cửa van. Ví dụ như ở Trung Quốc có các công trình Phổ Kỳ, Lăng Than Tân, Đại Hiệp, Mã Tính Than...đều bị hư hỏng cục bộ khi thao tác vận hành không đồng bộ, đồng đều, không đối xứng gây ra dòng chảy lệch quá lớn trong bể và hạ lưu.

Summary: Some of recommendations to select structure bottom features for flood overflow irrigations and hydropowers

The report was implemented by Institute of Energy and VietNam Academy for water resources, provided a summary of reseach results hydraulic model experiments some of the typical bottom features. From the layout characteristics of hydraulic construction, the main parameters such as: velocity, pressure, downstream waves... The team of reseach provided some of conclusions, recommendations, scientific basis and pratical from designing problem bottom features after flood overflow.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hoàng Từ An - Thủy lực công trình. Bài giảng cao học và Nghiên cứu sinh - Đại học Thủy lợi - Hà Nội, 1999.
- [2]. Nguyễn Văn Cung, Nguyễn Văn Đăng, Ngô Trí Viêng - Công trình tháo lũ trong đầu mối hệ thống thủy lợi. NXB Xây dựng - Hà Nội, 2005.
- [3]. Trần Quốc Thương - Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình - Viện Khoa học thủy lợi - NXB Xây dựng - Hà Nội, 2005.
- [4]. Trần Vũ - Nghiên cứu, lựa chọn hợp lý kết cấu tiêu năng đáy đối với tràn xả lũ các công trình thủy lợi và thủy điện - Hà Nội, 2011.