HIỆU QUẢ TIÊU NĂNG CỦA MỐ NHÁM LỚN SAU CÔNG TRÌNH XẢ

ThS. Lê Quang Hưng
Ban CPO - Bộ NN & PTNT

Tóm tắt: *Công trình đầu mối thủy lợi- thủy điện phải bố trí công trình tháo lũ về hạ du. Nhiệm vụ quan trọng của chúng là giải quyết tốt nhất vấn đề thủy lực nối tiếp sau công trình, trong đó có tiêu năng đáy. Khi thiết kế tiêu năng đáy qua bể tiêu năng, người ta thường bố trí thêm mố nhám lớn. Để chọn kết cấu nhám lớn thường phải tiến hành thí nghiệm mô hình thủy lực. Bài viết đề cập đến dạng kết cấu bể tiêu năng có các mố nhám lớn đã ứng dụng ở một số công trình thủy lợi, thủy điện.*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Công trình xả lũ là một bộ phận quan trọng không thể thiếu được trong đầu mối hồ chứa nước thúy lợi- thủy điện, công trình xả lũ có nhiệm vụ tháo lưu lượng thừa trong mùa lũ, đảm bảo an toàn cho công trình đầu mối và hạ du. Tùy theo đặc điểm địa hình, địa chất, bố trí công trình đầu mối … các công trình xả lũ thường có các hình thức tiêu năng mặt, tiêu năng bằng dòng phun xa và tiêu năng đáy.

Tiêu năng đáy có thể áp dụng kiểu bể hay tường với bể kết hợp … Hình thức tiêu năng đáy thường được áp dụng cho các công trình vừa nhưng mực nước hạ lưu tương đối lớn, địa chất công trình thường là nền đá yếu. Dạng tiêu năng này tiêu hao năng lượng khá tốt, nhưng khối lượng xây lắp khá lớn, giá thành cao, nhất là đối với công trình có cột nước cao. Tiêu năng đáy bằng bể tiêu năng có thể bổ sung thêm mố nhám lớn. Khi đó, tính toán lý thuyết xác định bể tiêu năng khó chính xác, nên thường phải thí nghiệm mô hình vật lý.

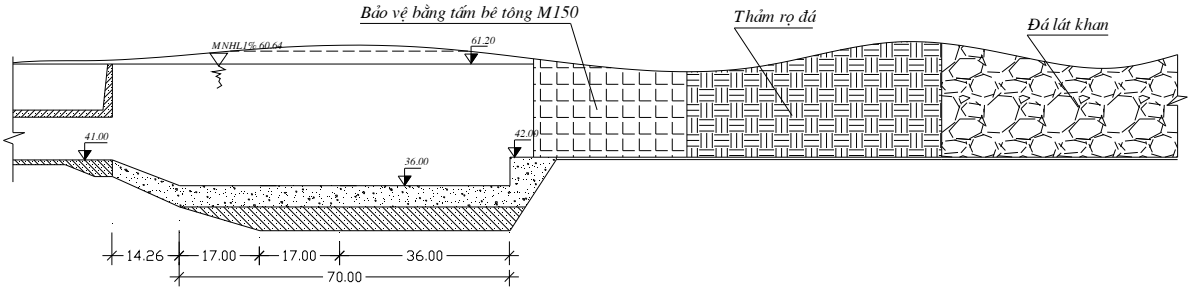
Tác giả xin trình bày một số dạng bể tiêu năng có mố nhám lớn đã được thí nghiệm mô hình vật lý và ứng dụng trong thực tế.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH

1. Thủy điện Tuyên Quang

Lưu lượng xả qua công trình xả: Q= 470 m^3/s ÷ 2300m^3/s.

a. Kích thước bể tiêu năng thiết kế: dài 70m, rộng 22m, cao trình đáy bể +36m, cao trình sân sau +42m (bể sâu 6m)- Sơ họa kết cấu bể ở hình 1.



Hình 1. Cắt dọc bể tiêu năng cống (Phương án thiết kế ban đầu)

***** Kết quả thí nghiệm mô hình cho thấy:

+ Về mùa kiệt:

- Bể chỉ đáp ứng tốt yêu cầu về tiêu năng và nối tiếp dòng chảy ở hạ lưu khi tháo với lưu lượng ≤ 880m^3/s. Nước nhảy ngập nằm trọn trong bể, mực nước cuối bể cao hơn mực nước đầu sân sau khoảng 20cm .
- Sóng ở đầu sân sau cao khoảng 1m.
- Dòng vật hai bên cửa ra bể tiêu năng nhỏ, lưu tốc đáy đoạn đầu kênh chỉ 1,5m/s.

+ Về mùa lũ: Khi xả lưu lượng khoảng 2300 m^3/s.

- Mực nước ở đầu bể thấp, tạo ra dòng phun xa ra sân sau gây nên sóng leo lên đến 2m.

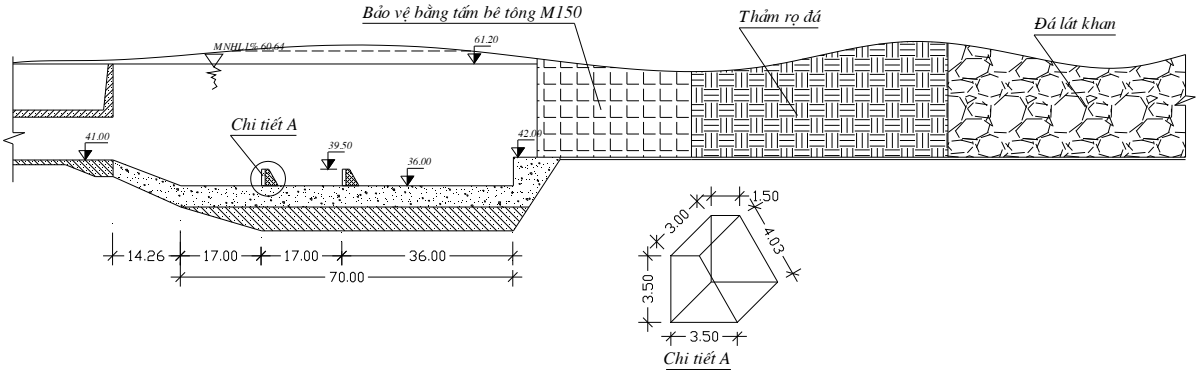
- Dòng vật hai bên cửa ra bể tiêu năng hình thành vùng xoáy lớn, vận tốc dòng chảy đạt đến 4m/s ÷ 5m/s .

- Dòng chảy trong kênh có vận tốc lớn nhất là 11m/s, phá vỡ lớp bảo vệ bằng rọ đá.

Từ những kết quả xác định thông số thủy lực trên mô hình cho phương án thiết kế cho thấy: Chế độ thủy lực diễn biến phức tạp, nước chảy trong bể là dạng phóng xa, vận tốc trong kênh xả lớn. Do đó đã điều chỉnh kết cấu bể tiêu năng với nhám lớn như sau:

b. Kích thước bể phương án chọn (hình 2).

Bể có dạng hình thang $b_{đầu}$= 22m, $b_{cuối}$= 34m; chiều dài bể 85m; chiều sâu bể 6m. Trong bể đặt 2 hàng mố: Hàng 1 gồm 5 mố, có kích thước cao 3,5m, rộng 3,0m, đặt cách nhau 2,0m; hàng 2 gồm 6 mố về kích thước và cách bố trí như hàng mố 1.



Hình 2: Cắt dọc bể tiêu năng (PA chọn)

Kết quả đo vận tốc dòng chảy ở kênh xả cho thấy: vận tốc trung trung bình ở đoạn gia cố đầu kênh ứng với lưu lượng xả lũ lớn nhất Q= 2300 m^3/s giảm từ 6,4m/s xuống 4,8m/s (so với phương án thiết kế ban đầu đã giảm khoảng 1,6m/s).

2. Tràn xả lũ Tả Trạch

a) Kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu (xem hình 3)

Theo thiết kế ban đầu bể tiêu năng có thông số như sau:

** Bể tiêu năng :*

- Chiều dài bể : L=90.0m
- Chiều rộng đáy cuối bể : 70.0m
- Cao trình đỉnh thành bể tiêu năng : +14.0m
- Cao trình đáy bể tiêu năng : -9.10m
- Cuối đoạn cong đầu bể tiêu năng bố trí 4 mố tiêu năng:

+ Cao trình đỉnh mố: -3.76m

+ Chiều rộng trung bình mố: 8.55m

+ Khoảng cách trung bình giữa các mố: 5.95m

- Cách đầu bể tiêu năng 63.0m, bố trí 1 hàng mố tiêu năng gồm 20 mố:

+ Cao trình đỉnh mố: -7.10m.

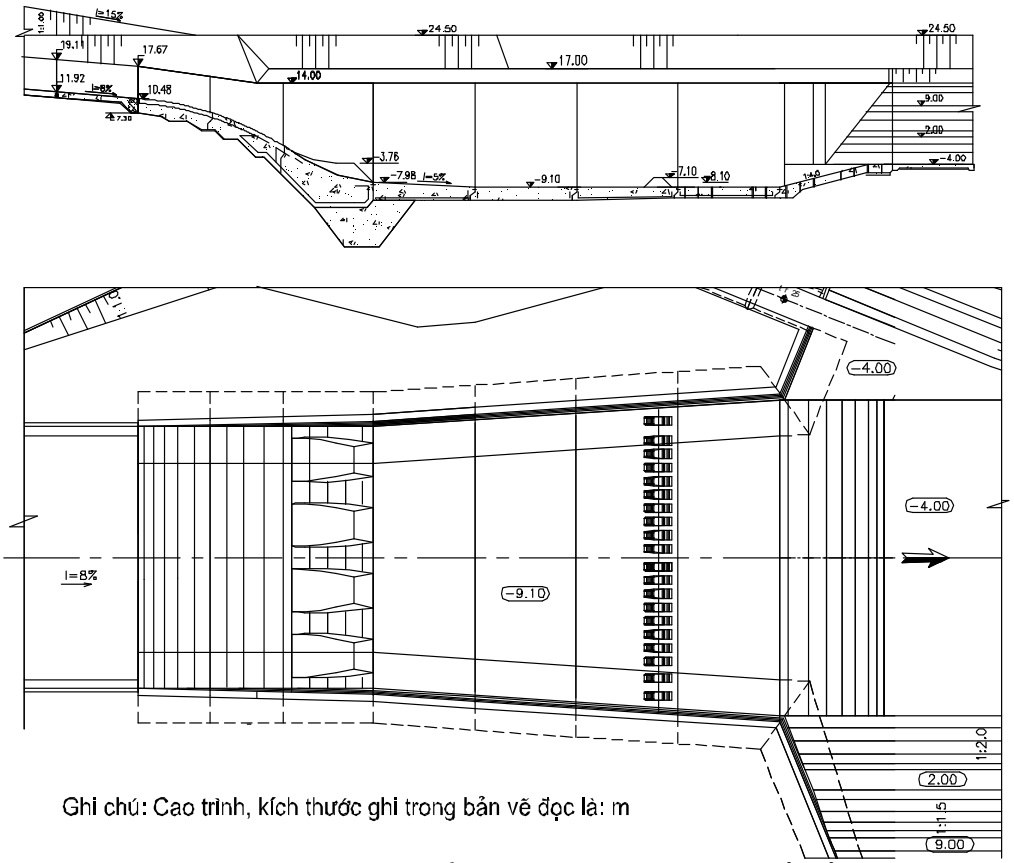
+ Chiều rộng trung bình mố: 2.0m

+ Khoảng cách trung bình giữa các mố: 1.0m

** Kênh xả hạ lưu:*

- Cao độ đáy: -4.00m
- Độ dốc dọc đáy kênh: i=0.0003
- Chiều rộng đáy: B=70.0m
- Độ dốc mái kênh: m=1.50
- Cao độ cơ hai bên mái : +2.00 ; +9.00 ; +17.00
- Chiều rộng các cơ: 5.00m; 3.00m; 3.00m

Kết cấu bể và hạ lưu tràn như ở hình 3.



Hình 3. Bể tiêu năng – Phương án thiết kế

Những diễn biến chính về thủy lực bể tiêu năng và hạ lưu tràn xả lũ với các trường hợp bố trí nhám lớn khác nhau từ kết quả thí nghiệm mô hình cho thấy:

+ Về vận tốc dòng chảy:

Với lưu lượng thiết kế Q=3002 ÷ 6793 m^3/s:

- Vận tốc ở cuối dốc nước (đầu đoạn cong nối tiếp):	$\bar{v}$ = 21.80÷25.00	m/s
- Vận tốc ở đỉnh mố phun 1:	$\bar{v}$ = 22.70÷ 27.00	m/s
- Vận tốc đáy ở đầu bể tiêu năng:	$\bar{v}$ = 24.10÷ 27.30	m/s
- Vận tốc đỉnh mố tiêu năng 2:	$\bar{v}$ = 16.10÷ 20.00	m/s
- Vận tốc cuối bể tiêu năng:	$\bar{v}$ = 16.00÷ 17.80	m/s
- Vận tốc đầu kênh gia cố bê tông:	$\bar{v}$ = 9.80 ÷ 15.10	m/s
- Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố bê tông:	$\bar{v}$ = 5.80 ÷ 9.00	m/s
- Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố đá xây:	$\bar{v}$ = 4.20 ÷ 7.10	m/s
- Vận tốc đoạn kênh không gia cố:	$\bar{v}$ = 3.70 ÷ 5.25	m/s

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 6.10 m/s. Như vậy dòng chảy phóng qua hàng mố phun 1 đổ về hạ lưu gây ra vận tốc và sóng lớn ở hạ lưu.

+ Về sóng ở hạ lưu

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.

Chiều cao sóng bờ phải (P) và bờ trái (T) ở hạ lưu như ở bảng 1.

Bảng 1. Chiều cao sóng ở hạ lưu (m)

Vị trí đo	Chiều cao sóng ứng với $Q_{xả}$ (m^3/s)								Ghi chú
	Q=4367m^3/s		Q=5187m^3/s		Q=6147m^3/s		Q=6793m^3/s		
	P	T	P	T	P	T	P	T	
m/c 7-7	2.20	2.10	2.90	2.85	3.00	3.10	3.80	3.60	Bể tiêu năng
m/c 8-8	2.90	2.80	3.60	3.45	3.90	3.85	4.40	4.20	
m/c 9-9	2.85	1.90	4.10	4.00	4.60	4.70	4.85	4.90	
m/c 10-10	3.00	2.75	4.00	4.05	4.55	4.60	4.90	4.85	Kênh xả
m/c 11-11	2.75	2.45	3.55	3.60	4.15	4.25	4.65	4.55	
m/c 12-12	2.40	2.35	3.37	3.15	3.15	3.35	4.60	4.40	

+ Về áp suất âm (tính theo m cột nước)

Áp suất âm lớn nhất ở đầu đoạn cong chuyển tiếp khoảng -1.20 m, giá trị này nhỏ hơn áp suất âm cho phép (-6÷-3m). 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 -4.00 m, dễ sinh xâm thực vùng mũi phun.

Qua số liệu thí nghiệm cho thấy năng lượng tiêu hao ứng với các cấp lưu lượng 4367÷ 6793m^3/s khoảng 56÷58%. Hiệu quả tiêu năng có tính cả tiêu hao năng lượng qua dốc nước.

Theo kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu 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 ∇17.00m. Hàng mố thứ 2 hầu như không có tác dụng tiêu năng vì chiều cao thấp và bố trí quá gần 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 tiêu năng tốt hơn ở bể và hạ lưu. Trên mô hình đã thí nghiệm nhiều phương án dò tìm để chọn kết cấu bể hợp lý, dưới đây là phương án chọn.

Kết cấu bể của phương án chọn gồm một hàng mố và 1 tường tiêu năng.

Hàng mố 1: Gồm 7 mố, cao 3,20m, bố trí cách đầu bể tiêu năng 12m.

Tường tiêu năng: Tường cao 6,80m, bố trí cách đầu bể 50m.

Chiều dài bể tiêu năng như phương án thiết kế, dài 90m.

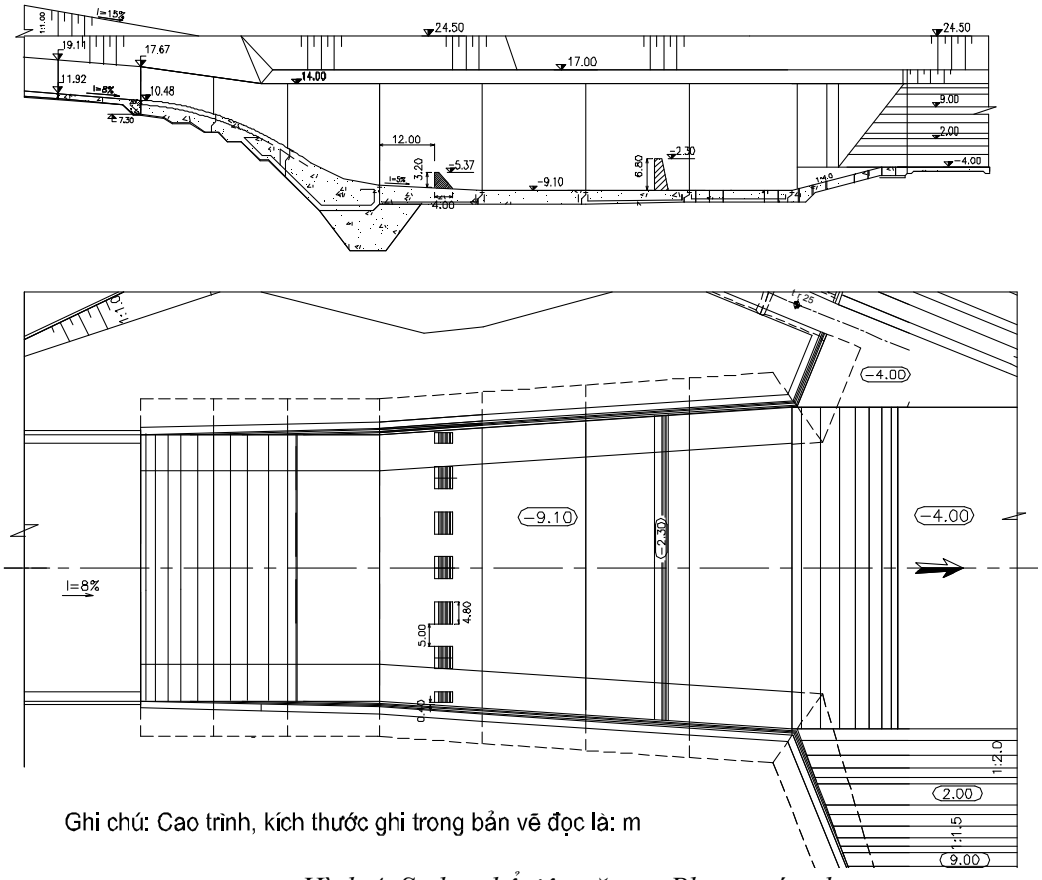
b) Kết quả thí nghiệm phương án chọn (xem hình 4)

+ Về vận tốc dòng chảy

Thí nghiệm với lưu lượng xả Q= 3002÷ 6793m^3/s cho thấy vận tốc dòng chảy (chưa kể mạch động) ở một số vị trí chủ yếu, như sau:

- Vận tốc ở cuối dốc nước (đầu đoạn cong nối tiếp): $\bar{v}$= 21.80÷25.00 m/s
- Vận tốc ở đầu bể tiêu năng: $\bar{v}$= 16.50÷25.80 m/s
- Vận tốc ở đỉnh mố tiêu năng: $\bar{v}$= 14.10÷23.50 m/s
- Vận tốc ở đỉnh tường tiêu năng: $\bar{v}$= 7.70÷10.00 m/s
- Vận tốc ở cuối bể tiêu năng: $\bar{v}$= 6.60÷12.10 m/s
- Vận tốc ở đầu kênh gia cố bê tông: $\bar{v}$= 6.12÷10.70 m/s
- Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố bê tông: $\bar{v}$= 4.40÷6.50 m/s
- Vận tốc cuối đoạn kênh gia cố đá xây: $\bar{v}$= 3.75÷6.10 m/s
- Vận tốc đoạn kênh không gia cố: $\bar{v}$= 2.90÷3.80 m/s

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 4. Sơ họa bể tiêu năng – Phương án chọn

+ Về sóng ở hạ lưu: (bảng 2)

Kết quả đo sóng với các cấp lưu lượng lớn trong đó bờ phải(P), bờ trái (T).

Bảng 2. Chiều cao sóng ở hạ lưu (m)

Vị trí đo	Chiều cao sóng ứng với $Q_{xả}$ (m^3/s)								Ghi chú
	Q=4367m^3/s		Q=5187m^3/s		Q=6147m^3/s		Q=6793m^3/s		
	P	T	P	T	P	T	P	T	
m/c 7-7	1.00	0.95	1.90	1.85	1.80	1.75	2.00	2.05	Bể tiêu năng
m/c 8-8	1.35	1.30	2.15	2.10	2.00	1.95	2.20	2.25	
m/c 9-9	1.85	1.85	2.35	2.30	2.35	2.35	2.50	2.45	
m/c 10-10	1.85	1.80	2.40	2.35	2.35	2.25	2.60	2.50	Kênh xả
m/c 11-11	1.70	1.75	2.15	2.05	2.05	2.00	2.45	2.40	
m/c 12-12	1.65	1.60	1.85	1.90	1.90	1.90	2.00	2.05	

+ Áp suất âm

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.

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 -1.97m, giá trị này nhỏ hơn áp suất âm cho phép (-6m÷ -3m).

+ Hiệu quả tiêu năng

Cũng xét cho 2 mặt cắt tương tự như phương pháp thiết kế, ta có kết quả tính tiêu năng với

cấp lưu lượng 4367÷6793m3/s khoảng (59÷61)%.

Qua số liệu đo đạc cho thấy hiệu quả tiêu năng của phương án sửa đổi tăng so với phương án thiết kế khoảng (3÷5)%.

III. KẾT LUẬN

Qua các số liệu xác định các thông số thủy lực tiêu năng đáy bằng bể tiêu năng của các công trình thông qua thí nghiệm mô hình vật lý để lựa chọn phương án hợp lý, như công trình Tuyên Quang và Tả Trạch có tỷ lưu lớn (q> 100m^3/s.m). Mố nhám lớn với các hình thức bố trí khác nhau trong bể tiêu năng đã phát huy hiệu quả tích cực.

Với công trình Tuyên Quang, trong bể bố trí hai hàng mố tiêu năng, với công trình Tả Trạch, trong bể bố trí một hàng mố và một tường tiêu năng. Hiệu quả tiêu năng rõ rệt, vận tốc đầu kênh xả giảm từ 1,6m/s ÷ 3,5m/s, chiều cao sóng giảm từ 1,0m ÷ 2,5m.

Những nghiên cứu trên đây được tiến hành cho các công trình cụ thể, việc nghiên cứu tổng quát để lựa chọn hợp lý về sơ đồ bố trí nhám lớn, về quan hệ giữa chiều cao nhám lớn và số Froude sau công trình xả đang được nghiên cứu tiếp và sẽ trình bày kết quả sau này.

Tài liệu tham khảo

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

[2] Viện Năng lượng (2003), báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực thủy lực Thủy điện Tuyên Quang.

[3] Trần Quốc Thưởng (2005), Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình. NXB Xây dựng Hà Nội.

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

[5] Trần Quốc Thưởng (2008), báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực công trình xả nước hồ Nước Trong, Quảng Ngãi (Tập 1+2).

[6] Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam (2009), báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ Tả Trạch, Thừa Thiên Huế. Hà Nội.

[7] 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

ENERGY EFFICIENCY TARGETS AS LARGE AS ROUGH LAYOUT OF THE EXHAUST

Le Quang Hung

In hydraulic and hydro-power headworks, flood release structures should be constructed to discharge into downstream area. The important function of the flood release structures is to resolve extremely hydraulic transition behind the flood release structures. One of the hydraulic transition works is bed dissipation structure. Normally, in the bed dissipation structures, big rough blocks are used in stilling basin. With the big rough blocks, those dimensions are determined by model experiments. The paper states the stilling basin structure with the big rough blocks in some hydraulic, hydro-power works.